



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERO TEXTIL

TEMA

**DISEÑO, PLANIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS
ELÉCTRICO, TÉRMICO, AIRE COMPRIMIDO E HÍDRICO PARA LAS
MÁQUINAS DE LAVANDERÍA DE JEANS DE LA COMPAÑÍA
“LASANTEX”**

ELABORADO POR: HIPÓLITO REMIGIO PUPIALES

DIRECTOR: ING. DARWIN ESPARZA

IBARRA - ECUADOR

2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Por medio del presente dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002012340		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PUPIALES ANGAMARCA HIPÓLITO REMIGIO		
DIRECCIÓN:	PELILEO, ANTONIO CLAVIJO S/N Y 22 DE JULIO		
EMAIL:	hipolitopupiales@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	032831570	TELÉFONO MÓVIL:	0983402402
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO, PLANIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICO, TÉRMICO, AIRE COMPRIMIDO E HÍDRICO PARA LAS MÁQUINAS DE LAVANDERÍA DE JEANS DE LA COMPAÑÍA "LASANTEX".		
AUTOR:	PUPIALES ANGAMARCA HIPÓLITO REMIGIO		
FECHA: AAAA - MM	2013 - 10		
PROGRAMA:	PREGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO TEXTIL		
DIRECTOR:	ING. DARWIN ESPARZA		

Firma -----

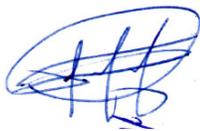
Nombre: Hipólito Remigio Pupiales Angamarca

Cédula: 1002012340

Ibarra, Octubre 2013

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Hipólito Remigio Pupiales Angamarca, con cédula de Identidad N°. 1002012340, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación , investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



Firma -----

Nombre: Hipólito Remigio Pupiales Angamarca

Cédula: 1002012340

Ibarra, Octubre 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A

FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Hipólito Remigio Pupiales Angamarca, con cédula de identidad N° 1002012340, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: DISEÑO, PLANIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICO, TÉRMICO, AIRE COMPRIMIDO E HÍDRICO PARA LAS MÁQUINAS DE LAVANDERÍA DE JEANS DE LA COMPAÑÍA “LASANTEX” , que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Textil en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, octubre del 2013

Hipólito Remigio Pupiales Angamarca
1002012340



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DE AUTOR

Certifico que la investigación “DISEÑO, PLANIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICO, TÉRMICO, AIRE COMPRIMIDO E HÍDRICO PARA LAS MÁQUINAS DE LAVANDERÍA DE JEANS DE LA COMPAÑÍA “LASANTEX””, fue elaborada en su totalidad por el Sr. Hipólito Remigio Pupiales Angamarca, la cual bajo mi supervisión ha sido revisada y estudiada prolijamente en todas sus partes, por lo que autorizo su presentación y sustentación ante las instancias universitarias correspondientes.

Ibarra, Octubre del 2013

Ing. Darwin Esparza.

DIRECTOR DE TESIS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

El autor, Hipólito Remigio Pupiales Angamarca C.I. 1002012340, manifiesta que la obra de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, Octubre del 2013

EL AUTOR

Hipólito Remigio Pupiales Angamarca

C.I. 1002012340



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Hipólito Remigio Pupiales Angamarca, con cédula de identidad 1002012340, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte; según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la misma.

Hipólito Remigio Pupiales Angamarca

C.I. 1002012340



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme la vida, una hermosa familia, los mejores amigos, energía para alcanzar los objetivos propuestos y perseverancia para demostrar que con esfuerzo y dedicación el éxito es posible.

A mis padres, Luis Alfonso Pupiales y Juana María Angamarca, quienes supieron guiarme por el camino del bien, con sus consejos y experiencias me ayudaron a cometer menos errores, para ellos este logro.

A mi esposa, Mariuxi Ramos, a mis hijos, Mateo Alejandro y Pablo Andrés, quienes son mi orgullo, inspiración para seguir adelante y no dejarme vencer por los tropiezos que nos depara la vida.

A toda mi familia quienes de una u otra manera me incentivaron a seguir adelante, especialmente en momentos difíciles.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Luis Alfonso Pupiales y Juana María Angamarca, quienes con gran amor, trabajo y sacrificio me han formado como una persona de bien. Con su incondicional apoyo tanto ético, moral y económico, me ayudaron a cumplir con mis metas

A mi director de Tesis Ing. Darwin Esparza, por sus valiosos conocimientos, que me ha orientado en la realización del presente trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte, la facultad de Ingeniería en Ciencias aplicadas, que por medio de todos los docentes, incentivaron siempre la enseñanza investigativa logrando desarrollar la capacidad de auto preparación de los estudiantes.

A la compañía “LASANTEX” por haber permitido aplicar los conocimientos para el desarrollo del presente trabajo.

A todos mis hermanos, amigos y demás personas que compartieron tiempo y conocimiento en todas las etapas de mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se elaboró en la compañía "LASANTEX", la misma que se creó para brindar servicios de lavado a las prendas confeccionadas de jean, la tesis consiste en realizar el diseño, planificación e instalación de los sistemas: eléctrico, térmico, aire comprimido e hídrico para el funcionamiento de los equipos y máquinas. A la infraestructura se la organizó con las siguientes áreas: administración, lavado, secado, generación y manualidades. El diseño de la planta tiene una capacidad máxima de: seis lavadoras, dos secadoras, dos centrifugas y diez para manualidades. En el presente trabajo se realizó la instalación de tres lavadoras, dos secadoras, dos centrifugas y cuatro para manualidades. Para la energía eléctrica se realiza el cálculo de la carga mediante la corriente nominal de cada máquina, se diseñó e instaló los diagramas de control y fuerza. Para la instalación del sistema hídrico se determinó el consumo máximo de caudal, las pérdidas por fricción y el consumo crítico para no sobredimensionar el diámetro de la tubería de succión e impulsión, con estos datos se selecciona la bomba que suministre el caudal requerido. En el sistema de vapor se determina el diámetro de la tubería en función del requerimiento de flujo másico, la presión de trabajo de la caldera, y la velocidad del vapor mediante el uso de un diagrama por el método de la velocidad. Para el sistema de aire comprimido se utiliza una tabla de muestreo en máquinas similares de otra lavandería, con el fin de establecer un caudal promedio de requerimiento y con los datos del compresor se selecciona la tubería.

ABSTRACT

This thesis work was developed in the company "LASANTEX", the same that was created to provide cleaning services to the garments made of jean, the thesis consists in designing, planning and installation of the systems: electrical, thermal, compressed air and water for the operation of equipment and machines. The infrastructure was organized with the following areas: administration, washing, drying, generation and crafts. The design of the plant has a maximum capacity, six washers, two dryers, two centrifuges and ten craft. In this paper, the installation of three washes machines, two dryers, two centrifugal and four craft. For the power calculation is performed by load current rating of each machine was designed and installed control diagrams and strength. For installation of the water system was determined maximal flow, friction losses and critical consumption not to oversize the diameter of the suction and discharge piping, with these data pump is selected to provide the required flow. Steam in the system determines the diameter of the pipe as a function of mass flow requirement, the working pressure of the boiler and steam velocity by using a chart for the method of speed. For the compressed air system using a sampling table other similar machines laundry in order to establish an average flow of request and the data compressor is selected pipe.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A	iv
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
CERTIFICACIÓN DE AUTOR	v
CONSTANCIAS	vi
DECLARACIÓN	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	x
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xxi
1 LOS JEANS Y LAS MÁQUINAS PARA EL PROCESO DE LAVADO	1
1.1 LOS JEANS.....	1
1.1.2 COMPOSICIÓN.....	2
1.1.2.1 FIBRAS DE ALGODÓN	2
1.1.2.2 POLIÉSTER.....	2
1.1.2.3 LYCRA.....	2
1.1.3 TEÑIDO DEL HILO CON ÍNDIGO	2
1.1.4 TEJEDURÍA	3
1.1.5 PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL JEAN	4
1.1.5.1 DISEÑO	5
1.1.5.2 PREPARACIÓN Y CORTE DE LA TELA.....	5
1.1.5.2.1 MÁQUINAS CORTADORAS DE TELA.....	5
1.1.5.3 CONFECCIÓN DEL JEANS	6
1.1.5.3.1 SISTEMA DE CONFECCIÓN MODULAR.....	7
1.1.5.3.2 MÉTODOS DE CONFECCIÓN	7
1.1.5.3.3 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA CONFECCIÓN	7
1.1.5.3.4 MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADA EN LA CONFECCIÓN	7
1.2 MÁQUINAS PARA EL PROCESO DE LAVADO.....	7
1.2.1 MÁQUINAS DE LAVADO	8
1.2.2 MÁQUINAS DE FROSTEADO	8
1.2.3 MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO.....	9
1.2.4 MÁQUINA DE SECADO.....	10
2 ACCESORIOS DE LAS MÁQUINAS Y PROCESOS EN EL LAVADO DE JEANS	11
2.1 ACCESORIOS	11
2.1.1 TERMÓMETROS INDUSTRIALES.....	11
2.1.1.1 PIRÓMETROS	13
2.1.2 MOTORREDUCTORES	14
2.1.3 SISTEMA DE POLEAS PARA REDUCIR LA VELOCIDAD	14
2.1.3.1 DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD POR POLEAS	15
2.1.3.2 VENTAJAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD POR POLEAS	15
2.1.4 VENTILADORES INDUSTRIALES.....	15

2.1.4.1 VENTILADORES AXIALES	15
2.2 PROCESO DEL LAVADO DEL JEANS	16
2.2.1 DESENGOMADO	18
2.2.2 STONE WASH. (LAVADO CON PIEDRA)	18
2.2.3 FROSTEADO	18
2.2.4 NEUTRALIZADO CON META BISULFITO	18
2.2.5 MODIFICACIÓN DEL COLOR.....	18
2.2.5.1 MATIZADO	19
2.2.5.2 BAJADO DE TONO.....	19
2.2.5.3 BLANQUEO QUÍMICO	19
2.2.5.4 MANUALIDADES	19
3. FUNDAMENTOS Y RIESGOS MECÁNICOS	21
3.1 FUNDAMENTOS MECÁNICOS.....	21
3.1.1 MECÁNICA INDUSTRIAL BÁSICA.....	21
3.1.2 TOLERANCIAS Y AJUSTES.....	21
3.1.3 MONTAJE DE ELEMENTOS MECÁNICOS.....	22
3.2 RIESGOS MECÁNICOS	22
3.2.1 TIPOS DE RIESGOS MECÁNICOS	22
3.2.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS.....	23
3.2.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DURANTE EL DISEÑO	23
3.2.3.1 RESGUARDOS	23
3.2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	24
4 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS HÍDRICO, VAPOR Y AIRE COMPRIMIDO	25
4.1 SISTEMA HÍDRICO.....	25
4.1.1 CONSUMO DE AGUA EN LAS MÁQUINAS DE LAVADO.....	25
4.1.2 CONSUMO DE AGUA EN LA GENERACIÓN DE VAPOR.....	26
4.1.3 EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO	26
4.1.3.1 BOMBA CENTRÍFUGA	26
4.1.3.2 VÁLVULAS.....	27
4.1.3.2.1 VÁLVULAS DE BOLA.....	27
4.1.3.2.2 VÁLVULAS DE RETENCIÓN.....	28
4.1.3.2.3 VÁLVULAS DE PIE.....	28
4.1.3.3 ACCESORIOS ESPECIALES.....	29
4.1.3.4 TANQUE HIDRONEUMÁTICO.....	29
4.1.3.5 CISTERNA.....	30
4.1.3.6 PRESOSTATO	30
4.1.4 COMO DETERMINAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA HIDRÁULICA.....	30
4.2 SISTEMA DE VAPOR	36
4.2.1 CALDERA.....	36
4.2.1.1 TIPOS DE CALDERAS	36
4.2.2 LAVADORA A VAPOR	38
4.2.3 SECADORA A VAPOR.....	39
4.2.4 ACCESORIOS PARA CONDUCCIÓN DE VAPOR	39
4.2.4.1 VÁLVULAS DE CONTROL DE FLUJO.....	40
4.2.4.2 REDUCTORES DE PRESIÓN.....	40

4.2.4.3 VÁLVULAS DE SEGURIDAD	41
4.2.4.4 TRAMPAS DE VAPOR	42
4.2.4.5 TUBERÍAS PRINCIPALES DE VAPOR.....	42
4.2.4.6 RAMALES DE VAPOR.....	43
4.2.4.7 MATERIAL PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE VAPOR	43
4.2.4.8 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE VAPOR	43
4.2.5 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍA	44
4.2.5.1 CAUDAL MÁSSICO	44
4.2.5.2 PRESIÓN DE VAPOR	46
4.2.5.3 VELOCIDAD DE VAPOR	46
4.3 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	49
4.3.1 COMPRESOR.....	49
4.3.1.1 COMPRESOR DE PISTÓN.....	49
4.3.2 TANQUE ACUMULADOR.....	50
4.3.3 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA PARA AIRE COMPRIMIDO.....	50
4.3.3.1 CAUDAL DE AIRE COMPRIMIDO	50
4.3.3.2 PRESIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	50
4.3.3.3 PÉRDIDAS DE CAUDAL.....	51
4.3.3.4 CONSUMO EN LOS DIFERENTES EQUIPOS NEUMÁTICOS	52
4.3.4 MÉTODO PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA.....	52
5 ENERGÍA ELÉCTRICA Y SUS RIESGOS	54
5.1 ENERGÍA ELÉCTRICA	54
5.1.1 SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA	54
5.1.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	54
5.1.2.1 AMPERÍMETRO.....	55
5.1.2.2 MULTÍMETRO	55
5.1.3 CORRIENTE ALTERNA.....	56
5.1.4 MATERIALES ELÉCTRICOS DE CONTROL	56
5.1.4.1 TABLEROS DE CONTROL	57
5.1.4.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)	57
5.1.4.2.1 ESTRUCTURA FÍSICA DE UN PLC	57
5.1.4.3 TRANSFORMADORES.....	58
5.1.4.4 MEDIDORES DIGITALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	59
5.1.5 MATERIALES ELÉCTRICOS DE FUERZA	59
5.1.5.1 CONDUCTORES.....	59
5.1.5.2 CONTACTORES.....	60
5.1.5.3 RELÉ TÉRMICO	61
5.1.5.4 ARRANCADORES SUAVES	61
5.1.5.5 BRAKERS	62
5.1.5.6 SUPRESORES DE TRANSIENTES.....	63
5.1.5.7 SUPERVISOR DE TENSIÓN.....	63
5.1.5.8 VARIADORES DE FRECUENCIA	63
5.1.5.8.1 CABLEADO VARIADOR-MOTOR.....	64
5.1.6 PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	64
5.1.6.1 OBJETIVOS PRINCIPALES DE LAS PUESTAS A TIERRA	64

5.2 RIESGOS ELÉCTRICOS.....	65
5.2.1 RIESGO DE ELECTROCUCIÓN	65
5.2.2 LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU INFLUENCIA SOBRE EL ORGANISMO.....	65
5.2.3 EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS	65
5.2.4 EFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS	65
6 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA POR ÁREAS	67
6.1 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA	67
6.1.1 PLANO GENERAL DE LA LAVANDERÍA	67
6.1.2 PLANO DE LAS ÁREAS DE LA LAVANDERÍA.....	69
6.1.3 ÁREA ADMINISTRATIVA.....	70
6.1.4 ÁREA DE BODEGA DE PRODUCCIÓN	71
6.1.5 ÁREA DE BODEGA DE QUÍMICOS	72
6.1.6 ÁREA DE MÁQUINAS DE LAVADO	72
6.1.6.1 DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA.....	72
6.1.6.1.1 PRIMERA ALTERNATIVA ORGANIZACIONAL.....	72
6.1.6.1.2 SEGUNDA ALTERNATIVA ORGANIZACIONAL.....	73
6.1.7 ÁREA DE GENERACIÓN	75
6.1.8 ÁREA DE MANUALIDADES	76
6.1.9 ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN	77
7 DISEÑO, REQUERIMIENTO E INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS	78
7.1 DISEÑO DE ACOMETIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA HACIA LA PLANTA	78
7.2 REQUERIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	78
7.2.1 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA.....	78
7.2.1.1 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE LAVADO	79
7.2.1.2 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE SECADO.....	80
7.2.1.3 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO	80
7.2.1.4 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE GENERACIÓN	81
7.2.1.5 TOTAL EN POTENCIA Y CORRIENTE NOMINAL.....	81
7.2.2 SELECCIÓN DEL NÚMERO DE CONDUCTOR	82
7.2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	83
7.3 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS	83
7.3.1 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS DE LAVADO.....	84
7.3.1.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN.....	84
7.3.1.2 DIAGRAMA DE CONTROL MÁQUINA DE LAVADO.....	84
7.3.1.3 DIAGRAMA DE FUERZA MÁQUINAS DE LAVADO	87
7.3.2 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO	89
7.3.2.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN.....	89
7.3.2.2 DIAGRAMA DE CONTROL MÁQUINA DE CENTRIFUGADO	89
7.3.2.3 DIAGRAMA DE FUERZA MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO.....	92
7.3.3 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS DE SECADO	94
7.3.3.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN.....	94
7.3.3.2 DIAGRAMA DE CONTROL MÁQUINA DE SECADO	94
7.3.3.2.1 DIAGRAMA DE CONTROL MOTOR VENTILADOR.....	95
7.3.3.2.2 DIAGRAMA DE CONTROL MOTOR CANASTA	95

7.3.3.3 DIAGRAMA DE FUERZA MÁQUINAS DE SECADO	97
7.3.3.3.1 DIAGRAMA DE FUERZA MOTOR VENTILADOR.....	97
7.3.3.3.2 DIAGRAMA DE FUERZA MOTOR CANASTA	97
7.3.4 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MOTOR DEL COMPRESOR.....	99
7.3.4.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN.....	99
7.3.4.2 DIAGRAMA DE CONTROL DEL MOTOR DEL COMPRESOR.....	99
7.3.4.3 DIAGRAMA DE FUERZA DEL MOTOR DEL COMPRESOR	100
7.3.5 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA.....	102
7.3.5.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN.....	102
7.3.5.2 DIAGRAMA DE CONTROL DEL MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA	103
7.3.5.3 DIAGRAMA DE FUERZA DEL MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA	103
8 DISEÑO, SELECCIÓN DE LA TUBERÍA E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS HÍDRICO, VAPOR Y AIRE COMPRIMIDO.....	105
8.1 DISEÑO, SELECCIÓN DE LA TUBERÍA E INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO	105
8.1.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA	105
8.1.2 SELECCIÓN DE LA TUBERÍA.....	106
8.1.2.1 CAUDAL REQUERIDO EN MÁQUINAS DE LAVADO	106
8.1.2.2 REQUERIMIENTO DE AGUA EN LA CALDERA.....	108
8.1.2.3 REQUERIMIENTO DE AGUA PARA LA MEZCLA DE PRODUCTOS QUÍMICOS	109
8.1.2.4 REQUERIMIENTOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL	110
8.1.2.5 CÁLCULO DEL DIÁMETRO PARA LA TUBERÍA DE SUCCIÓN	110
8.1.2.6 CÁLCULO DEL DIÁMETRO PARA LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN	111
8.1.2.7 CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR FRICCIÓN	111
8.1.2.7.1 CÁLCULO DE LONGITUD EQUIVALENTE.	112
8.1.2.7.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA.....	113
8.1.2.7.3 CÁLCULO ALTURA MANOMÉTRICA	114
8.1.2.8 SELECCIÓN DE LA BOMBA DE AGUA	115
8.1.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA.....	115
8.1.3.1 INSTALACIÓN DE LA BOMBA	115
8.1.3.2 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA.....	116
8.1.3.3 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN	116
8.1.3.4 INSTALACIÓN DE LA RED PRINCIPAL DE TUBERÍA	117
8.1.3.5 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA A LAS MÁQUINAS	118
8.2 DISEÑO, SELECCIÓN DE LA TUBERÍA E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR	118
8.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE VAPOR	118
8.2.2. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA TUBERÍA.....	120
8.2.2.1 CAUDAL MÁSSICO DE LAS LAVADORAS	121
8.2.2.2 CAUDAL MÁSSICO DE LAS SECADORAS.....	122
8.2.2.3 RESUMEN CONSUMO DE VAPOR MÁQUINAS	122
8.2.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR	125
8.2.3.1 PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA	126
8.2.3.2 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA A LAS MÁQUINAS	126
8.2.3.3 AISLAMIENTO DE LA TUBERÍA DE VAPOR	127
8.3 DISEÑO, SELECCIÓN DE LA TUBERÍA E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO .	128
8.3.1 OBTENCIÓN DEL CAUDAL.....	129

8.3.2	CONDICIONES DE TRABAJO	130
8.3.3	PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA	131
8.3.4	CONEXIÓN DE LA TUBERÍA DE AIRE COMPRIMIDO AL COMPRESOR	131
8.3.5	CONEXIÓN DE LA TUBERÍA A LA RED	132
9	NIVELACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS	133
9.1	NIVELACIÓN DE LAS MÁQUINAS	133
9.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	133
9.2.1.-	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS DE LAVADO	134
9.2.1.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ELÉCTRICO	134
9.2.1.1.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO	134
9.2.1.1.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MANUAL	134
9.2.1.1.3	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PARO DE EMERGENCIA	135
9.2.1.1.4	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL AMPERAJE DEL MOTOR	136
9.2.1.1.5	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO VUELTAS DE LA CANASTA	136
9.2.1.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL VAPOR Y AGUA	137
9.2.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO	138
9.2.2.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO	138
9.2.2.2	PRUEBA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MANUAL	138
9.2.2.3	FUNCIONAMIENTO DE EL PARO DE EMERGENCIA	139
9.2.2.4	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL NÚMERO DE VUELTAS	140
9.2.2.5	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE AMPERAJE	140
9.2.3	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS DE SECADO	141
9.2.3.1	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LA CANASTA	141
9.2.3.2	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DEL VENTILADOR	142
9.2.3.3	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE AMPERAJE	142
9.2.5	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR.	144
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	145
10.1	CONCLUSIONES	145
10.2	RECOMENDACIONES	146
	BIBLIOGRAFÍA	147
	ANEXOS 1	149
	ANEXOS 2	151
	ANEXOS 3	154
	ANEXOS 4	158
	ANEXOS 5	163
	ANEXOS 6	166
	ANEXOS 7	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Tejido plano.....	4
Figura 1.2 Cortadoras de tela	5
Figura 1.3 Flujo grama de procesos para un jean	6
Figura 1.4 Máquina de Lavado.	8
Figura 1.5 Máquina de Frosteado.	9
Figura 1.6 Máquina ^o de centrifugado	9
Figura 1.7 Máquina de Secado.	10
Figura 2.2 Tipos de termómetros bimetálicos	12
Figura 2.3 Tipos de termómetros bimetálicos	13
Figura 2.4 Pirómetros.....	13
Figura 2.5 Motorreductor acoplado a un motor.....	14
Figura 2.6 Sistema de reducción de velocidad por poleas.....	15
Figura 2.7 Ventilador de flujo axial	16
Figura 2.8 Flujograma de procesos para el lavado de jeans.	17
Figura 2.9 Representación de los procesos de manualidades.....	20
Figura 4.1 Bomba centrífuga de tipo horizontal	27
Figura 4.2 Válvula de bola	27
Figura 4.3 Válvula de retención.....	28
Figura 4.4 Válvula de pie	28
Figura 4.5 Accesorios para el acople y distribución de un sistema hidráulico.....	29
Figura 4.6 Presostato.....	30
Figura 4.7 Altura de impulsión	33
Figura 4.9 Caldera piro tubular	37
Figura 4.10 Caldera acuotubular	37
Figura 4.10 Válvulas de Control de Flujo.....	40
Figura 4.11 Válvula Reductora de Presión	41
Figura 4.12 Válvulas de Seguridad	42
Figura 4.13 Trampas de vapor.....	42
Figura 4.14 Grafico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad).	48
Figura 4.15 Sistema de aire comprimido	49
Figura 4.16 Esquema de un compresor de pistón.....	50
Figura 4.17 Diagrama para determinar el diámetro de la tubería	53
Figura 5.1 Amperímetro.....	55
Figura 5.2 Multímetro	55
Figura 5.3 Representación de la corriente alterna.....	56
Figura 5.4 Tablero de Control.....	57
Figura 5.5 Diagrama en bloques de los elementos básicos de un PLC.....	58
Figura 5.6 Esquema de un transformador eléctrico.....	58
Figura 5.7 Medidores de energía eléctrica.....	59
Figura 5.8 Contactor.....	60

Figura 5.9 Relé térmico	61
Figura 5.10 Arrancadores Suaves.....	62
Figura 5.11 Brakers.....	62
Figura 5.12 Supervisor de Tensión.....	63
Figura 5.13 Variador de Frecuencia	63
Figura 6.1 Plano general de la compañía "LASANTEX"	68
Figura 6.1 Plano general de la compañía "LASANTEX"	68
Figura 6.2 Área de lavandería	69
Figura 6.3 Plano área administrativa	70
Figura 6.4 Área de bodega de producción.....	71
Figura: 6.7 Segunda alternativa organizacional.....	74
Figura: 6.8 Área de generación.....	75
Figura: 6.9. Área de manualidades.....	76
Figura: 7.1 Diseño de acometida eléctrica a la planta.....	77
Figura 7.3 Conexión de la energía al tablero.....	82
Fuente: El autor	82
Figura 7.2 Distribución de la energía eléctrica.....	83
Figura 7.3 Instalación del sistema de control máquina de lavado.....	85
Figura 7.4 Diagrama de control máquina de lavado.....	86
Figura 7.5 Instalación de sistema de fuerza máquinas de lavado.....	87
Figura 7.6 Diagrama de fuerza máquinas de lavado.....	88
Figura 7.7 Instalación de control máquina de centrifugado.....	90
Figura 7.8 Diagrama de control máquina centrífuga.....	91
Figura 7.9 Instalación de fuerza máquina de centrifugado.....	92
Figura 7.10 Diagrama de fuerza máquina centrífuga.....	93
Figura 7.11 Instalación del tablero de control máquina de secado.....	95
Figura 7.12 Diagrama de control máquina de secado.....	96
Figura 7.13 Instalación del sistema de fuerza máquina de secado.....	97
Figura 7.14 Diagrama de fuerza máquina de secado.....	98
Figura 7.15 Instalación de control y fuerza motor del compresor.....	99
Figura 7.16 Diagrama de control y fuerza motor compresor.....	101
Figura 7.17 Instalación del sistema de control y fuerza bomba de agua.....	102
Figura 7.18 Diagrama de control y fuerza motor bomba de agua.....	104
Figura 8.1 Distribución del sistema de agua	105
Figura 8.2 Esquema general de la instalación para cálculo de altura manométrica.....	112
Figura 8.3 Conexión de la tubería de PVC	116
Figura 8.4 Conexiones de la tubería galvanizada de 2-1/2 pulgadas	116
Figura 8.5 Instalación red hidráulica	117
Figura 8.6 Instalación red hidráulica a las máquinas.....	118
Figura 8.7 Diagrama de distribución del sistema de vapor	119
Figura 8.8 Grafico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad)	125
Figura 8.9 Adaptación de la tubería	126
Figura 8.10 Conexión del caldero a las máquinas	127
Figura 8.11 Colocación del aislante térmico	127

Figura 8.12 Diagrama de distribución del sistema de aire comprimido.....	128
Figura 8.13 Medición de caudal	129
Figura 8.14 Diagrama para la selección de la tubería en tubos neumáticos	131
Figura 8.15 Conexión de sistema de aire comprimido al compresor	132
Figura 8.16 Conexión de la red de aire comprimido	132
Figura N 9.1 nivelación de las máquinas	133
Figura 9.2 Control automático máquina de lavado.....	134
Figura 9.3 Control manual máquina de lavado	135
Figura 9.4 funcionamiento paro de emergencia.....	135
Figura 9.5 lecturas de corriente máxima en las máquinas.....	136
Figura 9.6 Calibración RPM máquinas de lavado	137
Figura 9.7 Pruebas de funcionamiento vapor y agua.....	137
Figura 9.8 Funcionamiento del sistema automático de la centrífuga.....	138
Figura 9.9 funcionamiento del sistema manual con frenado en rampa	139
Figura 9.10 Prueba de funcionamiento paro de emergencia	139
Figura 9.11 Revoluciones máquina centrífuga	140
Figura 9.12 Lecturas de amperaje máquinas centrifugas.	140
Figura 9.13 Funcionamiento motor de la canasta máquina de secado	141
Figura 9.14 Prueba de funcionamiento motor ventilador máquina de secado.....	142
Figura 9.15 Lecturas de amperaje máquina de secado.....	142
Figura 9.16 Variables de control bomba de agua.....	143
Figura 9.17 Variables de control del compresor.	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Relación de baño en los procesos	25
Tabla 4.2 Características del sistema de agua de alimentación.....	26
Tabla 4.3: Velocidad máxima del fluido en tuberías.....	31
Tabla 4.4: Pérdidas de carga para tuberías de PVC en función del diámetro.....	35
Tabla 4.5: Pérdida de carga en accesorios.....	36
Tabla 4.6 Características del caldero de la compañía “LASANTEX”.....	38
Tabla 4.7 características máquinas de lavado.....	39
Tabla 4.8 características de las secadoras.....	39
Tabla 4.9 Espesor de la tubería según número de cédula	43
Tabla 4.10. Espesor de aislamiento para tuberías	44
Tabla: 4.12 Longitud equivalente de tubería en metros para aire comprimido.....	51
Tabla 4.13 consumos neumáticos de herramientas.....	52
Tabla 5.1 Principales símbolos de Control	54
Tabla 5.2 tipos de conductores	60
Tabla: 7.1 Potencia del motor y corriente nominal.....	79
Tabla 7.2 Levantamiento de la carga máquinas de lavado.....	79
Tabla 7.3 Levantamiento de la carga máquinas de secado.....	80
Tabla 7.4 Levantamiento de la carga máquinas de centrifugado.....	80
Tabla 7.5 Levantamiento de la carga máquinas de generación.....	81
Tabla 7.6 Potencia y corriente nominal.....	81
Tabla 7.7 Numero de conductor y corriente máxima.....	82
Tabla. 7.8 distribución de la energía eléctrica	83
Tabla 8.1 Requerimiento de agua en un turno de ocho horas en la compañía “LASANTEX”	107
Tabla 8.2 Caudal de consumo para máquinas lavadoras.....	108
Tabla 8.3 Consumo de agua caldera	108
Tabla 8.4 Resumen de requerimientos de agua	109
Tabla 8.5 Caudal de agua para diseño.....	110
Tabla 8.6 diámetro tubería de succión y velocidad en la tubería.....	110
Tabla 8.7 diámetro y velocidad tubería de impulsión.....	111
Tabla 8.8 longitud equivalente tubería de succión.....	112
Tabla 8.9 longitud equivalente tubería de impulsión.....	113
Tabla 8.10 pérdidas de carga tubería de succión.....	113
Tabla 8.11 pérdidas de carga tubería de impulsión.....	114
Tabla 8.12 cálculo de altura manométrica.....	114
Tabla 8.13 : Catálogo bombas.....	115
Tabla 8.14 Propiedades del agua saturada (líquido-vapor)	120
Tabla 8.15 consumo de vapor máquinas lavadoras.....	121
Tabla 8.16 consumo de vapor máquinas secadoras.....	122
Tabla 8.17 consumo crítico de vapor	122
Tabla 8.18 Resumen cálculos de vapor.....	123

Tabla 8.19 Capacidad de tuberías para vapor saturado a velocidades específicas (tubería de Schedule 80).....	124
Tabla 8.20 Tabla de muestreo en las máquina de esponjado.....	129
Tabla 8.21 Resumen de requerimiento de caudal	130
Tabla 9.1 Corriente nominal y de trabajo de las máquinas.	136
Tabla 9.2 Amperajes máquinas centrífuga.....	141
Tabla 9.3 Amperajes máquina de secado	143

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4.1.....	31
Ecuación 4.2.....	32
Ecuación 4.3.....	32
Ecuación 4.4.....	33
Ecuación 4.5.....	33
Ecuación 4.6.....	34
Ecuación 4.7.....	34
Ecuación 4.8.....	44
Ecuación 4.9.....	44
Ecuación 4.10.....	45
Ecuación 4.11.....	46

CAPÍTULO I

1 LOS JEANS Y LAS MÁQUINAS PARA EL PROCESO DE LAVADO

1.1 LOS JEANS

“Aparecieron en el siglo XV en Génova (Italia) en el tiempo en que ésta era república independiente y una potencia naval, los primeros jeans como los conocemos hoy se hicieron para la armada genovesa, porque necesitaban un pantalón de todo uso para sus marineros que pudiera llevarse tanto seco como mojado, y cuyas perneras se pudieran remangar fácilmente para no entorpecer las piernas al limpiar la cubierta ni para nadar, estos pantalones podían ser lavados arrastrándolos en grandes redes bajo el barco y el agua marina los dejaba blancos, poco después los genoveses se encargaron de teñir la tela con un característico color azul índigo procedente de la India.

Son un tipo de prenda hecha con un tejido de algodón o mezcla de algodón-poliéster bastante resistente, originalmente esta era una prenda de trabajo, pero a partir de la década de 1950 se empezó a imponer como prenda juvenil.

En Estados Unidos los pantalones jeans se desarrollaron alrededor de 1872; Levi Strauss era por entonces un comerciante que vivía en San Francisco, pensó en utilizar las lonas que se utilizaban en la fabricación de tiendas de campaña para hacer ropas de trabajo a los mineros, ropas que resistieran la vida a la intemperie y el peso en los bolsillos del mineral encontrado, eran todos del color marrón usado para las tiendas y sin bolsillos trasero; uno de los clientes de Levi Strauss, un sastre que le compraba rollos de tela llamado Jacob Davis, cansado de comprar tela para remendar los pantalones rotos, pensó en reforzarlos con remaches de cobre en algunos puntos de especial tensión, tales como los extremos de los bolsillos o la base de la bragueta, como Jacob no tenía dinero para patentar la idea, le propuso a Levi hacer negocios juntos, Levi aceptó y el 20 de Mayo de 1873 obtuvo la patente N°139,121 de la Oficina de patentes y marcas estadounidense, así nació el jean tal y como lo conocemos”¹

¹http://es.wikipedia.org/wiki/Pantal%C3%B3n_vaquero

1.1.2 COMPOSICIÓN

La tela para el jeans está compuesta principalmente de algodón en un porcentaje que varía del 75% al 100%, en el caso de mezclas las fibras con las que se compone el tejido son: poliéster y lycra.

1.1.2.1 FIBRAS DE ALGODÓN

Es una fibra de origen vegetal la fibra del algodón tiene la forma de una cinta plana, con bordes redondeados, retorcida sobre sí misma de 13 a 45 milímetros de longitud, su finura oscila de 20 a 40 micras, el diámetro disminuye de la base a la punta, en un corte en sección tiene el aspecto arriñonado.

1.1.2.2 POLIÉSTER

Es una fibra sintética formada por moléculas lineales de un éster, fruto de la condensación de dos compuestos salidos del petróleo, un ácido y un alcohol. Se presenta en forma de filamento continuo o de fibra discontinua en cuyo caso se mezcla con frecuencia con otras fibras (algodón, lana viscosa, etc.), tiene buena resistencia mecánica y estabilidad una vez termo fijada, no es higroscópica, en mezclas tiene tendencia al pilling, no transpira y desarrolla electricidad estática, presenta un tacto áspero su corte transversal es circular.

1.1.2.3 LYCRA

Es una fibra sintética muy conocida por su gran elasticidad, sus propiedades son el de dar elasticidad y mayor calidad que otros. El elastano, se utiliza conjuntamente con otras fibras para fabricar diversos tejidos que requieren elasticidad entre uno de estos tejidos está el jeans en este tejido lo encontramos en los hilos de trama sin ningún tipo de tintura, también se encuentra presente en ropa deportiva y en ropa de baño, ya que gracias a sus propiedades elásticas otorga libertad de movimientos para quien usa prendas fabricadas con tejidos que tiene como uno de sus componentes la lycra.

1.1.3 TEÑIDO DEL HILO CON ÍNDIGO

“Es un color que se sabe se utiliza desde hace 4000 años, el tinte es extraído del añil, el índigo sintético fue desarrollado por el alemán Adolf Bayer en 1878, este se producía con productos a base de alquitrán de carbono y otras fuentes de hidrocarburos, siendo este color mejor al natural por ser más limpio y de mejor fijación.

Es uno de los colorantes de origen natural más añejo. Se trata de “una tintura color verde, que al oxidarse se vuelve azul”, los hilos de trama se mantienen crudos y los de urdimbre van a ser teñidos. Al iniciar el proceso de tintura los hilos pasan por una batea que

contiene una solución caliente de soda cáustica y humectante que convierte al algodón crudo hidrófugo en hidrófilo. Selo lava en bateas de agua caliente y fría, quedando con una humedad del 70% luego del exprimido. Para el teñido, las fibras se sumergen en las bateas con el colorante disuelto, teniendo en cuenta que cuantas más sean las bateas, más intenso será el color. Al salir de este baño se produce el contacto con el aire y el colorante se oxida cambiando a color azul. Finalmente, una serie de columnas con tambores calientes evaporan el agua que contienen los hilos. Cabe aclarar que el hecho de que el índigo baje su color tiene que ver con el tamaño de sus moléculas, que lo hacen tener una mala solidez al frote. Sin embargo, cuenta con excelente solidez al lavado y a la luz.”²

1.1.4 TEJEDURÍA

Luego del teñido, el urdido se prepara con hilos dispuestos paralelamente formando un rollo que alimentarán la urdidora. En esta máquina se hace el encolado, que consiste en recubrir el hilo con un engrudo hecho de fécula de maíz, para aumentar su resistencia y soportar la fricción y tensión que ejerce el telar.

La tejeduría transforma los hilos en tela. Este proceso se lo conoce como tejeduría plana. Se denomina así al tejido compuesto por dos grupos de hilos distintos, urdimbre y trama, con un ángulo de 90° entre sí. Urdimbre es el hilo que corre a lo largo de la tela y trama es el hilo que corre a lo ancho. El telar permite el entrelazado de los hilos al sostener entre dos soportes separados los hilos de la urdimbre, elevando parte de los mismos alternadamente y formando así la calada por donde se inserta la trama.

La armadura o ligamento es la forma en que se cruzan los hilos de urdimbre y trama. La trama son los hilos horizontales los cuales no están teñidos, y la urdimbre son los hilos que si están teñidos con índigo.

² Escuela de capacitación en lavanderías “manual de procesos de lavado”

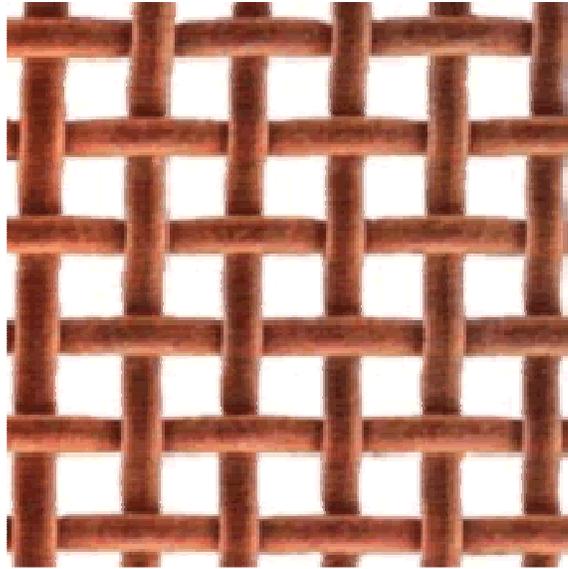


Figura 1.1 Tejido plano

Fuente: <http://tejidoplano2009.blogspot.com/>

Los Tejidos más comunes son tafetán, sarga y satén, Por lo general, una construcción de sarga, la cual se caracteriza por el efecto visual de una diagonal. El hilo de urdimbre pasa por encima de por lo menos dos hilos de trama y por lómenos debajo de uno dos hilos de trama y por debajo de por lo menos uno; el hilo siguiente y todos los demás tienen la misma evolución, siempre con un desfasaje de un hilo.

Al salir del telar, y antes de la confección, se le aplican al tejido diferentes procesos de acabado textil, entre las principales tenemos los siguientes

- Gaseado: es el proceso en que la tela circula por medio de rodillos, expuesta en algún punto a la llama con el fin de quemar las fibras sueltas y cortas.
- Sanforizado: es un proceso de encogimiento producido por compresión en el que la tela encoje de manera controlada, quedando estable para futuros tratamientos en húmedo.

1.1.5 PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL JEAN

Los procesos de producción se inician a partir de los rollos de tela, hasta culminar con la prenda confeccionada, considerándose como básico los que a continuación se detallan, pudiendo tener variantes en función del diseño del producto final.

1.1.5.1 DISEÑO

Es la creatividad, como acto de creación o innovación si el objeto no existe, o es una modificación de lo existente inspiración abstracción, síntesis, ordenación y transformación, dentro de las confecciones es la más compleja, se necesita de mucha habilidad e imaginación del diseñador y depende del cliente como lo requiere. A nivel de pequeña industria se adopta diseños internacionales, existiendo poca creatividad dentro de la empresa y hablando en términos técnicos no existe en si una verdadera creación de diseños, sino una copia de diseños disponibles en figurines, revistas, prendas y que con su experiencia en normas básicas de corte y confección las han traducido a moldes.

1.1.5.2 PREPARACIÓN Y CORTE DE LA TELA

Este proceso consiste en colocar los pliegos de tela una encima de otra en dirección de la urdimbre, con el fin de tizarla o colocar el pliego del diseño impreso en el ploter, para luego cortarlas al tamaño y diseño requerido, para este fin se utiliza diferentes tipos de máquinas que emplean cuchillas especiales de acuerdo al corte a realizar, esta operación es decisiva, pues una vez realizada es prácticamente imposible corregir errores que se pudieran haber cometido.

1.1.5.2.1 MÁQUINAS CORTADORAS DE TELA

Son máquinas para realizar cortes rectos, con curvas graduales o angulares de acuerdo al diseño. El proceso de cortado se realiza mediante un motor eléctrico, que se le ha acoplado un disco giratorio o una cuchilla muy afiladas.



Figura 1.2 Cortadoras de tela

Fuente: el autor

1.1.5.3 CONFECCIÓN DEL JEANS

La tela cortada es llevada a la sala de confección en donde se procede a unir las diferentes partes de acuerdo al siguiente flujo grama de procesos.

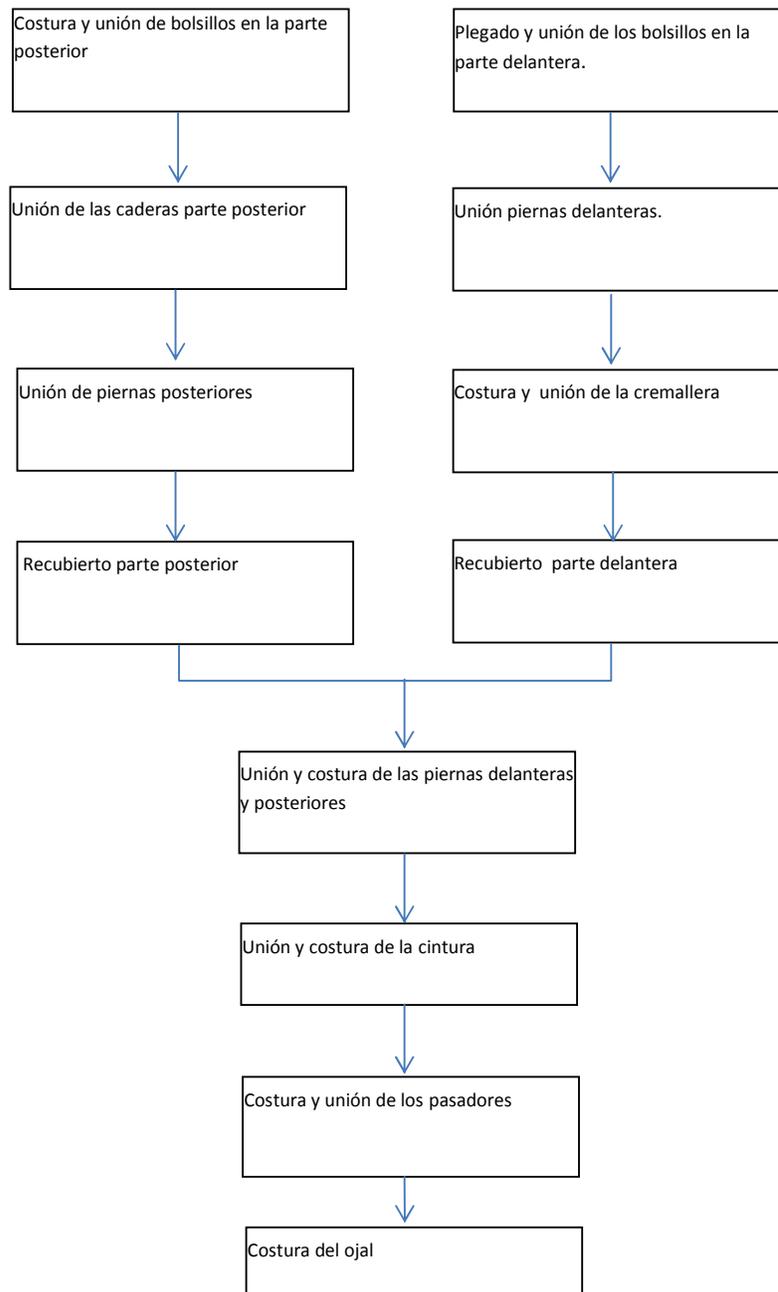


Figura 1.3 Flujo grama de procesos para un jean

Fuente: El autor

1.1.5.3.1 SISTEMA DE CONFECCIÓN MODULAR

La confección modular es un sistema técnico especializado en una fase de producción en la cual el equipo de estaciones del trabajo es combinado para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuos. Formado por grupos de personas, los procesos y las máquinas para producir un conjunto de partes, que típicamente constituyen un componente o subcomponente completo.

La distribución de la maquinaria o de puestos de trabajo para un sistema de producción modular tiene como objetivo reducir el desplazamiento del operario según el módulo al que pertenecen.

1.1.5.3.2 MÉTODOS DE CONFECCIÓN

Es un medio mediante el cual se crean y seleccionan las mejores opciones en cuanto a: procesos, herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto. Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge una relación máquina-trabajador eficiente.

1.1.5.3.3 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA CONFECCIÓN

Los tiempos de fabricación permiten conocer el rendimiento hombre instalaciones. El análisis detallado de estos puntos y sus consecuencias, lleva consigo el estudio estadístico, que permiten determinar los tiempos requeridos para las distintas operaciones de un proceso de fabricación, con la finalidad de establecer el tiempo mínimo requerido para cada proceso de confección.

En la confección la habilidad para realizar un proceso productivo se le denomina movimientos, los mismos que pueden ser mejorados mediante la eliminación de movimientos innecesarios.

1.1.5.3.4 MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADA EN LA CONFECCIÓN

Para realizar la confección de jeans se utilizan diferentes tipos de máquinas de confección entre las principales se puede mencionar las siguientes: recta, remalladora, recubridora, bastadora, atracadora, ojaladora, cerradora, etc.

1.2 MÁQUINAS PARA EL PROCESO DE LAVADO

Son un grupo de máquinas que tienen como función realizar las modificaciones de la prenda confeccionada jeans, desde el proceso de lavado concluyendo con un proceso de secado para su posterior entrega al cliente.

1.2.1 MÁQUINAS DE LAVADO

Es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita, realizar un trabajo con un fin determinado. Las máquinas de lavado tienen como función intervenir en los diferentes procesos de modificación del jeans. Estas máquinas están estructuradas por un cilindro en una base fija y uno móvil perforado, con dos ejes concéntricos con base en el cilindro fijo. Al cilindro móvil se le ha añadido aletas en su longitud para el arrastre de las prendas, los dos cilindros tanto el fijo como el móvil tienen una o dos compuertas según el diseño, en la superficie lateral para el ingreso y salida de las prendas.



Figura 1.4 Máquina de Lavado

Fuente: El autor

1.2.2 MÁQUINAS DE FROSTEADO

Es un cilindro formado por malla metálica provista de aletas en el interior de su longitud, empotradas en bases fijas, con ejes concéntricos que le permiten tener movimiento de rotación, esta máquina realiza un proceso de desgaste de la prenda confeccionada en seco.



Figura 1.5 Máquina de Frosteado

Fuente: El autor

1.2.3 MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO

Formada por dos cilindros concéntricos, el cilindro exterior fijo y el cilindro interior perforado, acoplado a un sistema de poleas con un motor para permitir el movimiento. Estas máquinas tienen como finalidad exprimir el agua de los pantalones por intermedio de la fuerza centrífuga, que tiene como objetivo hacer que los pantalones se adhieran a las paredes de la canastilla deshidratándolos para que puedan secarse en menor tiempo.



Figura 1.6 Máquina de centrifugado

Fuente: <http://cucuta.olx.com.co/venta-de-tintoreria-y-lavanderia-industrial-de-jeans-iid-199831503>

1.2.4 MÁQUINA DE SECADO

Luego de que el pantalón sale húmedo de la centrífuga se procede al secado en una máquina con una canastilla giratoria, un ventilador accionado por uno o dos motores eléctricos dependiendo del diseño. El proceso de secado se realiza con vapor saturado que circula en un radiador, para la transferencia del calor se utiliza un ventilador, que hace que el aire caliente circule por las prendas mediante una convección forzada realizándose el secado. Este proceso se lo realiza por un lapso promedio de 45 minutos aproximadamente dependiendo de la cantidad de prendas en el interior de la máquina.



Figura 1.7 Máquina de Secado

Fuente: <http://cucuta.olx.com.co/venta-de-tintoreria-y-lavanderia-industrial-de-jeans-iid-19983150>

CAPÍTULO II

2 ACCESORIOS DE LAS MÁQUINAS Y PROCESOS EN EL LAVADO DE JEANS

2.1 ACCESORIOS

Los accesorios de una maquinaria son elementos adicionales que contribuyen con el desempeño de las actividades permitiendo regular, controlar o mejorar el proceso de trabajo. Estos elementos se ubican en puntos específicos de la máquina para dar el uso respectivo cuando se crea conveniente o el sistema de control automático ejecute una acción en función de los parámetros previamente especificados. Los accesorios más utilizados en este tipo de máquinas son:

2.1.1 TERMÓMETROS INDUSTRIALES

Para medir la temperatura de un cuerpo, objeto o del ambiente, se utilizan los termómetros. Es muy indispensable utilizarlo en todas las máquinas que intervienen en los procesos de lavado debido a que la temperatura es un factor variable en la mayoría de procesos. Los termómetros más utilizados en la industria son los tipos resistivos, cuyo principio de funcionamiento se basa en el cambio de la resistencia de un elemento conductos con la temperatura. Estos termómetros son de dos tipos: de resistencia eléctrica y semiconductor.

El termómetro de resistencia eléctrica se denomina RTD; utiliza como elemento resistivo el platino y el más común es el Pt100, esta nomenclatura nos indica que es a 0°C se tiene una resistencia de 100 Ω . Para su funcionamiento se debe suministrar una corriente de excitación de 0,1 a 0,2 mA. Los terminales son conectados a transductores de señal analógica para ser procesada la información y la visualización de la temperatura en tiempo real. Por su aplicación es el más utilizado en los sistemas de control de la industria.



Figura 2.1 TermómetroPt100

Fuente: http://www.wika.es/upload/DS_TE6003_GB_6992.pdf

Otro tipo de termómetro utilizado son los termopares o más comúnmente denominados termocuplas, siendo su principio de funcionamiento el efecto termoeléctrico, es decir, cuando dos metales diferentes están unidos en uno de los extremos que al presentarse una variación en la temperatura se genera un voltaje. Según la combinación de los metales que forman la termocupla pueden ser: B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, U.



Tipo	Materiales		Rangos	
	Conductor +	Conductor -	Temp. °C	Tensión
B	Platino + 30% Rodio	Platino + 6% Rodio	600 a 1820	1,792 a 13,82 mV
C	Tungsteno + 5% Rhenio	Tungsteno + 26% Rhenio	0 a 2316	0 a 37,079 mV
E	Niquel-Cromo (Chromel)	Cobre-Niquel (Constantán)	-250 a 1000	-9,719 a 76,37 mV
J	Hierro	Cobre-Niquel (Constantán)	-210 a 1200	-8,096 a 69,555 mV
K	Niquel-Cromo (Chromel)	Niquel Aluminio	-200 a 1372	-5,891 a 54,886 mV
L	Hierro	Cobre-Niquel (Constantán)	-200 a 900	-8,166 a 53,147 mV
N	Niquel-Cromo-Silicio (Nicrosil)	Niquel-Silicio-Magnesio (Nisil)	-200 a 1300	-3,990 a 47,514 mV
R	Platino + 13% Rodio	Platino	-20 a 1767	-0,101 a 21,089 mV
S	Platino + 10% Rodio	Platino	-20 a 1767	-0,103 a 18,682 mV
T	Cobre	Cobre-Niquel (Constantán)	-250 a 400	-6,181 a 20,873 mV
U	Cobre	Cobre-Niquel	-200 a 600	-5,693 a 34,320 mV

Figura 2.2 Tipos de termómetros bimetalicos

Fuente: <http://www.unet.edu.ve/~ielectro/Sensores%20de%20Temperatura.htm>

Actualmente se han desarrollado los termómetros combinado bimetalico con salida eléctrica, con Pt100. Con el termómetro bimetalico tenemos la medición directa en sitio, mientras que con la resistencia Pt100 se emite la señal eléctrica para el proceso de control



Figura 2.3 Tipos de termómetros bimetálicos

Fuente: http://www.wika.es/upload/DS_TV2501_GB_12003.pdf

2.1.1.1 PIRÓMETROS

El pirómetro de radiación se emplea para medir temperaturas muy elevadas. Se basa en el calor o la radiación visible emitida por objetos calientes, y mide el calor de la radiación mediante un par térmico o la luminosidad de la radiación visible, comparada con un filamento de tungsteno incandescente conectado a un circuito eléctrico. El pirómetro es el único termómetro que puede medir temperaturas superiores a 1477 °C.



Figura 2.4 Pirómetros

Fuente: http://www.tme.eu/html/ES/pirometros-fluke-serie-60/ramka_3010_ES_pelny.html

2.1.2 MOTORREDUCTORES

Los motorreductores consisten en un motor eléctrico acoplado a una caja reductora tipo engranes. Se utilizan para el accionamiento de toda clase de máquinas de uso industrial que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Al emplear reductores o motorreductores se obtiene una serie de beneficios sobre otras formas de reducción, por las siguientes razones:

- Una regularidad tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los motorreductores se suministran normalmente acoplando a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.³



Figura 2.5 Motorreductor acoplado a un motor

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free/motovario-smartbox-geared-motors-and-gearboxes-124452547.html>

2.1.3 SISTEMA DE POLEAS PARA REDUCIR LA VELOCIDAD

Para reducir la velocidad por medio de poleas, la condición es que el diámetro de la polea conducida debe ser mayor que la polea conductora o también denominada motriz.

³ http://www.tme.eu/html/ES/pirometros-fluke-serie-60/ramka_3010_ES_pelny.html

POLEA MOTRIZ

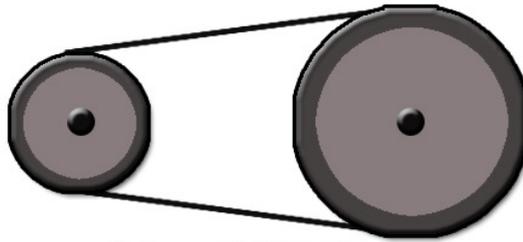


Figura 2.6 Sistema de reducción de velocidad por poleas

Fuente: <http://minelcavzla.blogspot.com/2012/06/sistemas-de-transmision-de-poleas-por.html>

2.1.3.1 DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD POR POLEAS

- Los elementos para la reducción de velocidad ocupan un gran espacio.
- No son accesibles para reducir grandes velocidades.
- Presentan inconvenientes para realizar mantenimiento.
- Mayor desgaste de los elementos, bandas y poleas

2.1.3.2 VENTAJAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD POR POLEAS

- Los accesorios del sistema resultan económicos.
- Las reparaciones y mantenimientos no requieren de personal especializado

2.1.4 VENTILADORES INDUSTRIALES

Son máquinas rotativas que transmite energía al fluido que circula por ella, bajo la forma de aumento de presión, logrando con esto renovar el aire saturado y contribuir con una reducción de los tiempos de secado.

2.1.4.1 VENTILADORES AXIALES

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma. En líneas generales son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones. Con velocidades periféricas medianamente altas son en general ruidosas. Suelen sub-clasificarse, por la forma de su envolvente, de la siguiente manera⁴

⁴ http://www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient_Andina/Medias/PDFS/697_20090612191056



Figura 2.7 Ventilador de flujo axial

Fuente: http://2870.be.all.biz/es/goods_ventiladores-industriales_16466

2.2 PROCESO DEL LAVADO DEL JEANS

Se entiende por proceso a todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso

Los procesos de lavado de jeans tienen como finalidad modificar la prenda confeccionada en una serie de procesos de acabados textiles, para lograr el producto terminado que el cliente necesita.

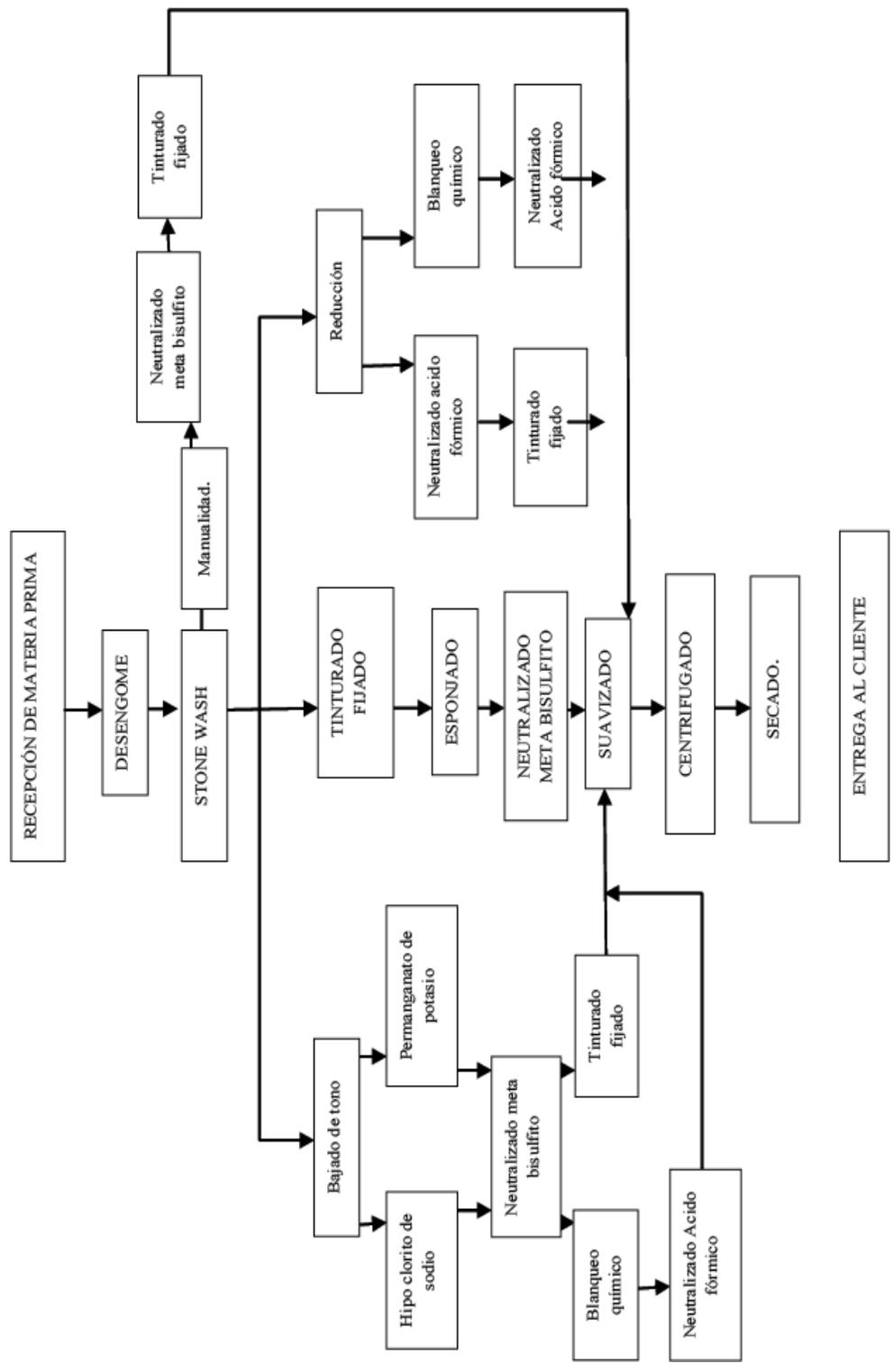


Figura 2.8 Flujograma de procesos para el lavado de jeans

Fuente: El autor

2.2.1 DESENGOMADO

La tela para la confección de los jeans es elaborada en máquinas llamadas telares planos, las mismas que trabajan a altas velocidades por lo que se requiere hilos muy resistentes y que disminuya la energía estática. Por esta razón estos hilos tienen un proceso llamado aprestado o engomado que se realiza con almidón, PVA o CMC dándole al hilo las características necesarias para ser tejido. Posterior a la tejeduría es necesario retirar esta goma del tejido por lo que es importante realizar el desengomado de la prenda confeccionada que es un proceso en el cual en condiciones adecuadas y con la utilización de productos químicos como la alfaamilaza, deslizante, detergente se debe tener especial cuidado con el uso de productos y temperatura para evitar daños irreparables como quiebres y arrugas.

2.2.2 STONE WASH. (LAVADO CON PIEDRA)

Tiene como finalidad realizar un desgaste de carácter mecánico – biológico el primero se realiza por la acción de la piedra pómez y las inversiones de giro de la máquina que dan como resultado una abrasión en las prendas y el biológico lo realizan las enzimas que son bacterias vivas que en condiciones adecuadas de pH y temperatura se alimentan de algodón produciendo un desgaste llamado pique y la marcación de las costuras de las prendas que es la característica principal del jeans.

2.2.3 FROSTEADO

Este proceso se realiza cuando se requiere un acabado en el que se resalte el colorante con intensidad en algunos puntos del jeans mientras que en otros sea notoriamente bajo.

En este proceso ayuda la irregularidad de las aristas de la piedra pómez humedecida con permanganato de potasio o hipoclorito de sodio, y sometidos a la acción mecánica de rotación e inversión en el interior de un cilindro perforado.

2.2.4 NEUTRALIZADO CON META BISULFITO

El neutralizado con meta bisulfito de sodio es un proceso químico de reducción por medio del cual se neutraliza la reacción que produjo los productos oxidantes ya sea el hipoclorito de sodio o el permanganato de potasio.

2.2.5 MODIFICACIÓN DEL COLOR

Son procesos que tienen como función cambiar el aspecto visual de las prendas por medio del uso de productos químicos como son: colorantes, oxidantes, agentes reductores entre otros con la finalidad de modificar el color de acuerdo al gusto del cliente.

2.2.5.1 MATIZADO

El matizado de los jeans en el cual los porcentajes de colorante varían de acuerdo a: tipo de colorante, decoloración, proceso anterior, posterior y las características requeridas en el jeans.

El fijado es el proceso químico en el que se mejora la solides del colorante por lo que bien realizado garantiza la calidad de la tintura.

2.2.5.2 BAJADO DE TONO

Este proceso consiste en un aclarado del jean con el uso de productos oxidantes que por lo general se lo realiza con hipoclorito de sodio o permanganato de potasio que luego de tener la decoloración deseada debe ser reducido con meta bisulfito de sodio para neutralizar la solución, aunque también existe la decoloración ecológica que se realiza con peróxido de hidrogeno e hidróxido de sodio o con destroza e hidróxido de sodio.

2.2.5.3 BLANQUEO QUÍMICO

El blanqueo de fibras naturales, tales como fibras de algodón se lleva a cabo en una solución alcalina, con peróxido de hidrogeno o hipoclorito de sodio, el tratamiento con oxígeno gaseoso puede aplicarse en procesos continuos o discontinuos. El gas puede disolverse en el líquido de tratamiento y el líquido ponerse en contacto con las fibras, o introducirse en un recipiente de tratamiento y dejarse difundir a través de una capa de líquido que rodea las fibras hasta los sitios de reacción.

2.2.5.4 MANUALIDADES

Las manualidades son procesos realizados con la habilidad de las manos entre los más importantes tenemos; lijado, rotos, desgaste químico focalizado entre otros. Los mismos queda a la prenda una característica generalmente de desgaste, ruptura, adición de volumen, etc. con la finalidad de entregar un acabado diferente y único.

- **PLASTIFLECHADO:** Proceso que consiste en colocar plastiflechas en diferentes sitios de las prendas confeccionadas, que se mantiene durante todo el proceso de lavado con la finalidad de obtener diferentes contraste en esa área.
- **ARRUGADO CON RESINAS:** Es el proceso que se aplican en la prenda confeccionada antes de ingresar al proceso de lavado, utilizando resinas para que se produzca el arrugado con la ayuda de una termo fijación en una plancha de resistencias eléctricas.

- LIJADO Y SAND BLASTING: Es un proceso de desgaste físico efectuado en la prenda confeccionada antes de ingresar a las máquinas de lavado este proceso se lo realiza colocando el pantalón en una máquina de esponjado y aplicando el desgaste con una lija, posterior al lijado se puede realzar el desgaste con la aplicación de permanganato de potasio.
- AMARRADO: Es un proceso en el que las prendas confeccionadas son amarradas, con la finalidad de obtener contrastes regulares o irregulares, dependiendo de la forma como se proceda al amarre.
- ESPONJADO: Es un proceso de desgaste químico, que se realiza oxidando el color generalmente con permanganato de potasio, aplicado en las máquinas de esponjado, mediante la fricción del producto sobre la prenda con un paño de lana, para dar efectos de decolorado o desgaste.
- SAND BLASTING: Proceso de desgaste químico en el cual la aplicación permanganato de potasio se lo realiza con un aerógrafo sobre una prenda posterior al proceso de ston.



Figura 2.9 Representación de los procesos de manualidades

Fuente: <http://www.ecouterre.com/versace-bans-killer-sandblasted-jeans-after-activists-push-for-change/>

CAPÍTULO III

3. FUNDAMENTOS Y RIESGOS MECÁNICOS

3.1 FUNDAMENTOS MECÁNICOS

Son conceptos básicos dentro de la mecánica que debemos tomar en cuenta, para la selección de varios parámetros referidas a la construcción, ensamble y mantenimiento de una máquina, en la industria en general.

3.1.1 MECÁNICA INDUSTRIAL BÁSICA

Para proyectar el montaje de maquinaria, es necesario tener presente los principales criterios de diseño de máquinas con el fin de que cumpla con la funcionalidad prevista.

Cuando nos referimos al diseño mecánico, los conocimientos que se aplican son: dibujo mecánico, propiedades de los materiales, resistencia de materiales, máquinas y herramientas, mecanismos, lubricación, normalización, entre otras; que dependiendo de la complejidad se convierte en un trabajo multidisciplinario.

De esta manera, la mecánica industrial hace uso de los principales criterios del diseño mecánico y los ejecuta en la práctica.

3.1.2 TOLERANCIAS Y AJUSTES

Para determinar si una pieza cumple con las dimensiones establecidas en ciertos rangos para su adecuada funcionabilidad, caso contrario, nos indica que requiere un cambio de la misma. Para su interpretación hacemos uso de los términos tolerancia y ajuste.

El término tolerancia indica la desviación permisible, en más o en menos, de una dimensión respecto del tamaño básico especificado en el plano, lo que permitirá ubicarle correctamente y tener un movimiento relativo adecuado.⁵

El término ajuste indica las holguras respectivas entre las piezas acopladas de un mecanismo para ser ensamblados. Se dice que es un *ajuste de rodamiento o deslizante* cuando el movimiento relativo es con facilidad durante el funcionamiento normal. Un ajuste es de interferencia para asegurar que no exista movimiento relativo entre las piezas acopladas.

⁵ Robert L. Mott "Diseño de elementos de máquinas" 4ta Edición.

3.1.3 MONTAJE DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Para el correcto funcionamiento de un sistema mecánico se deben considerar las siguientes normas básicas para el montaje:

- Interpretar la información técnica de los equipos y recomendaciones del fabricante.
- Utilizar las herramientas y equipos requeridos, durante la manipulación para ser colocados en su posición definitiva. Para el caso de los elementos de sujeción, pernos, utilizar el apriete según la calidad del mismo.
- Utilizar las herramientas de medición para comprobar las tolerancias y ajustes.
- Comprobar que la nivelación, alineación y vibraciones del conjunto se encuentren en valores admisibles
- Utilizar lubricantes tipo aceite o grasa en los lugares especificados por el fabricante. En los casos de requerir lubricante como un sistema de refrigeración se debe comprobar que se encuentre en los niveles especificados.

3.2 RIESGOS MECÁNICOS

Los riesgos mecánicos se definen como los riesgos provocados por agentes mecánicos, esto es, los ambientes de trabajo, máquinas, herramientas y demás objetos presentes durante el trabajo, que pueden dañar la salud física u orgánica del trabajador.⁶

3.2.1 TIPOS DE RIESGOS MECÁNICOS

- Peligro de cizallamiento: este riesgo se encuentra localizado en los puntos donde se mueven los filos de dos objetos lo suficientemente juntos el uno de otro, como para cortar material relativamente blando. Muchos de estos puntos no pueden ser protegidos, por lo que hay que estar especialmente atentos cuando esté en funcionamiento porque en muchas ocasiones el movimiento de estos objetos no es visible debido a la gran velocidad del mismo. La lesión resultante, suele ser la amputación de algún miembro.
- Peligro de atrapamientos o de arrastres: Es debido por zonas formadas por dos objetos que se mueven juntos, de los cuales al menos uno, rota como es el caso de los cilindros de alimentación , engranajes, correas de transmisión, etc. Las partes del cuerpo que más riesgo corren de ser atrapadas son las manos y el cabello, también es una causa de los atrapamientos y de los arrastres la ropa de trabajo utilizada, por eso para evitarlo se deben usar ropa ajustada para evitar que sea enganchada y proteger las áreas próximas a elementos rotativos y se debe llevar el pelo recogido.

⁶José. M. Cortés "técnicas de prevención de riesgos laborales" 9^{na} Edición.

- Peligro de aplastamiento: Las zonas de peligro de aplastamiento se presentan principalmente cuando dos objetos se mueven uno sobre otro, o cuando uno se mueve y el otro está estático. Este riesgo afecta principalmente a las personas que ayudan en las operaciones de enganche, quedando atrapadas entre la máquina y el apero o pared. También suelen resultar lesionados los dedos y manos.
- De sólidos: Muchas máquinas en funcionamiento normal expulsan partículas, pero entre estos materiales se pueden introducir objetos extraños como piedras, ramas y otros, que son lanzados a gran velocidad y que podrían golpear a los operarios. Este riesgo puede reducirse o evitarse con el uso de protectores o deflectores
- De líquidos: Las máquinas también pueden proyectar líquidos como los contenidos en los diferentes sistemas hidráulicos, que son capaces de producir quemaduras y alcanzar los ojos. Para evitar esto, los sistemas hidráulicos deben tener un adecuado mantenimiento preventivo que contemple, entre otras cosas, la revisión del estado de conducciones para detectar la posible existencia de poros en las mismas. Son muy comunes las proyecciones de fluido a presión⁷.

3.2.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS

Son las consideraciones que se deben implementar durante el proceso de diseño y construcción de una máquina, de tal forma que las personas no estén expuestas a sus peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se realice según las recomendaciones del fabricante. A esta acción del diseño y construcción se debe sumar las acciones preventivas del usuario.

3.2.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DURANTE EL DISEÑO

Las medidas de protección a ser consideradas en la fase de diseño, así como también, para limitar la exposición de los operarios o personas a las zonas peligrosas tenemos:

3.2.3.1 RESGUARDOS

Un resguardo es un elemento de una máquina que sirve como barrera para evitar el contacto entre el operario y la zona peligrosa de la máquina. Pueden ser de varios tipos:

- Fijo: Se mantienen en su posición de forma permanente como parte de la máquina, o bien, por medio de elementos de fijación. Se debe considerar en el diseño, el acceso para las acciones de mantenimiento para lubricación y limpieza. Según el riesgo pueden ser envolventes o de tipo distanciados.

⁷http://www.uc3m.es/portal/page/portal/laboratorios/prevencion_riesgos_laborales/manual/riesgos_mecanicos

- Móvil: Resguardo articulado o guiado que es posible abrir sin herramientas.

A Estos resguardos se los puede implementar una serie de sensores con la finalidad de que la máquina no funcione si no se encuentra en la posición establecida.

Para minimizar el riesgo, también se colocan sensores redundantes en las zonas de peligro como sensores de proximidad en partes específicas de la máquina.

3.2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Con la finalidad de evitar la paralización de los procesos productivos, es necesario conocer los tipos de mantenimiento que se aplicarán a cada uno de los equipos, así tenemos:

Mantenimiento correctivo: Este tipo de mantenimiento se aplica cuando la falla se ha presentado en la máquina. Es una actitud pasiva ante la evolución de la falla, por eso su denominación como mantenimiento a la rotura. Es necesario realizar un análisis de la falla para prevenir una falla similar en corto tiempo

- **Mantenimiento preventivo:** Consiste en hacer un seguimiento a las condiciones de funcionalidad de la máquina e ir sustituyendo las piezas importantes a determinados intervalos de tiempo. Este tipo de mantenimiento se planifica con la finalidad de disponer de los elementos necesarios de reemplazo.
- **Mantenimiento Predictivo:** A diferencia de los otros mantenimientos, lo que se realiza es varias mediciones de los parámetros técnicos de funcionamiento de la máquina a intervalos de tiempo determinado. Estas mediciones pueden ser: alineamiento, vibraciones, temperatura, voltajes y corrientes, análisis de aceite lubricante, termografía. Dependiendo de la evolución de la falla se procede a planificar el mantenimiento.

CAPÍTULO IV

4 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS HÍDRICO, VAPOR Y AIRE COMPRIMIDO

4.1 SISTEMA HÍDRICO

El agua en la industria textil es un elemento indispensable para los procesos de tintorería, acabados y lavado, los mismos que son utilizados con la finalidad de modificar el color, la forma y darles características especiales que requieran los géneros textiles.

La compañía "LASANTEX" utiliza el agua proveniente del canal de regadío para los procesos industriales. Para garantizar la disponibilidad de agua, esta se almacenada en un tanque tipo cisterna, esta agua es succionada utilizando una bomba centrífuga que alimenta a un tanque hidroneumático y a las máquinas en los diferentes proceso. Para las instalaciones hidrosanitarias se utiliza el agua de la red pública.

4.1.1 CONSUMO DE AGUA EN LAS MÁQUINAS DE LAVADO

En las lavanderías de jeans el uso del agua se realiza en las máquinas de lavado, que dependiendo del procesos se aplica una relación de baño, según se indica en la tabla 4.1

Proceso	Relación de baño	Proceso	Relación de baño
Desengome	1:6	Tinturado	1:6
Stone	1:4	Fijado	1:4
Bajado tono	1:6	Enjuagues	1:5
Neutralizado	1:4	blanqueo	1:5
Reducción	1:3	suavizado	1:3
Oxidado	1:4	siliconado	1:3

Tabla 4.1 Relación de baño en los procesos

Fuente: El autor

4.1.2 CONSUMO DE AGUA EN LA GENERACIÓN DE VAPOR

El agua de alimentación en todo sistema de generación de vapor está constituida por el vapor condensado o por el agua tratada, o bien, por una mezcla de ambos. Para el almacenamiento del agua que se alimenta al caldero se utiliza un tanque denominado tanque de condensado, de donde es impulsada por una bomba según los requerimientos de consumo de agua del caldero.

La temperatura mínima recomendada para el agua de alimentación a la caldera es de 70 grados centígrados.

Potencia Caldera CC	Rapidez de evaporac. GPM	Factor de encendido	Capacidad bomba GPM	Capacid. del tanque galones	Tamaño tanque pig
10	0,70	2	2	30	16x42
15	1,00	2	3	30	16x42
20	1,40	2	3	30	16x42
25	1,70.	2	4	30	16x42
30	2,10	2	4	30	16x42
40	2,80	2	6	30	16x42
50	3,50	2	7	60	22x43
60	4,10	2	8	60	22x43
70	4,80	2	10	60	22x43

Tabla 4.2 Características del sistema de agua de alimentación

Fuente: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4502/1/7022.pdf>

4.1.3 EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO

En la instalación del sistema hídrico de la compañía LASANTEX, se utilizaron los siguientes equipos y accesorios:

4.1.3.1 BOMBA CENTRÍFUGA

Esta bomba es utilizada para succionar el agua almacenada en la cisterna, que a la vez puede alimentar a un tanque hidroneumático o de manera directa a las máquinas del proceso. Esta bomba es del tipo centrífuga y alto caudal.

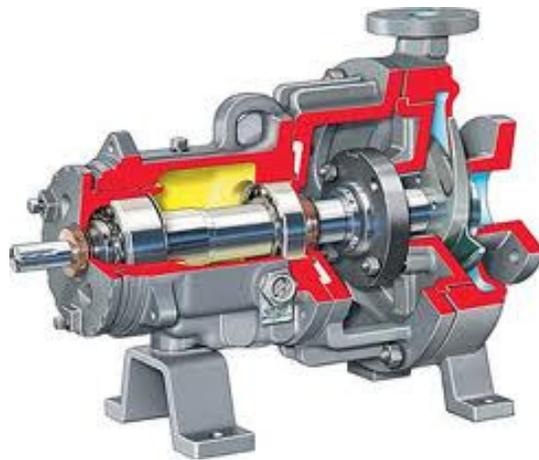


Figura 4.1 Bomba centrífuga de tipo horizontal

Fuente: <http://bombascentrifugas.info-tecnica.org/>

4.1.3.2 VÁLVULAS

Las válvulas son accesorios que se conectan a la tubería de distribución, y que sirven para: controlar el sentido del flujo, reducir la presión, controlar caudal, etc.

4.1.3.2.1 VÁLVULAS DE BOLA

Esta válvula está constituida por una parte móvil tipo esfera instalada en la zona interna, la cual tiene una perforación tipo agujero para que pase el fluido cuando se encuentra alineado con la tubería. La apertura o cierre se consigue girando $\frac{1}{4}$ de vuelta la palanca, con lo que obtenemos un giro de 90° de la esfera.

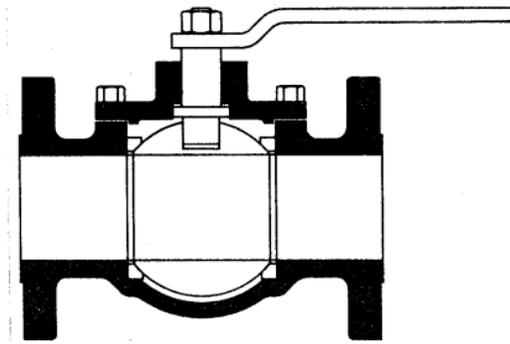


Figura 4.2 Válvula de bola

Fuente: http://www.saidi.es/PDF/Corporate/SAIDI_PRODUCTS_CATALOGUE/SAIDI_Iso_Valvulas_de_Bola.pdf

4.1.3.2 VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Este tipo de válvula se utiliza para garantizar que el flujo sea en un solo sentido. Su principio de funcionamiento es el de levantar una compuerta por efecto de la presión del fluido en el sentido de flujo, cuando se invierte el sentido de flujo dicha compuerta cierra el paso del fluido.

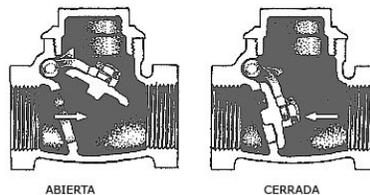


Figura 4.3 Válvula de retención.

Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica31.htm

4.1.3.2.3 VÁLVULAS DE PIE

Su funcionamiento se asemeja a una válvula de retención, se utilizan al inicio de la tubería de succión de una bomba, su función es la evitar que la tubería de succión se quede sin agua, garantizando así la presión del agua en el proceso de succión de la bomba.



Figura 4.4 Válvula de pie

Fuente: <http://www.sistemasdebombeo.com/productos/accesorios/valvulas-de-pie.html>

4.1.3.3 ACCESORIOS ESPECIALES

Son el tipo de accesorios que se utilizan para las siguientes funciones: unión de dos piezas de tubo, cambiar la dirección de la tubería, variación en el diámetro de la línea de conducción, realizar derivaciones, conexiones con válvulas y otros equipos, taponar un tramo final de tubería, etc.

Los accesorios más utilizados son: cople, tapón, niples, tuerca de unión, juntas, carretes, tés, cruces, codos y reducciones, entre otros.



Figura 4.5 Accesorios para el acople y distribución de un sistema hidráulico

Fuente: <http://www.brassturnedparts.es/spanish/accesorios-de-tuberia-laton/accesorios-de-tuberia-laton.html>

4.1.3.4 TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Es un tanque que trabaja a presión, el cual consta de dos cámaras separadas por una membrana, en la cámara inferior está el agua y en la cámara superior tenemos aire a una presión determinada, siendo esta cámara la que cumple la función de variar la presión en la cámara del agua por la propiedad de expansión y compresibilidad de un gas.

Este tanque cumple con las siguientes funciones.

- Suministrar agua en un intervalo deseado de presión a la red de la planta.
- Reducir el número de ciclos de arranque de la bomba.
- Evitar en la tubería la formación del fenómeno denominado golpe de ariete.

4.1.3.5 CISTERNA

Es un depósito subterráneo de concreto que se utiliza para recoger y almacenar el agua proveniente del canal de regadío. Tiene un volumen de almacenamiento de con una capacidad de almacenamiento suficiente para una semana continua de trabajo en los procesos textiles, garantizando así la continuidad de los procesos en caso extremo.

4.1.3.6 PRESOSTATO

Mide la presión del interior de la cámara de agua en el tanque hidroneumático. Dispone de dos puntos de regulación, el de máxima y mínima presión de funcionamiento. Cuando se encuentra en el punto de mínima presión cierra el circuito eléctrico para el funcionamiento de la bomba y abre el circuito eléctrico cuando llega al punto de máxima presión.



Figura 4.6 Presostato

Fuente: El autor

4.1.4 COMO DETERMINAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA HIDRÁULICA

Para determinar el diámetro de la tubería, como primer paso es el determinar el caudal de diseño, el mismo que consiste en calcular el volumen de agua en una unidad de tiempo de cada una de las máquinas, simulando que funcionarían simultáneamente.

La ecuación correspondiente para el caudal es:

$$Q = v A \left[\frac{m^3}{seg} \right] \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$v = \text{velocidad del fluido en el interior de la tubería} \left[\frac{m}{h} \right]$

$A = \text{área interior de la sección transversal de la tubería} [m^2]$

$$Q = \text{caudal} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Como recomendaciones para la selección del diámetro interior de la tubería, se debe considerar la velocidad máxima, según se indica en la tabla 4.3.

Tipo de tubería	Velocidad máxima (m/s)
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 60 cm de diámetro o mayores	3.5
Asbesto-cemento	5.0
Fierro galvanizado	5.0
Acero	5.0
PVC	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0

Fuente: CNA 1992

Tabla 4.3: Velocidad máxima del fluido en tuberías

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/deschamps_g_e/capitulo3.pdf

Con el caudal conocido, procedemos a seleccionar diversos diámetros de la tubería, calculando así la velocidad del fluido. El diámetro óptimo, será el que permita una velocidad del fluido en el interior de la tubería de máximo 5 m/s.

La ecuación para el cálculo de la velocidad en el interior de la tubería será la siguiente:

$$v = \frac{Q}{\pi * r^2} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$v = \text{Velocidad del fluido en el interior de la tubería} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$r = \text{radio interior de la tubería} \text{ [mm]}$$

$$Q = \text{caudal} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Una vez que se ha seleccionado el diámetro normalizado de la tubería y el tipo de material, es necesario determinar las pérdidas hidráulicas debido a la fricción del fluido por el interior de la tubería y los accesorios como válvulas, codos, reducciones, etc., con el fin de comprobar que dichas pérdidas sean mínimas y permitan seleccionar la bomba que cumpla con los requerimientos deseados.

Para dimensionar un sistema hidráulico se aplica la ecuación de Bernoulli, la cual parte de un balance energético en las que intervienen: energías cinética, potencial, interna y la aportada por las fuerzas exteriores. La ecuación correspondiente es la siguiente.⁸

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_m - H_{r(1-2)} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

- P_1, P_2 : Presiones de los puntos 1 y 2 [N/m²]
- γ : Peso específico del fluido a bombear ($\gamma = \rho g$) [N/m³]
- Z_1, Z_2 : Alturas respecto de la línea de referencia de los puntos 1 y 2 [m]
- V_1, V_2 : Velocidades del fluido en los puntos 1 y 2 [m/s]
- g : Aceleración de la gravedad [m/s²]
- H_m : Altura manométrica total [m]
- $H_{r(1-2)}$: Pérdidas de carga entre los puntos 1 y 2 [m]

⁸http://www.bominox.com/pdf/info_tec.pdf

Para comprender la aplicación de la ecuación de Bernoulli en flujos de líquidos utilizamos la figura 4.7.

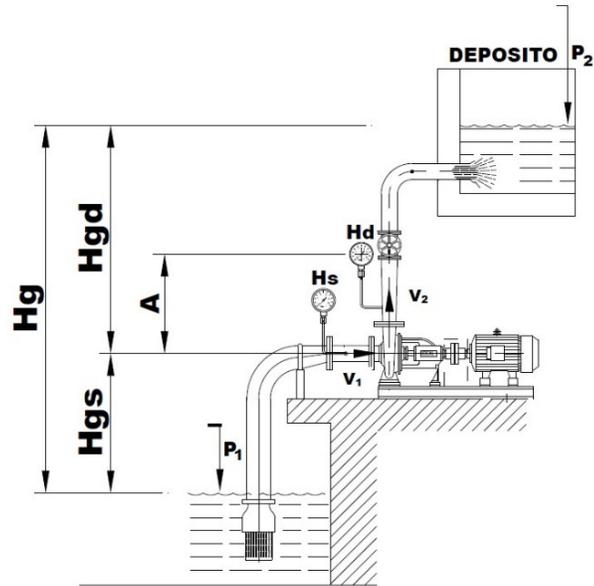


Figura 4.7 Altura de impulsión

Fuente: <http://www.bombas-ideal.net/wp-content/uploads/2012/09/LIBRO-HIDRAULICA-D-1607121.pdf>

La altura manométrica es la altura que debe vencer la bomba desde el reservorio hasta el punto de descarga, un caudal determinado. Este valor se determina de la curva características de la bomba y es función del caudal. Es común determinar el nivel mínimo en el reservorio y el nivel máximo en el tanque.

Determinadas las pérdidas en la tubería, la altura manométrica se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$H_m = H_{r(1-2)} + H_g \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Para determinar la altura de succión o aspiración aplicamos la siguiente ecuación:

$$H_s = \frac{P_{atm}}{\gamma} - H_{gs} - \frac{V_1^2}{2g} - H_{r(1)} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Donde H_{gs} es el desnivel geométrico entre el nivel superior del líquido en el reservorio y el eje de la bomba

Para la selección adecuada del diámetro interior de la tubería, es necesario controlar la velocidad de flujo, parámetro que se verifica calculando el número de Reynolds, que nos indica si nos encontramos bajo un régimen laminar ($Re < 2000$), transitorio ($2000 < Re < 4000$) o turbulento ($Re > 4000$)⁹.

El número de Reynolds se calcula con la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{D V \rho}{\mu} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Dónde:

D : Diámetro interno de la tubería [m]

V : Velocidad del agua en el interior de la tubería [m/s]

ρ : Densidad del agua [Kg/m³]

μ : Viscosidad dinámica del agua [Kg/m-s]

Determinado el número de Reynolds se puede calcular las pérdidas debidas a la fricción del fluido en el interior de la tubería, misma que está relacionada con la rugosidad interna del material. Para tuberías de sección circular, Hagen – Poiseuille determinaron la ecuación para determinar las pérdidas de carga, $H_{r(1-2)}$.

$$H_{r(1-2)} = \frac{32 \mu L V}{\gamma D^2} \quad \text{Ecuación 4.7}$$

En la ecuación anterior L representa la longitud equivalente total, es decir, la suma de longitud de la tubería más la longitud equivalente de los accesorios especiales a ser considerados en la instalación.

Como alternativa para el cálculo de las pérdidas por fricción en la tubería, se determina en base al diámetro interior de la tubería y el caudal de diseño, para lo cual utilizamos la tabla 4.4.

⁹ <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn208.html>

Pérdidas de carga para tuberías de P.V.C. / POLIETILENO												
En metros por cada 100 metros de tubería												
Litros/hora	Diámetro interior de tubería en m.m.											
	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150	
	Diámetro interior de tubería en pulgadas											
	3/4"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"	3 ½"	4"	5"	6"	
500	2,1	0,6										
800	4,7	1,3	0,4									
1000	7	1,9	0,6									
1500	14,2	3,9	1,2	0,5								
2000	23,5	6,4	2	0,9								
2500		9,4	2,9	1,3	0,4							
3000		13	4	1,8	0,5	0,2						
3500		17	5,3	2,3	0,6	0,2						
4000		21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1					
4500			8,2	3,6	1	0,3	0,1					
5000			9,8	4,3	1,2	0,4	0,2					
5500			11,6	5,1	1,4	0,5	0,2					
6000			13,5	6	1,6	0,5	0,2					
6500			15,5	6,9	1,9	0,6	0,3					
7000			17,7	7,8	2,1	0,7	0,3					
8000			22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2				
9000				12,1	3,3	1,1	0,5	0,2				
10000				14,6	4	1,3	0,6	0,3	0,1			
12000				20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2			
15000				29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3			
18000					11	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1		
20000					13	4,5	1,9	0,9	0,5	0,2		
25000					20	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3		
30000						9	4	1,8	1	0,3	0,1	
35000						12	5,2	2,3	1,3	0,5	0,2	
40000						15	6,5	2,9	1,7	0,6	0,2	
45000						18	8	3,6	2	0,7	0,3	
50000							9,7	4,3	2,5	0,9	0,4	
60000							13	5,9	3,4	1,2	0,5	
70000								7,7	4,4	1,5	0,6	
80000		Para otras tuberías multiplicar el valor de						10	5,6	1,9	0,8	
90000		la pérdida de carga obtenido en la tabla						13	7,3	2,4	1	
100000		por el siguiente coeficiente							8,9	2,9	1,2	
125000		Tuberías fibrocemento 1,2								4,5	1,8	
150000		Tuberías hierro galvanizado 1,5								6,3	2,6	
175000										8,4	3,5	
200000										11	4,4	

Tabla 4.4: Pérdidas de carga para tuberías de PVC en función del diámetro

Fuente: <http://www.bombashasa.com/sat/inf-tecnica/abaco-pvc.htm>

Para calcular las pérdidas de carga en los accesorios se utiliza la tabla 4.5:

Diámetro del tubo	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
Curva 90°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,2	1,8	2	3
Codo 90°	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,3	1,7	2,5	2,7	4
Cono difusor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Válvula de pie	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30
Válvula de retención	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25
V. Compuerta Abierta	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	2
V. Compuerta ³ / ₄ Abierta	2	2	2	2	2	2	4	4	6	8
V. Compuerta ¹ / ₂ Abierta	15	15	15	15	15	15	30	30	45	60

Tabla 4.5: Pérdida de carga en accesorios

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

4.2 SISTEMA DE VAPOR

Para la generación de vapor se utiliza una caldera de presión, vapor que es distribuido a las diferentes máquinas, lavadoras y secadoras, en los procesos de lavado y secado de jeans.

4.2.1 CALDERA

Una caldera es un recipiente a presión utilizado para la generación de vapor de agua, el cual aprovecha el calor procedente de la quema de algún tipo de combustible, tales como, GLP, diesel, entre los principales. Este calor es transferido al agua, lo que le permite cambiar de fase líquida a vapor saturado.

4.2.1.1 TIPOS DE CALDERAS

Las calderas se pueden clasificar en dos grandes grupos; calderas piro tubulares y acuaturbulares.

- CALDERAS PIROTUBULARES: Se denominan piro tubulares por ser los gases calientes procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por el agua de la caldera.



Figura 4.9 Caldera piro tubular

Fuente: <http://lasmaquinasindustriales.blogspot.com/2010/12/descripcion-general-de-una-caldera.html>

- **CALDERAS ACUOTUBULARES:** Son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo circula por el interior de los tubos para el calentamiento, y de esta manera se logra el cambio de fase. Son utilizadas para obtener vapor a altas presiones, teniendo su aplicación en la generación de energía.



Figura 4.10 Caldera acuotubular

Fuente: <http://www.grupoesinti.com/Paginas/Quimica.php>

tem	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	MARCA	CLEAVER BROOKS
2	TIPO	PIRO TUBULAR
3	NUMERO DE PASOS	4
4	BHP NIVEL DEL MAR	75
5	COMBUSTIBLE	DIESEL
6	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GPH	18
7	PRESIÓN DE DISEÑO PSIG	150
8	PRESIÓN DE TRABAJO PSIG	100
9	FLUJO NOMINAL DE VAPOR (LBV/H)	2585

Tabla 4.6 Características del caldero de la compañía “LASANTEX”

Fuente: El autor

4.2.2 LAVADORA A VAPOR

Este equipo utiliza el vapor generado en la caldera para los diferentes ciclos de lavado. Para mejorar el ciclo de lavado o enjagüe adicional se requiere agua caliente, por lo que se inyecta vapor por la parte inferior del tambor; la temperatura del agua se controla con la cantidad de vapor inyectado, a mayor cantidad de vapor obtenemos mayor temperatura del agua de lavado. En caso de requerir solo vapor se interrumpe el ingreso de agua.

Los ciclos de funcionamiento de una lavadora son:

- Carga de agua
- Carga de prendas (jeans)
- Inyección de vapor
- Descarga de agua caliente
- Enjuague.

Características técnicas de las máquinas de lavado de la compañía “LASANTEX”

Item	CARACTERÍSTICAS	LAV 1	LAV 2	LAV 3
1	Volumen de agua en el cesto	600	300	300
2	Capacidad nominal (Kg)	120	60	60
3	Capacidad de trabajo (Kg)	100	50	50
4	Temperatura de entrada del agua	16	16	16
5	Temperatura de salida del agua	61.8	58	58
6	Tiempo de mezcla agua con vapor min - hora	12 - 0.2	6 - 0.1	6 - 0.1
7	Presión de entrada del vapor psig	100	100	100

Tabla 4.7 características máquinas de lavado

Fuente: El autor

4.2.3 SECADORA A VAPOR

Su funcionamiento básico consiste en la introducción forzada de aire caliente en el interior de un tambor giratorio, en el cual se introduce la ropa húmeda. Este tambor puede ser inoxidable, cincado, esmaltado, etc.

Características técnicas de las máquinas de secado de la compañía “LASANTEX”

Item	CARACTERÍSTICAS	SECAD # 1	SECAD # 2
1	Flujo de aire del ventilador m ³ /h	3000	3000
2	Capacidad (Kg)	60	60
3	Temperatura de entrada del aire	18	18
4	Temperatura de salida del aire	70	70
5	Presión de trabajo	100	100

Tabla 4.8 características de las secadoras

Fuente: El autor

4.2.4 ACCESORIOS PARA CONDUCCIÓN DE VAPOR

Para el control de flujo de vapor en la tubería de distribución hacia los equipos de la planta se utilizan los siguientes accesorios:

4.2.4.1 VÁLVULAS DE CONTROL DE FLUJO

Se utilizan en varios tramos de la tubería principal de vapor, su función es la de controlar el flujo para los diferentes procesos. Son válvulas de tipo globo por su función en el control del flujo.



Figura 4.10 Válvulas de Control de Flujo

Fuente: <http://www.ingimex.cl/productos/faba/index.htm>

4.2.4.2 REDUCTORES DE PRESIÓN

Se utilizan cuando la presión de la red principal es superior a la presión requerida en la máquina. Su función es la de reducir la presión de la red, garantizando también un flujo constante en el lado de baja presión.

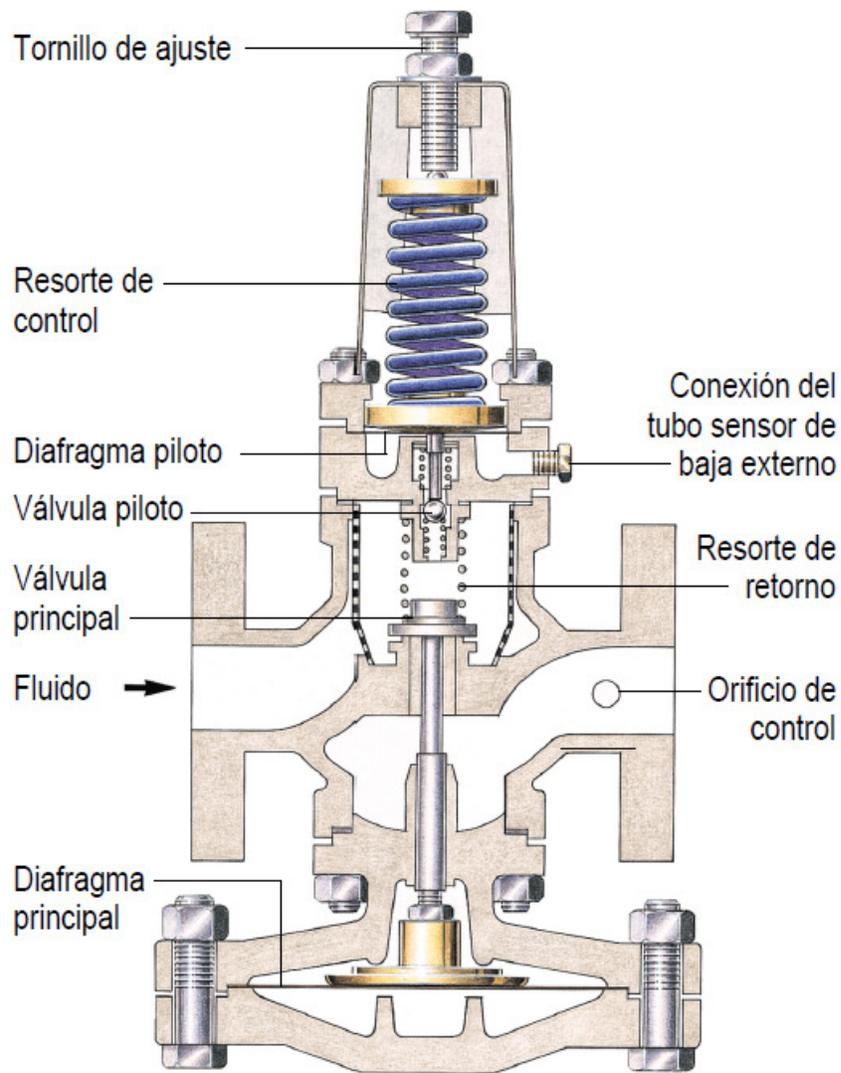


Figura 4.11 Válvula Reductora de Presión

Fuente: catalogo técnico

4.2.4.3 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Una válvula de seguridad es la que actúa para casos en los cuales la presión del sistema ha aumentado sobre el límite máximo de calibración, por falla en los sensores.

A las válvulas de seguridad se les instala una tubería, que sirve de bypass para el escape del vapor y alivianar la presión en el sistema cuando ha actuado la válvula.



Figura 4.12 Válvulas de Seguridad

Fuente: <http://www.ingimex.cl/productos/safe/index.htm>

4.2.4.4 TRAMPAS DE VAPOR

En toda línea de conducción de vapor se instalan las trampas de vapor en la tubería principal, y en las líneas de alimentación a las máquinas. Su función es la de atrapar el agua que se condensa en el interior de la tubería por efectos de pérdida de energía del vapor saturado, así como también, el aire que queda atrapado en la tubería, cuando se ha producido una para del proceso.

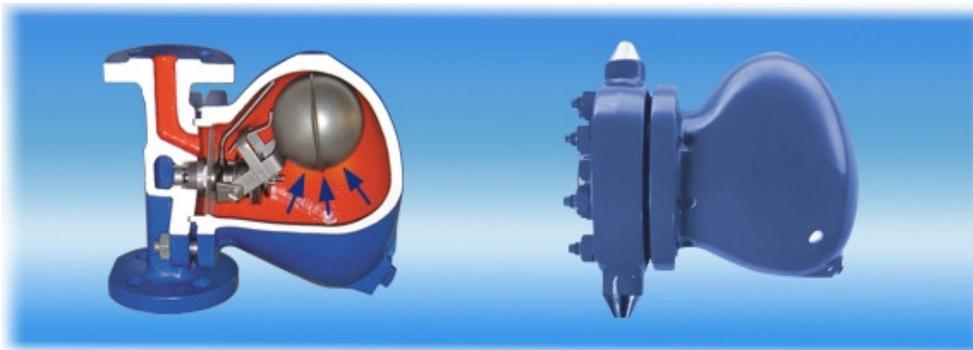


Figura 4.13 Trampas de vapor

Fuente: <http://www.ingimex.cl/productos/trampa/index.htm>

4.2.4.5 TUBERÍAS PRINCIPALES DE VAPOR

La red de distribución de vapor constituye la parte central de una instalación, es la encargada de conducir el vapor generado en la caldera, hacia los diferentes puntos de demanda existentes en el proceso industrial de la planta.

4.2.4.6 RAMALES DE VAPOR

Los ramales de vapor son aquellos que se conectan a la tubería principal de vapor y llevan el vapor hacia el equipo que lo utiliza. El sistema completo debe ser diseñado y conectado de forma que se evite la acumulación de condensado en cualquier punto del sistema.

4.2.4.7 MATERIAL PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN DE VAPOR

El tipo de material para las tuberías de vapor más utilizadas son:

- Cobre
- Acero al carbono
- Acero inoxidable

Para la designación de la tubería se lo realiza en base a la Norma ANSI (Instituto Americano de Normas Nacionales), el cual especifica en base al diámetro nominal y la cédula (Schedule). La cédula de un tubo se refiere al espesor de pared, según se indica en la siguiente tabla 4.9.

Tamaño de tubería (mm)		15	20	25	32	40	50	65	80	100
Diámetro (mm)	Schedule 40	15,8	21,0	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9	102,3
	Schedule 80	13,8	18,9	24,3	32,5	38,1	49,2	59,0	73,7	97,2
	Schedule 160	11,7	15,6	20,7	29,5	34,0	42,8	53,9	66,6	87,3
	DIN 2448	17,3	22,3	28,5	37,2	43,1	60,3	70,3	82,5	107,1

Tabla 4.9 Espesor de la tubería según número de cédula

Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm-03.pdf>

4.2.4.8 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE VAPOR

Un material aislante debe tener la capacidad de evitar las pérdidas de calor por conducción. Los aislamientos térmicos de buena calidad son costosos, pero su utilización se ve compensada con el ahorro energético, al tener menor cantidad de pérdidas de calor en el vapor transportado, evitando así, la formación de condensado.

Para dimensionar el espesor de los aislamientos se debe considerar principalmente la presión de trabajo, según se indica en la tabla 4.10.

Para fluidos calientes se busca la temperatura máxima de la red, además los espesores de la tabla es para instalaciones en el interior de una empresa para salas de máquinas.

ESPESOR MÍNIMO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS CON FLUIDO INTERIOR CALIENTE				
Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm) según temperatura del fluido			
	40-65 °C	65-100 °C	100-150 °C	150-200 °C
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

Tabla 4.10. Espesor de aislamiento para tuberías

FUENTE: <http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/Quimica/AislamientoTermico.asp>

4.2.5 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍA

Entre los parámetros a considerar para una adecuada selección de la tubería, son la presión de trabajo, caudal y velocidad de flujo. Para el tipo de material de la tubería va a depender de la aplicación. Para el caso de la industria alimenticia se utiliza el acero inoxidable y para el resto de aplicaciones la de acero al carbono.

La presión de trabajo se obtiene en base a las condiciones de funcionamiento del caldero, 100 psi.

El caudal o flujo másico, se obtiene determinando el consumo de vapor en cada uno de los equipos según el proceso.

4.2.5.1 CAUDAL MÁSIKO

El caudal másico representa la cantidad de vapor que fluye a través de la tubería que se quiere dimensionar, se calcula con las siguientes formulas.

$$v_1 = \frac{R * T}{P} \quad \text{Ecuación 4.8}$$

$$\dot{m} = \frac{1}{v_1} V A \quad \text{Ecuación 4.9}$$

Dónde:

v_1 = volumen específico [m³/kg]

R = constante universal de los gases [0.287 Kpa * m³/kg * °K]

T = temperatura de ingreso del fluido [°K]

P = Presión con la que sale el fluido [kPa]

V = velocidad de circulación del fluido [m/s]

A = área por donde circula el fluido[m²]

Para las lavadores, el flujo másico de vapor se obtiene con la siguiente ecuación¹⁰

$$\dot{m}_{vl} = \frac{\left[\rho_a V_c + m_r \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_r} \right) \right] (Cp_a + Cp_r)(T_{2a} - T_{1a})}{t_m [h_{fg} - T_{2a} (Cp_a + Cp_r)]} \quad \text{Ecuación 4.10}$$

\dot{m}_{vl} = Flujo másico de vapor [Kgv/h]

ρ_a = Densidad del agua a la temperatura promedio de mezcla 991,86 [Kg/m³]

ρ_r = Densidad de las prendas de vestir a la temperatura promedio de mezcla
[kg/m³]

V_c = Volumen del cesto [m³]

m_r = Masa de las prendas de vestir que ocupan el volumen del cesto [Kg]

Cp_a = Calor específico del agua a la temperatura de la mezcla 4,18 [KJ / Kg °C]

Cp_r = Calor específico de las prendas de vestir a la temperatura de la mezcla 1,35 [KJ /
Kg °C]

T_{2a} = Temperatura de salida de la mezcla agua y vapor [°C]

T_{1a} = Temperatura del agua antes de la mezcla [°C]

¹⁰ ARMSTRONG. "Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados"

t_m = Tiempo de mezcla entre el agua y el vapor [h]

h_{fg} = Calor latente del vapor a la presión de 100 psi, 2053,3445 [KJ / Kg]

Para las secadoras, el flujo másico de vapor se obtiene con la siguiente ecuación¹¹

$$\dot{m}_{Vs} = \frac{Q_{aire} * \rho_{aire} * Cp_{aire} (T_{2h} - T_{1c})}{h_{fg}} \quad \text{Ecuación 4.11}$$

\dot{m}_{Vs} = Flujo másico de vapor utilizado en la secadora [Kg/h]

Q_{aire} = Caudal de aire proporcionado por el ventilador [m³/seg]

ρ_{aire} = Densidad a la temperatura promedio 1,18 [Kg/m³]

Cp_{aire} = Calor específico promedio del aire 1,005 [KJ/Kg °C]

T_{2h} = Temperatura de la salida del aire después de atravesar el serpentín [°C]

T_{1c} = Temperatura ambiente [°C]

h_{fg} = Calor latente del vapor a la presión de entrada 2053,3445 [KJ/Kg]

4.2.5.2 PRESIÓN DE VAPOR

Es aquella presión que se registra al comienzo de la tubería que se va a dimensionar.

4.2.5.3 VELOCIDAD DE VAPOR

Se debe controlar la velocidad del vapor para disminuir el nivel de erosión y ruido en las tuberías, debido principalmente a las caídas de presión que se presentan en el sistema.

En la tabla 4.11 se indican las velocidades recomendadas del vapor a diferentes presiones en función del diámetro, así como también, se obtiene puede obtener el flujo másico máximo que circula por la tubería.

¹¹ ARMSTRONG. "Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados"

Capacidades de tuberías para vapor saturado a velocidades específicas (tubería de Schedule 80)

Presión bar	Velocidad m/s	kg/h										
		15mm	20mm	25mm	32mm	40mm	50mm	65mm	80mm	100mm	125mm	150mm
0,4	15	7	14	24	37	52	99	145	213	394	648	917
	25	10	25	40	62	92	162	265	384	675	972	1 457
	40	17	35	64	102	142	265	403	576	1 037	1 670	2 303
0,7	15	7	16	25	40	59	109	166	250	431	680	1 006
	25	12	25	45	72	100	182	287	430	716	1 145	1 575
	40	18	37	68	106	167	298	428	630	1 108	1 712	2 417
1,0	15	8	17	29	43	65	112	182	260	470	694	1 020
	25	12	26	48	72	100	193	300	445	730	1 160	1 660
	40	19	39	71	112	172	311	465	640	1 150	1 800	2 500
2,0	15	12	25	45	70	100	182	280	410	715	1 125	1 580
	25	19	43	70	112	162	295	428	656	1 215	1 755	2 520
	40	30	64	115	178	275	475	745	1 010	1 895	2 925	4 175
3,0	15	16	37	60	93	127	245	385	535	925	1 505	2 040
	25	26	56	100	152	225	425	632	910	1 580	2 480	3 440
	40	41	87	157	250	375	595	1 025	1 460	2 540	4 050	5 940
4,0	15	19	42	70	108	156	281	432	635	1 166	1 685	2 460
	25	30	63	115	180	270	450	742	1 080	1 980	2 925	4 225
	40	49	116	197	295	456	796	1 247	1 825	3 120	4 940	7 050
5,0	15	22	49	87	128	187	352	526	770	1 295	2 105	2 835
	25	36	81	135	211	308	548	885	1 265	2 110	3 540	5 150
	40	59	131	225	338	495	855	1 350	1 890	3 510	5 400	7 870
6,0	15	26	59	105	153	225	425	632	925	1 555	2 525	3 400
	25	43	97	162	253	370	658	1 065	1 520	2 530	4 250	6 175
	40	71	157	270	405	595	1 025	1 620	2 270	4 210	6 475	9 445
7,0	15	29	63	110	165	260	445	705	952	1 815	2 765	3 990
	25	49	114	190	288	450	785	1 205	1 750	3 025	4 815	6 900
	40	76	177	303	455	690	1 210	1 865	2 520	4 585	7 560	10 880
8,0	15	32	70	126	190	285	475	800	1 125	1 990	3 025	4 540
	25	54	122	205	320	465	810	1 260	1 870	3 240	5 220	7 120
	40	84	192	327	510	730	1 370	2 065	3 120	5 135	8 395	12 470
10,0	15	41	95	155	250	372	626	1 012	1 465	2 495	3 995	5 860
	25	66	145	257	405	562	990	1 530	2 205	3 825	6 295	8 995
	40	104	216	408	615	910	1 635	2 545	3 600	6 230	9 880	14 390
14,0	15	50	121	205	310	465	810	1 270	1 870	3 220	5 215	7 390
	25	85	195	331	520	740	1 375	2 080	3 120	5 200	8 500	12 560
	40	126	305	555	825	1 210	2 195	3 425	4 735	8 510	13 050	18 630

Tabla 4.11 Capacidad de tuberías para vapor saturado a velocidades específicas

(Tubería de Schedule 80)

Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm-03.pdf>

Existen dos métodos para el cálculo del diámetro de la tubería de conducción del vapor, caída de presión y velocidad. El método a utilizar será el de la velocidad, para lo cual se requieren los datos de temperatura del vapor, presión, caudal másico y la velocidad,

Figura 4.14. La velocidad que se seleccionará para el cálculo del diámetro de la tubería es de 40 m/seg, por la mayor cantidad de caudal másico.

Gráfico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad)

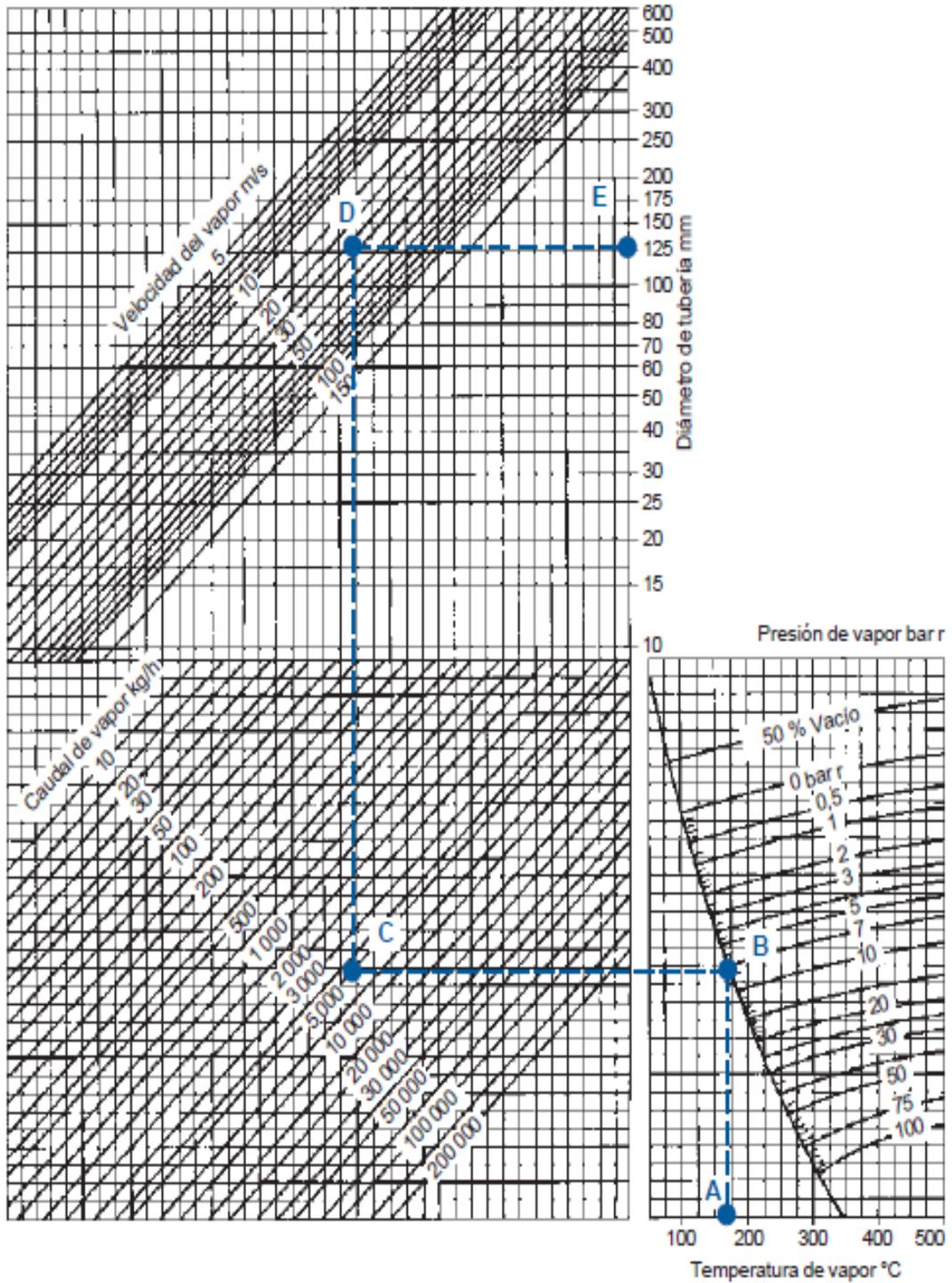


Figura 4.14 Grafico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad)

Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm-03.pdf>

4.3 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

Para el accionamiento de algunos equipos y la automatización de algunas máquinas, se utiliza como fluido de trabajo el aire, esto se debe a su disponibilidad sin costo, facilidad de comprimirlo y transporte a través de tubería.

El aire comprimido se obtiene a través de un compresor, que cumple la función de elevar la presión del aire a la presión de trabajo.

En la compañía "LASANTEX" el aire comprimido se usa para facilitar la aplicación de productos químicos en las máquinas de esponjado y, en las herramientas neumáticas para producir efectos de desgaste en las prendas confeccionadas.

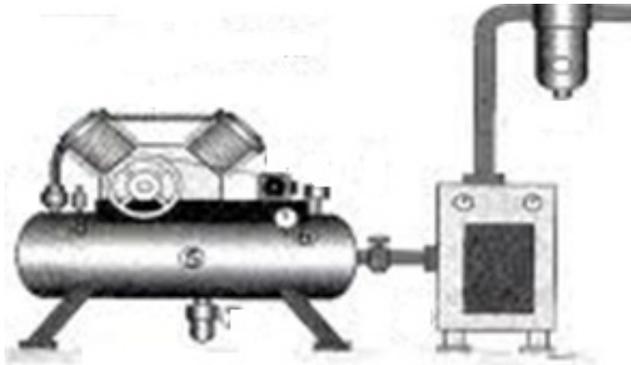


Figura 4.15 Sistema de aire comprimido

Fuente: http://www.correchouso.com/Via/ferrocarril_archivos/ferrocarril.htm

4.3.1 COMPRESOR

Es una máquina destinada a elevar la presión y reducir el volumen del aire, comprimiéndolo en un tanque acumulador. Existen varios tipos de compresores con diferentes características, que va a depender de: la presión de trabajo y el caudal de suministro.

4.3.1.1 COMPRESOR DE PISTÓN

Es una máquina del tipo desplazamiento positivo. Pueden ser de simple o doble efecto. La función es la de aspirar aire a presión atmosférica, el mismo que es comprimido en el interior de una cámara por medio de un pistón, para luego ser almacenado en un tanque acumular.

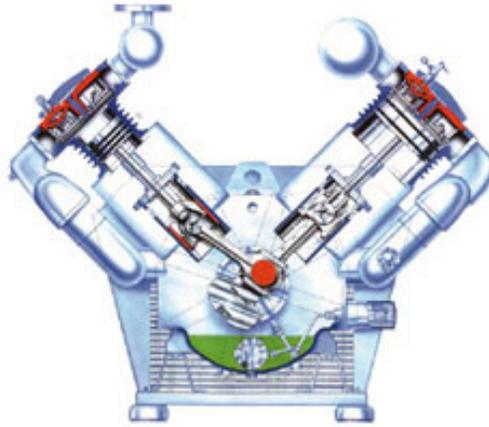


Figura 4.16 Esquema de un compresor de pistón

Fuente:http://www.compair.es/Products/Low_and_Medium_Pressure_Pistons.asp

4.3.2 TANQUE ACUMULADOR

Es un tanque que almacena aire a presión. El tanque acumulador se diseña y dimensiona de acuerdo con las normas de recipientes a presión, al que se incluye una válvula de seguridad, un manómetro y una válvula de drenaje. Sus dimensiones se establecen según la capacidad del compresor.

Cumple con las siguientes funciones.

- Reducir el número de ciclos de arranque del compresor.
- Eliminar las pulsaciones en el flujo debido al ciclo de compresión.
- Permite eliminar la humedad del aire.
- Proporciona la capacidad de almacenamiento, y evita ciclos cortos de carga y descarga en el compresor.

4.3.3 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA PARA AIRE COMPRIMIDO

La selección de la tubería se la debe realizar en función de los siguientes parámetros: caudal, presión, pérdidas de carga y consumo en los diferentes equipos neumáticos

4.3.3.1 CAUDAL DE AIRE COMPRIMIDO

El caudal es equivalente a la cantidad de aire comprimido transportado en una sección dada en unidad de tiempo, el caudal puede variar en función de la presión y la longitud del tubo que lo transporta.

4.3.3.2 PRESIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Es la presión que se encuentra el aire en el tanque acumulador. La presión de trabajo está relacionada con la presión que requieren los equipos en el área de manualidades.

4.3.3.3 PÉRDIDAS DE CAUDAL

Son las pérdidas originadas por la fricción en los diferentes accesorios que requiere el sistema. A cada accesorio le corresponde una longitud equivalente, como se muestra en la tabla 4.12

Longitud equivalente de tubería en metros											
Componentes	Diámetro interior de tubería en mm (d)										
	25	40	50	80	100	125	200	250	300	400	
Válvula de bola abierta 100% 	0.3 5	0.5 8	0.6 10	1.0 16	1.3 20	1.6 25	1.9 30	2.6 40	3.2 50	3.9 60	5.2 80
Válv. diafragma abierta 100% 	1.5	2.5	3.0	4.5	6	8	10	-	-	-	-
Válv. angular abierta 100% 	4	6	7	12	15	18	22	30	38	-	-
Válvula de globo 	7.5	12	15	24	30	38	45	60	-	-	-
Válvula antirretorno de clapeta 	2.0	3.2	4.0	6.4	8.0	10	12	16	20	24	32
Codo R=2d 	0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.8
Codo R=d 	0.4	0.6	0.8	1.3	1.6	2.0	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4
Ángulo 90° 	1.5	2.4	3.0	4.5	6.0	7.5	9	12	15	18	24
T, salida en línea 	0.3	0.4	1.0	1.6	2.0	2.5	3	4	5	6	8
T, salida angular 	1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12	15	18	24
Reductor 	0.5	0.7	1.0	2.0	2.6	3.1	3.6	4.8	6.0	7.2	9.8

Tabla: 4.12 Longitud equivalente de tubería en metros para aire comprimido

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn201.html>

4.3.3.4 CONSUMO EN LOS DIFERENTES EQUIPOS NEUMÁTICOS

El consumo de aire comprimido es el resultado de la sumatoria de todos los consumos de equipos neumáticos conectados en la planta, trabajando a su máxima potencia. La tabla 4.13 muestra los consumos neumáticos de diferentes herramientas.

		Ndm ³ /s a 5,5 bar			Ndm ³ /s a 5,5 bar	
Taladros	7 mm	4.7– 7.5	tuercas hasta 25 mm	15.9	–26.0	
	10 mm	7.1– 9.4	tuercas hasta 36 mm	23.6	–33.0	
	13 mm	11.8–14.1	Destornilladores	3.3	–11.8	
	25 mm	28.3–37.7		4.7	–14.1	
	50 mm	37.7–56.6	Pistolas de pintar	pequeñas	0.47	– 2.4
	75 mm	47.2–61.4		medianas	2.4	– 5.7
Mueclas fijas		4.7–11.8		grandes	5.7	–11.8
Mueclas hasta ϕ 50 mm		9.4–11.8	Pistolas de aire		2.4	
Mueclas hasta ϕ 150 mm		23.6–28.3	Motores neumáticos			
Pulidoras y lijadoras		4.7–21.1	1 BHP (746 W)	14.1–16.5	por BHP (746 W)	
Llaves dinamométricas	tuercas hasta 7 mm	4.7– 7.1	1 a 5 BHP (746–3730 W)	14.1	por BHP (746 W)	
	tuercas hasta 13 mm	11.8–16.5	+de 5 BHP (3730 W)	11.8	por BHP (746 W)	

Tabla 4.13 consumos neumáticos de herramientas.

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn201.html>

4.3.4 MÉTODO PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

El siguiente diagrama nos permite una selección directa del diámetro de la tubería para un sistema de aire comprimido, para lo cual previamente se debe determinar el caudal que consume las herramientas neumáticas, la presión máxima del compresor, las pérdidas de carga y considerar un 5% adicional del caudal total por fugas en la tubería de conducción.

Para el cálculo de la longitud equivalente total, recomiendan considerar del 5 al 20% de la longitud de la tubería recta, con lo que quedaría determinada directamente la longitud equivalente¹².

¹² <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn201.html>

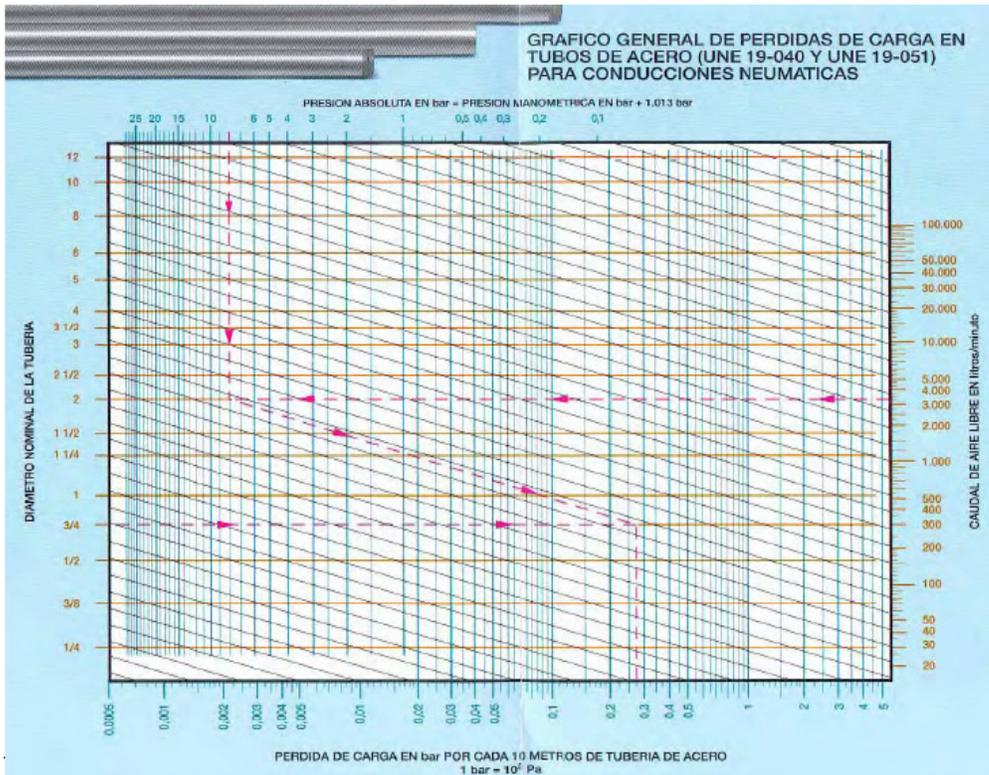


Figura 4.17 Diagrama para determinar el diámetro de la tubería

Fuente: <http://www.afta-asociacion.com/wp-content/uploads/Cap-4-Dimensionado-de-Instalaciones.pdf>

CAPÍTULO V

5 ENERGÍA ELÉCTRICA Y SUS RIESGOS

5.1 ENERGÍA ELÉCTRICA

Se conoce como energía eléctrica a la que resulta de la diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica cuando se los pone en contacto con un conductor eléctrico. La energía eléctrica tiene diversas aplicaciones ya que puede transformarse en muchas otras formas de energía.

5.1.1 SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA

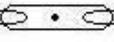
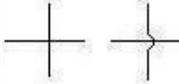
CONDUCTOR	CONTROL	RECEPTOR
 Conductor 1 hilo	 Interruptor	 Motor corr.continua
 Conductor 2 hilos	 Interruptor Bipolar	 Lámpara incandescente
 Conductor 3 hilos	 Pulsador abierto	 Punto de luz
 Conductor Tierra	 Pulsador cerrado	 Tubo Fluorescente
 Unión conductores con conexión	 Conmutador	 Resistencia
 Cruzamiento sin conexión	 Fusible	 Resistencia Variable (potenciómetro)
 Puesta a tierra	 Relé	 Timbre
 Masa (conexión de una carcasa a un polo)	 LDR (resisten. depende luz)	 Zumbador
	 NTC (resisten. depende t°)	

Tabla 5.1 Principales símbolos de Control

Fuente: <http://autodesarrollo-electricidadpractica.blogspot.com/2011/05/continuacion.html>

5.1.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Para medir las variables existentes en la energía eléctrica se utiliza comúnmente, el amperímetro, el multímetro y un medidor de energía digital. Aunque existen equipos más sofisticados como el analizador de red, osciloscopio, etc.

5.1.2.1 AMPERÍMETRO

Los Amperímetros miden la cantidad de corriente eléctrica, que circula por los conductores existentes en una instalación. Los amperímetros pueden ser analógicos o digitales. Los mismos que pueden ser fijos o portátiles. Los más utilizados son los de tipo tenaza que realiza la medición del amperaje por medio del campo magnético que se genera con el paso de la corriente.



Figura 5.1 Amperímetro

Fuente: El autor

5.1.2.2 MULTÍMETRO

Un multímetro es una herramienta que permite efectuar mediciones de algunas variables de la energía eléctrica como: corriente, voltaje, resistencia, frecuencia, capacitancia, temperatura, etc.



Figura 5.2 Multímetro

Fuente: El autor

5.1.3 CORRIENTE ALTERNA

Es la corriente generada con un cambio de sentido permanente. La corriente circula en un sentido y al instante en el contrario. La cantidad de cambios de sentido por segundo se llama frecuencia.

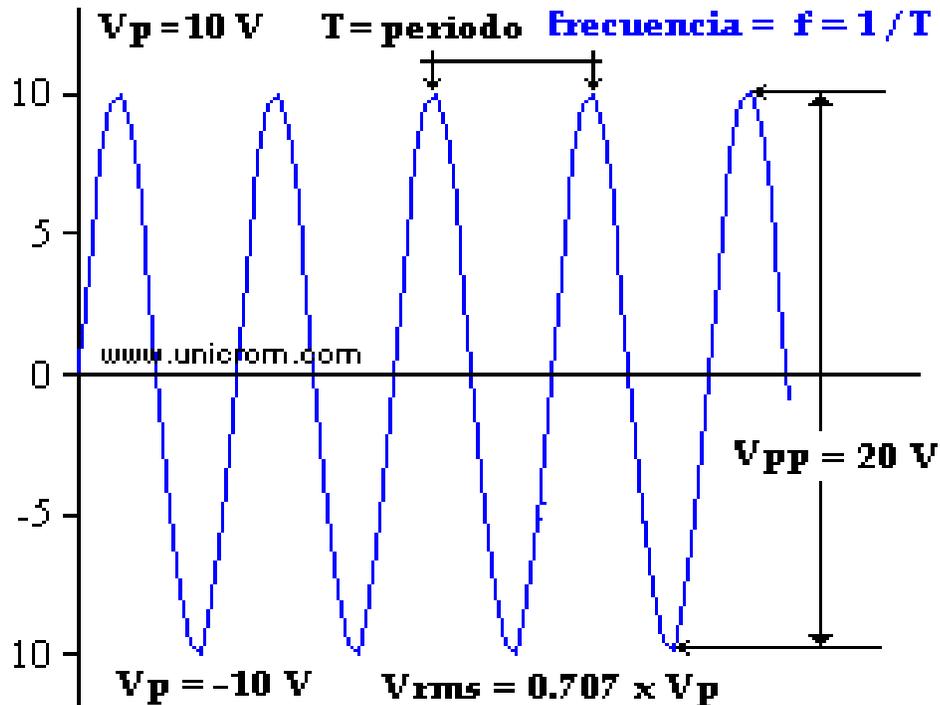


Figura 5.3 Representación de la corriente alterna

Fuente: <http://www.unicrom.com/Tut la corriente alterna .asp>

En la figura 5.3 se muestra el voltaje alterno en el que la magnitud varía primero hacia arriba y luego hacia abajo llamada onda senoidal. (De la misma forma en que se comporta la corriente)

5.1.4 MATERIALES ELÉCTRICOS DE CONTROL

Los materiales eléctricos para el control son dispositivos, provistos de contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados que se los pueden seleccionar a conveniencia entre estos tenemos pulsadores, selectores, interruptores, paros de emergencia, etc. Además también se considera material eléctrico de control las luces de señalización del estado de la maquinaria y las pantallas de programación las cuales pueden transmitir información a un PLC.

5.1.4.1 TABLEROS DE CONTROL

Son pequeños tableros en los cuales se instalan los materiales eléctricos de control, con la finalidad dar órdenes al circuito de fuerza, para que realice alguna función en el trabajo que realizan las máquinas.



Figura 5.4 Tablero de Control

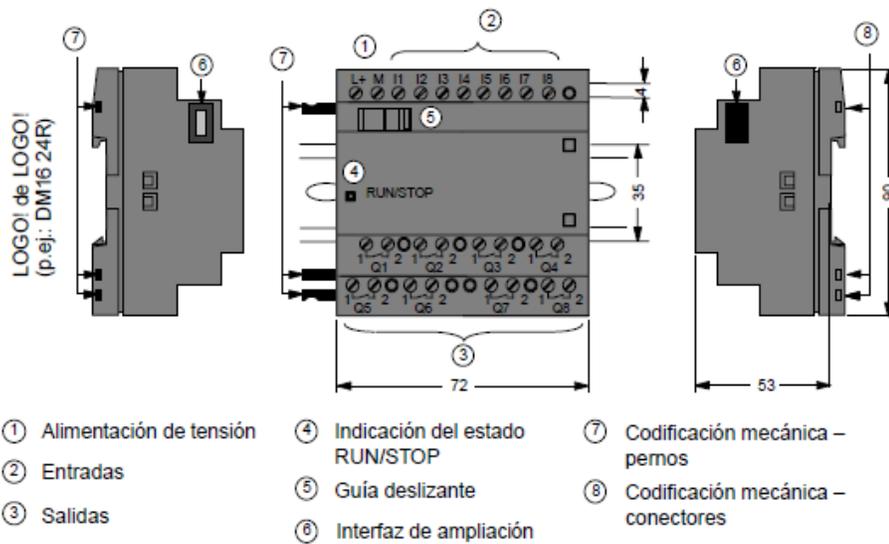
Fuente: <http://www.cofaco.com.ar/detalle.php?id=33>

5.1.4.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)

Son instrumentos programables, capaces de almacenar en una memoria un conjunto de instrucciones que se le llama programa el mismo que utiliza las funciones lógicas y otros elemento como temporizadores, contadores, relés de auto enclavamiento, etc.

5.1.4.2.1 ESTRUCTURA FÍSICA DE UN PLC

Dentro de la estructura física encontramos las borneras de entradas (I) que pueden estar conectadas a pulsadores, termostatos, presostatos, límites de carrera sensores de proximidad, etc. Que pueden ser análogos o digitales por las cuales ingresan la información al programa el mismo que emite una respuesta a través de las borneras de salida (Q).



LOGO! AM 2

Figura 5.5 Diagrama en bloques de los elementos básicos de un PLC.

Fuente: manual logo siemens.

5.1.4.3 TRANSFORMADORES

Son dispositivos estáticos, sin partes móviles destinados a transferir energía eléctrica de un circuito a otro, siendo el enlace común entre ambos circuitos un flujo magnético. En un transformador la energía eléctrica, se transforma del circuito primario al circuito secundario por medio de la inductancia mutua entre los devanados del transformador.

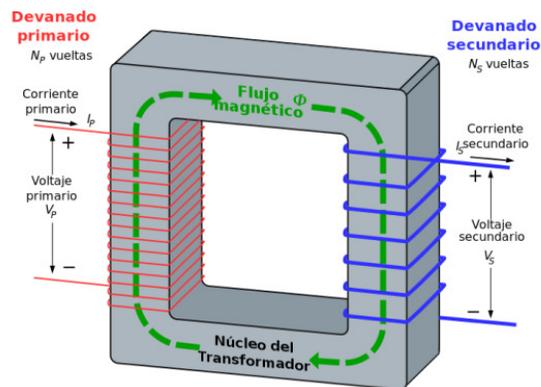


Figura 5.6 Esquema de un transformador eléctrico.

Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transformer3d_col3_es.svg

5.1.4.4 MEDIDORES DIGITALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Son instrumentos digitales con los que podemos medir algunos parámetros de la energía eléctrica, utilizada en el interior de una industria, para entregar esta información estos instrumentos están conectados a transformadores de control y a la red eléctrica.



Figura 5.7 Medidores de energía eléctrica

Fuente: <http://www.afinidadeléctrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=79>

5.1.5 MATERIALES ELÉCTRICOS DE FUERZA

Para la conducción de energía eléctrica a los motores y demás herramientas eléctricas, que generan trabajo o transforman la energía, se requiere de materiales eléctricos capaces de transmitir la potencia eléctrica, algunos de estos materiales son: conductores, contactores, relé térmico, arrancadores suaves, breakers, supervisores de tensión, variadores de frecuencia, etc.

5.1.5.1 CONDUCTORES

Son todos aquellos materiales o elementos que permiten que los atraviese el flujo de corriente o de cargas eléctricas en movimiento. Estos materiales ofrecen una resistencia a la corriente, los materiales de menor resistencia son el oro, cobre, aluminio, siendo el más comercial el cobre.

La sección del conductor delimita el paso de la corriente a mayor sección mayor corriente puede circular por ese conductor.



TTU

Cable TTU: PE-PVC 75 °C 600 V / XLPE-PVC 90° C 600V				
Calibre [AWG/MCM]	Nº hilos	Capacidad [Amp]		Díámetro ext. [mm]
		al aire	canalizados	
14	7	30	25	4,5
12	7	40	30	5
10	7	55	40	5,6
8	7	80	55	7,2
6	7	105	75	9
4	7	140	95	10,3
2	7	190	130	11,8
1/0	19	260	170	15,3
2/0	19	300	195	16,4
3/0	19	350	225	17,7
4/0	19	405	260	19,2
250	37	455	290	21
350	37	570	350	24,9
500	37	700	430	28,3
750	61	885	535	33,9
1000	61	1055	615	37,8

Colores: negro
 Aplicaciones:
 - Interior de edificios
 - Exteriores en edificios e industrias

Tabla 5.2 tipos de conductores

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/100769231/CatA%C2%A1logo-Cables-Elctricos-Comerciales-Phelps-Dodge>

5.1.5.2 CONTACTORES

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objeto permitir o interrumpir el paso de corriente en el circuito de potencia, es activado o desactivado por las condiciones en el circuito de control.



Figura 5.8 Contactor

Fuente: <http://www.electricasas.com/electricidad/instalaciones-electricas-electricidad-2/materiales/contactor/contactores/>

5.1.5.3 RELÉ TÉRMICO

Un relé térmico es un aparato diseñado para la protección de motores contra sobrecargas, fallo de alguna fase y diferencias de carga entre fases. Dispone de un botón regulador-selector de la intensidad de protección, por lo regular tiene incorporado un botón de prueba (STOP), y otro para RESET.

Si un motor sufre una avería y se produce una sobre intensidad, unas bobinas calefactoras (resistencias arrolladas alrededor de un bimetálico), consiguen que una lámina bimetálica de diferente coeficiente de dilatación, se dilate deformándose y desplazando en este movimiento una placa que produce un cambio en los contactos normalmente cerrado a contacto abierto en el circuito de control.

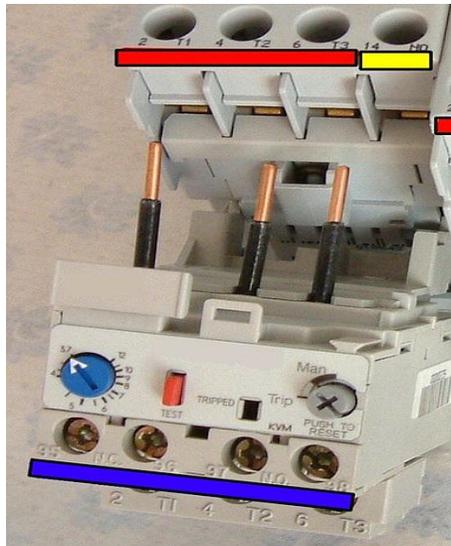


Figura 5.9 Relé térmico

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9_t%C3%A9rmico

5.1.5.4 ARRANCADORES SUAVES

Los Arrancadores Suaves son dispositivos estáticos de arranques desarrollados para acelerar, desacelerar y para proteger los motores de inducción trifásicos - a través del control de la tensión aplicada en el motor.



Figura 5.10 Arrancadores Suaves

Fuente: <http://www.mainindustrial.com.ar/es/2008/12/arrancador-de-motores-siemens-siruis-3rw30/>

5.1.5.5 BRAKERS

Son interruptores de corriente esenciales para la seguridad de cualquier instalación eléctrica. Si la intensidad de corriente es superior a la capacidad del breakers este interrumpe la corriente en el circuito al que está conectado que puede ser de control o fuerza. Además sirven para seccionar la energía permitiendo realiza cambios en el circuito desconectado.



Figura 5.11 Brakers

Fuente: http://nymingenieria.com.do/catalogo/product_info.php?products_id=43&osCsid=b60f2e9d7ae430c0e70ec3d3e47b

3145

5.1.5.6 SUPRESORES DE TRANSIENTES

Son dispositivos de muy baja impedancia que, aprovechando su baja resistividad, invita a las sobretensiones a dirigirse hacia ellos para luego ser descargados en las caídas a tierra.

5.1.5.7 SUPERVISOR DE TENSIÓN

Es un relé de protección con un microprocesador cuya función es proteger los circuitos eléctricos contra alteraciones, tales como variaciones de los niveles de voltaje, desviación de frecuencia, cambios de fases. En este instrumento se puede calibrar tiempo de desconexión ante una falla y tiempo de reconexión pos falla, que se realiza mediante un relé del microprocesador.



Figura 5.12 Supervisor de Tensión

Fuente: <http://www.tme.eu/es/details/3ug4614-2br20/modulos-de-control/siemens/>

5.1.5.8 VARIADORES DE FRECUENCIA

Un variador de velocidad es el dispositivo electrónico de control y fuerza que permite controlar: aceleración, desaceleración, torque, potencia, intensidad, voltaje, etc. mediante un panel de mandos que selecciona los parámetros con los que se programa al variador, la información es guardada en la memoria.



Figura 5.13 Variador de Frecuencia

Fuente: <http://www.smelectricos.com/ver.php?modelo=219>

5.1.5.8.1 CABLEADO VARIADOR-MOTOR

El cable variador- motor es realmente una línea de transmisión donde circulan corrientes de alta frecuencia como toda línea de transmisión tiene una atenuación (producto de la derivación capacitiva de energía a masa) que reduce la energía transmitida y que alcanza finalmente el motor en caso de instalaciones donde el motor se encuentre lejos del variador (>100 metros) debe considerarse la utilización de conductores de baja capacidad o sobredimensionar el variador para disponer de la energía necesaria para el motor no debe descartarse la posibilidad de resonancias en una dada frecuencia de operación que se presenten como un cortocircuito al variador

5.1.6 PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Es una instalación eléctrica que conecta las carcasas de los motores y la estructura de la maquinaria con un electrodo enterrado en la tierra con un gel de mejoramiento, para permitir una menor resistencia a la conducción eléctrica.

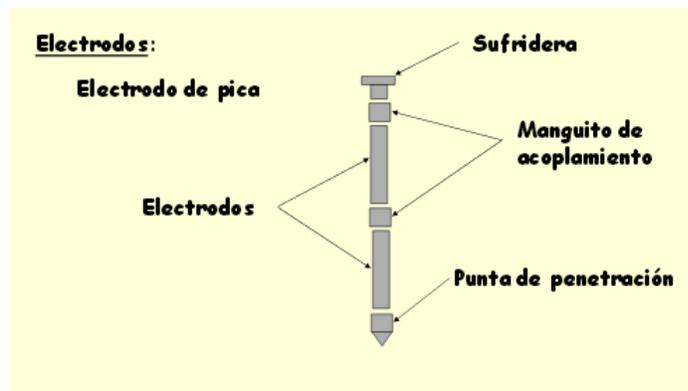


Figura 5.14 Sistema Puesta a Tierra

Fuente: El autor

5.1.6.1 OBJETIVOS PRINCIPALES DE LAS PUESTAS A TIERRA

- Obtener una resistencia eléctrica de bajo valor para derivar a tierra Fenómenos Eléctricos Transitorios, corrientes de falla estática y parásita; así como ruido eléctrico y de radio frecuencia.
- Hacer que el equipamiento de protección sea más sensible y permita una rápida derivación de las corrientes defectuosas a tierra.
- Proporcionar un camino de derivación a tierra de descargas atmosféricas, transitorios y de sobretensiones internas del sistema.

5.2 RIESGOS ELÉCTRICOS

La energía eléctrica es extremadamente útil y fácil de usar; pero también es potencialmente peligrosa y letal. Por esta razón, debe ser utilizada con las respectivas medidas de protección y precaución. De lo contrario, nosotros nos exponemos, a sufrir graves accidentes de origen eléctrico como lesiones personales e incendios.

5.2.1 RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

El riesgo de electrocución para las personas se puede definir como la "posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano" para que esto suceda es necesario que el circuito tenga las siguientes condiciones.

Que el circuito esté cerrado o pueda cerrarse

Que exista un circuito eléctrico formado por elementos conductores

Que en el circuito exista una diferencia de potencial mayor que cero.

5.2.2 LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU INFLUENCIA SOBRE EL ORGANISMO

La acción de la corriente eléctrica sobre el organismo, depende de algunos factores que actuando independientemente o en forma conjunta, inciden sobre el organismo:

- La Intensidad
- La Frecuencia y tiempo de corriente
- Forma y tiempo de contacto
- La resistencia eléctrica del cuerpo
- El trayecto tomado por la corriente en el organismo

5.2.3 EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS

Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica para una misma intensidad pueden producirse lesiones graves, tales como: asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico, tales como caídas de altura, golpes, etc.

5.2.4 EFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS

Se manifiestan pasado un cierto tiempo después del accidente y se pueden presentar como enfermedades laborales después de algunos años que las personas manipulen con frecuencia objetos que funcionen con electricidad. Los más habituales son: manifestaciones renales, trastornos: cardiovasculares, nerviosos, sensoriales, oculares y auditivos.

PARTE PRÁCTICA

CAPÍTULO VI

6 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA POR ÁREAS

6.1 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA

La lavandería de la compañía "LASANTEX" se organiza con la finalidad de reducir los tiempos de producción, realizar las entregas del producto transformado con rapidez, eficiencia y alta calidad, con la finalidad de ser una empresa competitiva en la industria del jeans.

Por esta razón se realizó la organización y distribución del espacio físico, de las diferentes áreas que tiene la compañía "LASANTEX", con la finalidad de que los procesos productivos sean lo más ágiles y eficientes, a la vez que permite controlar la línea de producción.

6.1.1 PLANO GENERAL DE LA LAVANDERÍA

Para establecer esta organización vamos a tomar como punto de partida el plano general de la instalación, el mismo que nos permitirá tener una idea clara de los espacios físicos disponibles.

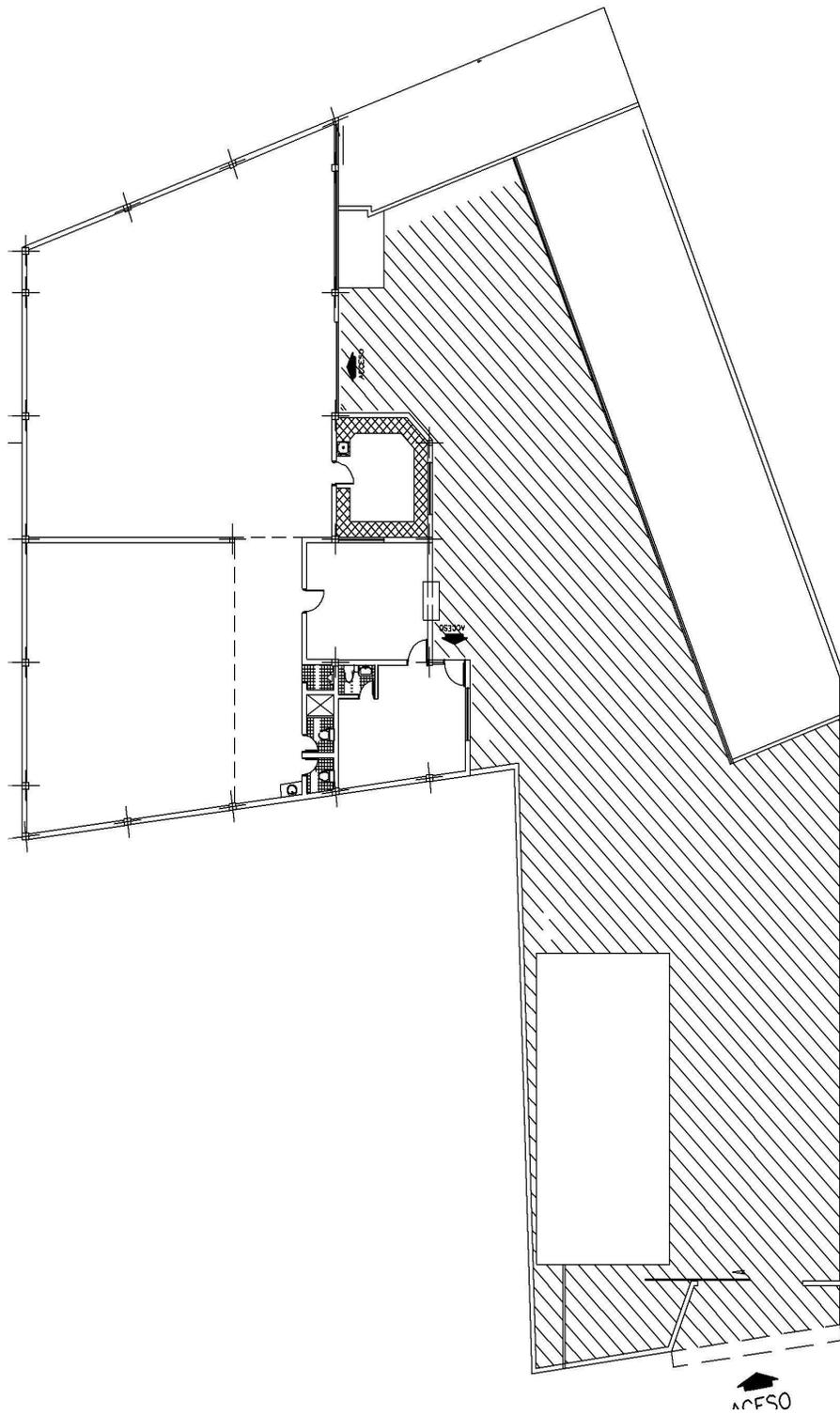


Figura 6.1 Plano general de la compañía "LASANTEX"

Fuente: compañía "LASANTEX"

6.1.2 PLANO DE LAS ÁREAS DE LA LAVANDERÍA

El primer requerimiento de la compañía “LASANTEX” es organizar los espacios físicos existentes de acuerdo al requerimiento de la lavandería es así que se estableció las siguientes áreas y las actividades que en ellas se realizaran como se describe en la figura 6.2.

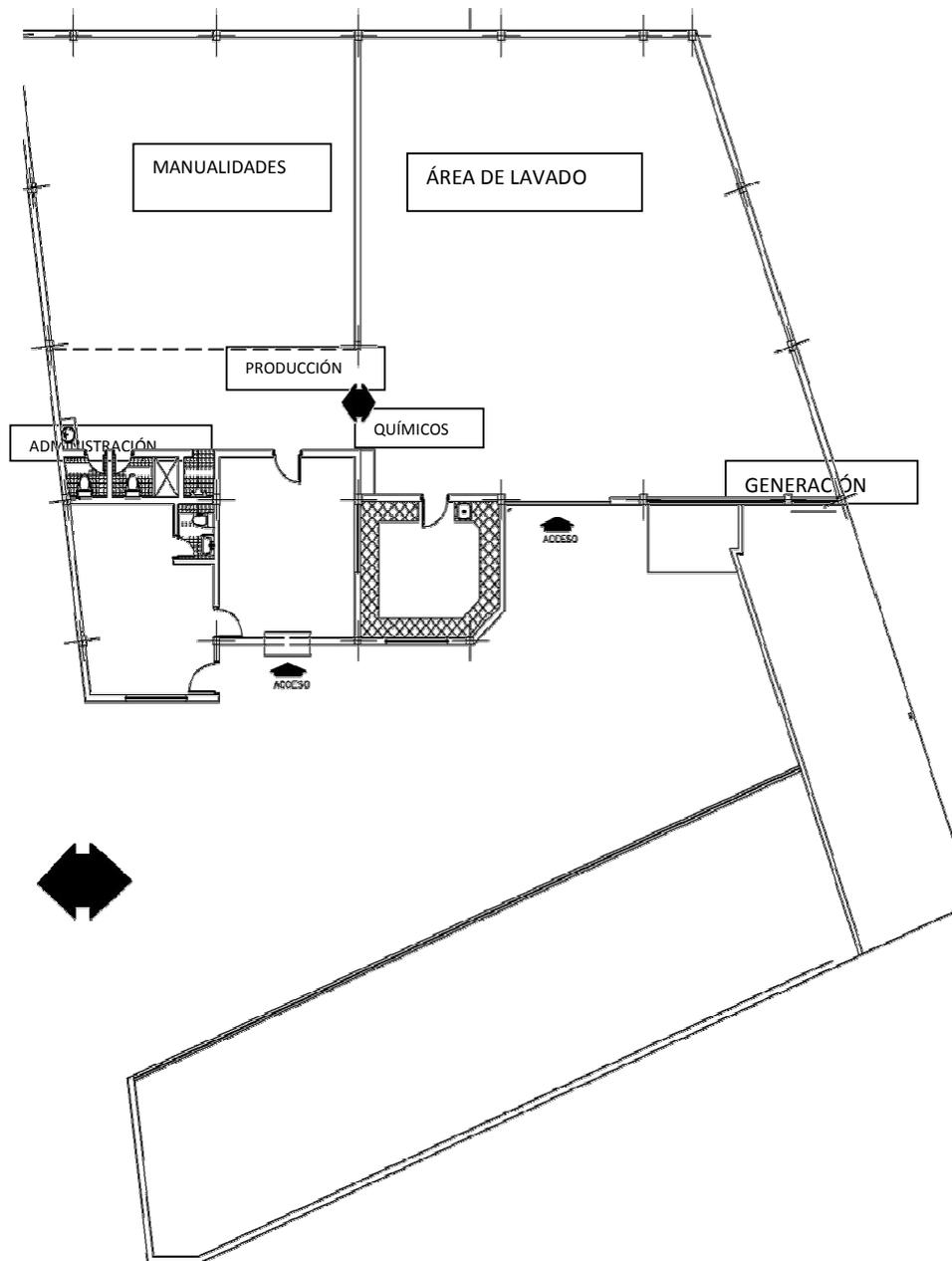


Figura 6.2 Área de lavandería

Fuente: El autor

6.1.3 ÁREA ADMINISTRATIVA

La función del área administrativa en la compañía "LASANTEX" es la de llevar los ingresos, egresos y novedades que se presenten en el transcurso de los días. Además debe presentar informes de la situación de la lavandería a los socios, con la finalidad que les permitirá tomar decisiones estratégicas para el fortalecimiento de la empresa. Esta área deberá ser de fácil acceso, estar alejada de las máquinas por el ruido que generan, considerando que el administrador necesita relacionarse con clientes, proveedores y visitantes.

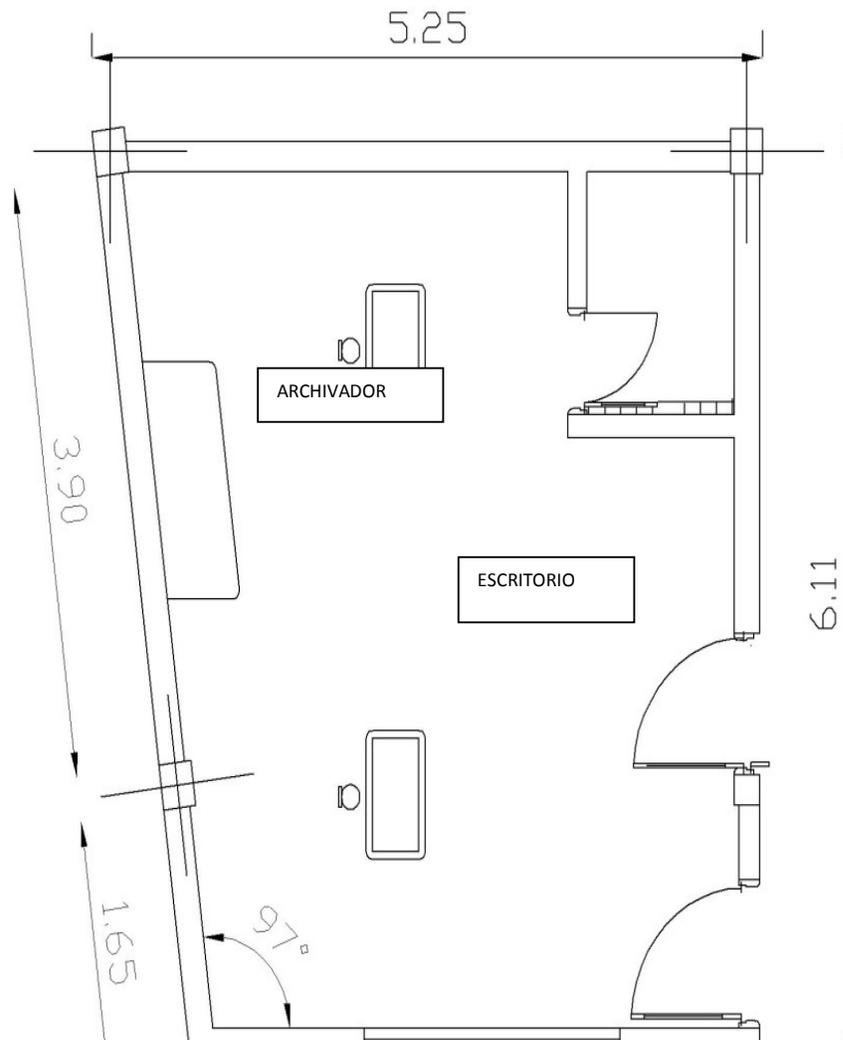


Figura 6.3 Plano área administrativa

Fuente: El autor

6.1.4 ÁREA DE BODEGA DE PRODUCCIÓN

La bodega de producción en la compañía "LASANTEX" tiene dos funciones, recibir prendas confeccionadas como materia prima que se la deberá transformar de acuerdo al requerimiento del cliente, la segunda de entregar las prendas transformadas (lavadas) a los clientes. Esta área debe ser de fácil acceso para que los clientes ingresen sus prendas confeccionadas para ser lavadas y retirarlas procesadas.

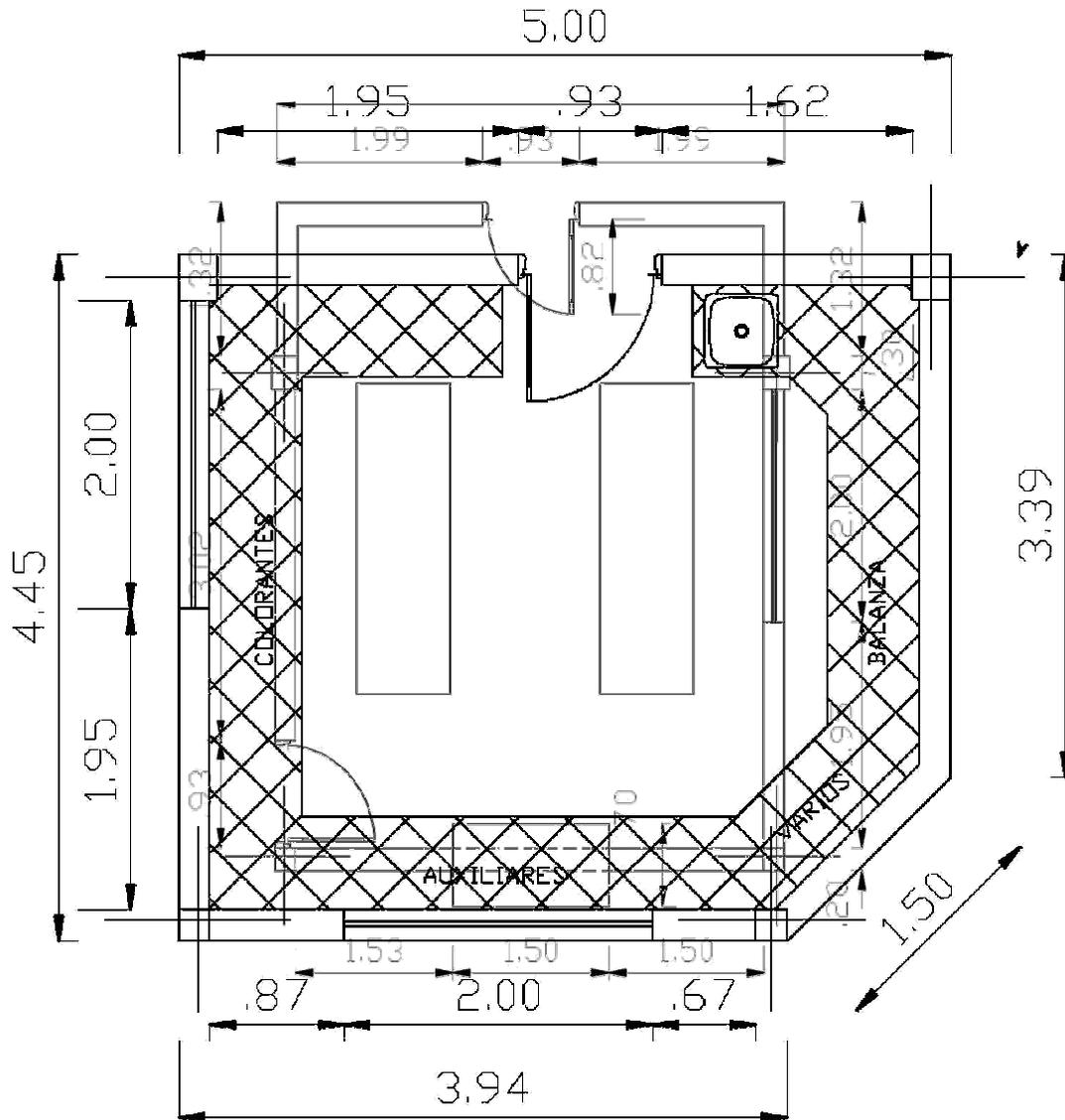


Figura 6.4 Área de bodega de producción

Fuente: Autor

6.1.5 ÁREA DE BODEGA DE QUÍMICOS

La bodega de químicos en la compañía “LASANTEX” tiene la función de almacenar y distribuir productos químicos para los diferentes procesos de lavado, por lo que se requerirá ubicarla en un ambiente ventilado y lo más cercano posible a las máquinas en donde se van a utilizar estos productos. Esta área es de acceso limitado y únicamente debe ingresar el técnico encargado de la planta.

6.1.6 ÁREA DE MÁQUINAS DE LAVADO

Para el área de máquinas de lavado se eligió el área más grande de la planta, por cuanto es el lugar en donde se instalan todas las máquinas que intervienen en el proceso de lavado, estas son: las lavadoras, las centrifugas y las secadoras. A esta área tiene libre acceso todo el personal que labora en la planta.

6.1.6.1 DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA

Para la distribución de la maquinaria se tiene que considerar varios aspectos fundamentales como, la optimización del espacio físico, las proyecciones de la compañía, la secuencia de los procesos y el requerimiento del cliente.

Para definir la distribución de la maquinaria se ha considerado dos alternativas organizacionales.

6.1.6.1.1 PRIMERA ALTERNATIVA ORGANIZACIONAL

En esta alternativa se contempló la ubicación de la maquinaria de tal forma que permita una secuencia continua de los procesos de lavado con la maquinaria existente, así como la ubicación del caldero lo más distante del área de lavado por considerarlo de riesgos para los trabajadores.

Esta alternativa no fue aplicada por cuanto no contempla proyecciones del ingreso de nuevas máquinas, de ejecutarse esta alternativa organizacional se ocuparía un 50% del espacio físico y si se requiriera instalar nuevas máquinas se debería reorganizar nuevamente.

En cuanto a la ubicación del caldero mientras más lejos se encuentre de la maquinaria, existirán más pérdidas de energía térmica y la seguridad de los trabajadores seguiría siendo la misma, mientras se mantenga dentro del área de generación.

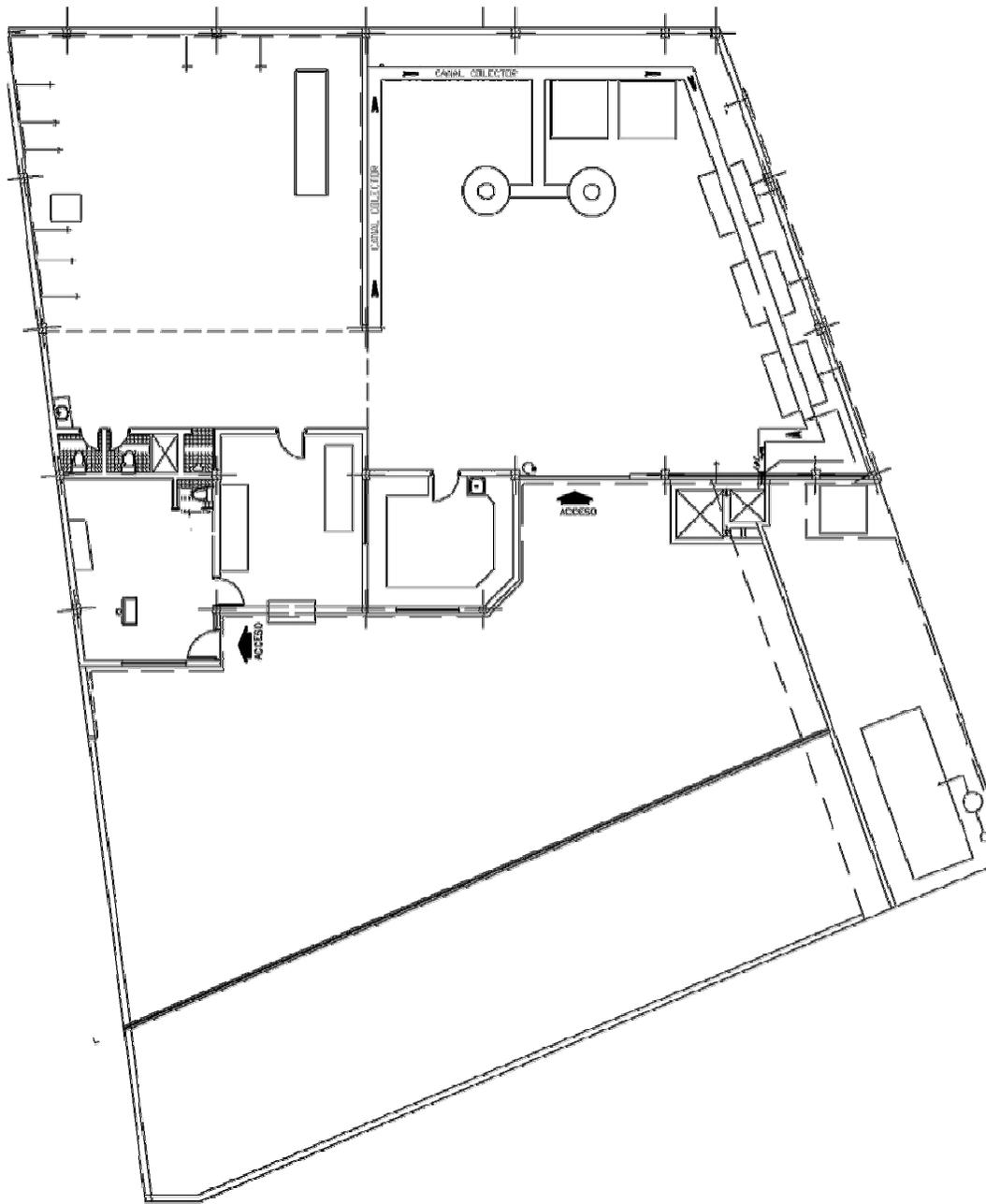


Figura 6.6 Primera alternativa organizacional

Fuente: El autor

6.1.6.1.2 SEGUNDA ALTERNATIVA ORGANIZACIONAL

En esta alternativa organizacional se realizó proyecciones en los espacios físicos, para la implementación a futuro de nueva maquinaria, el caldero se lo ubica en el área de generación pero lo más cerca posible del área de máquinas.

Esta alternativa es seleccionada por cuanto las proyecciones de los espacios físicos permiten la fácil ubicación a futuro de nueva maquinaria sin tener necesidad de reorganizar el área. Evitando tener gastos de reinstalación.

En cuanto a la ubicación de la caldera esta alternativa permite tener menos pérdidas de energía térmica, menos costos en material para su instalación por estar cerca del área de máquinas.

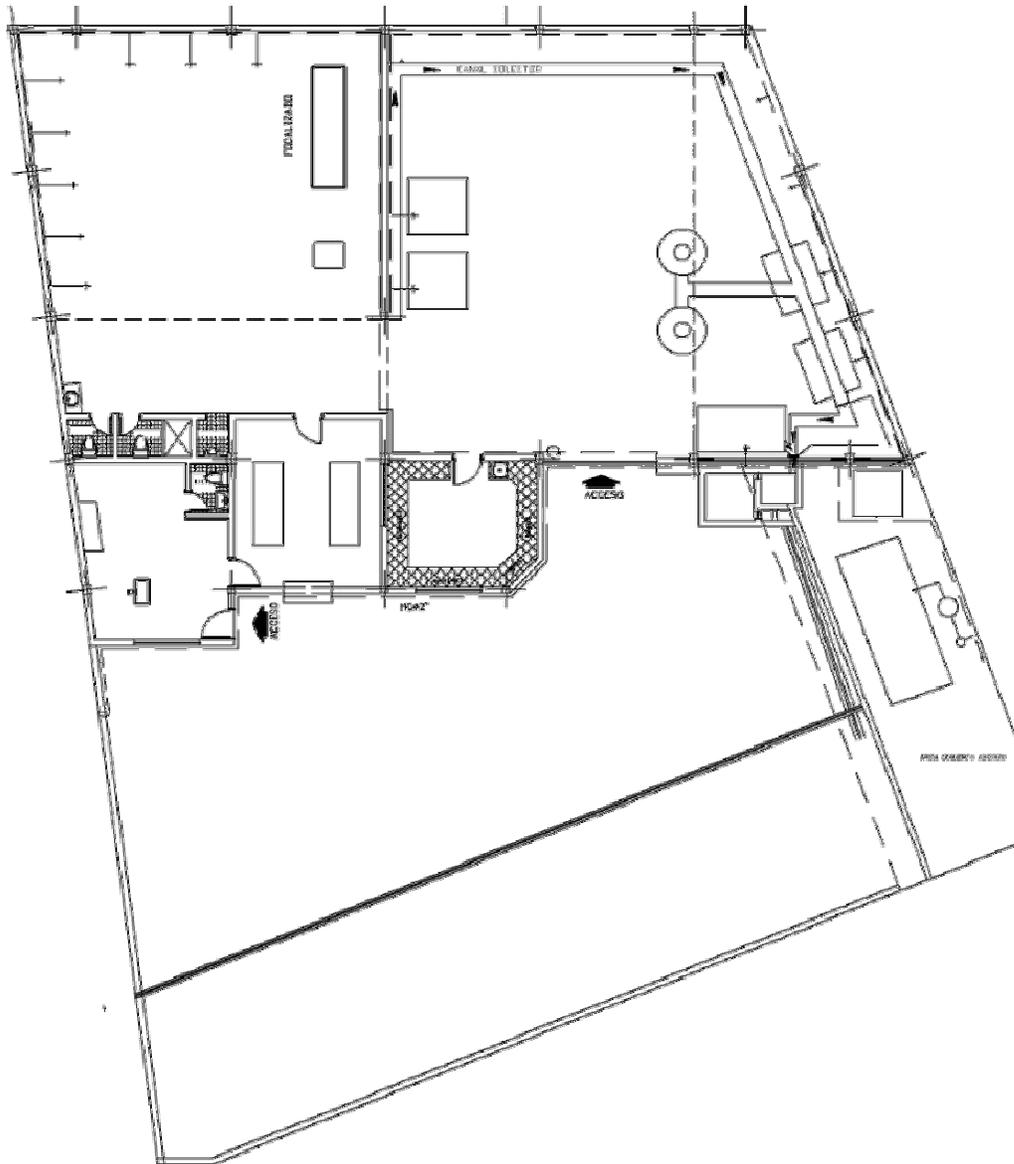


Figura: 6.7 Segunda alternativa organizacional

Fuente: El autor

6.1.7 ÁREA DE GENERACIÓN

El área de generación de la compañía "LASANTEX" es el lugar donde se instaló el caldero y el compresor, se lo ha elegido por ser un lugar alejado y aislado de las demás áreas, debido al riesgo que implica al ser máquina de alta presión y producir ruidos durante su funcionamiento. Esta áreas es de acceso restringido para el personal que no elabora en la planta y limitado al personal responsable de su manejo.

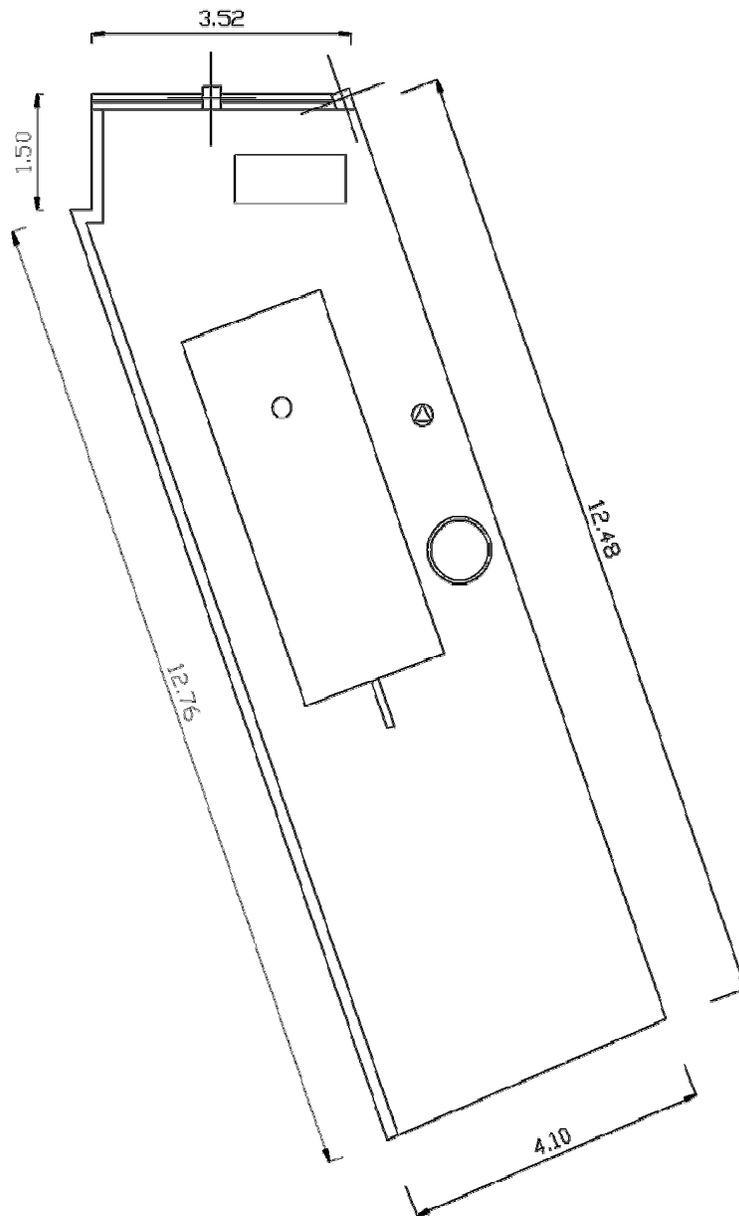


Figura: 6.8 Área de generación

Fuente: El autor

6.1.8 ÁREA DE MANUALIDADES

El área de manualidades requiere de un espacio amplio debido a que una persona trabaja realizando los efectos sobre un pantalón, es decir que cada pantalón a procesar requiere de una persona, por esta razón se eligió el espacio físico siguiente en tamaño al del área de lavado. A esta área pueden ingresar todas las personas que laboran en la planta.

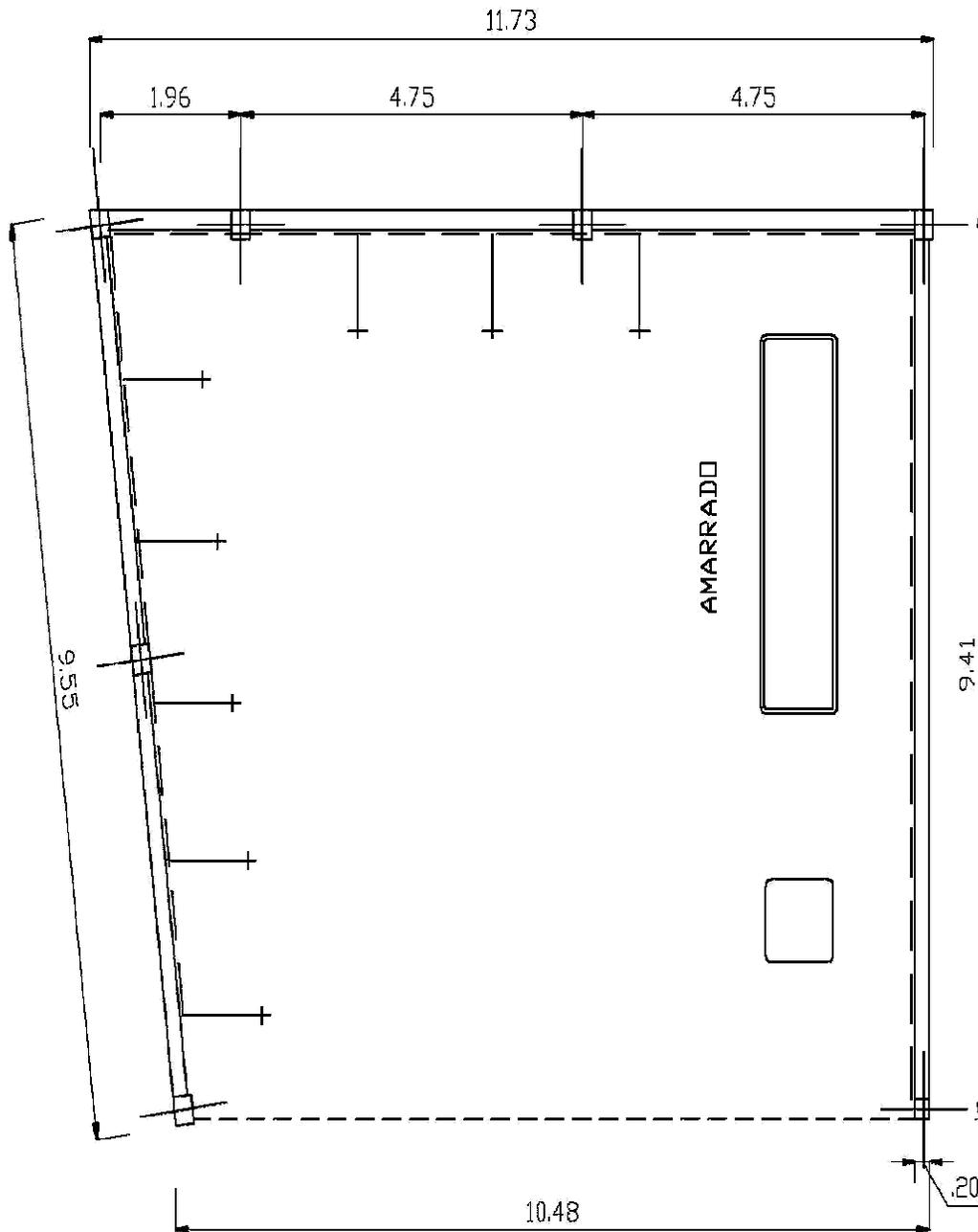


Figura: 6.9. Área de manualidades

Fuente: El autor

6.1.9 ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN

Durante el desarrollo de este capítulo se puede apreciar la organización de la compañía “LASANTEX”, que se realizó para cada una de sus áreas ya mencionadas, las mimas que tienen determinado su objetivo durante el proceso de lavado de jeans, por medio de esta organización se logró que los tiempos estándar de cada proceso y en cada área, se reduzcan cumpliendo con el objetivo de establecer un tiempo determinado en el proceso de lavado de jeans, lo que permite a la compañía planificar su producción y las entregas de los productos terminados a sus clientes.

Los detalles de la organización de la planta productiva de la compañía “LASANTEX” se encuentran en el Anexo 1

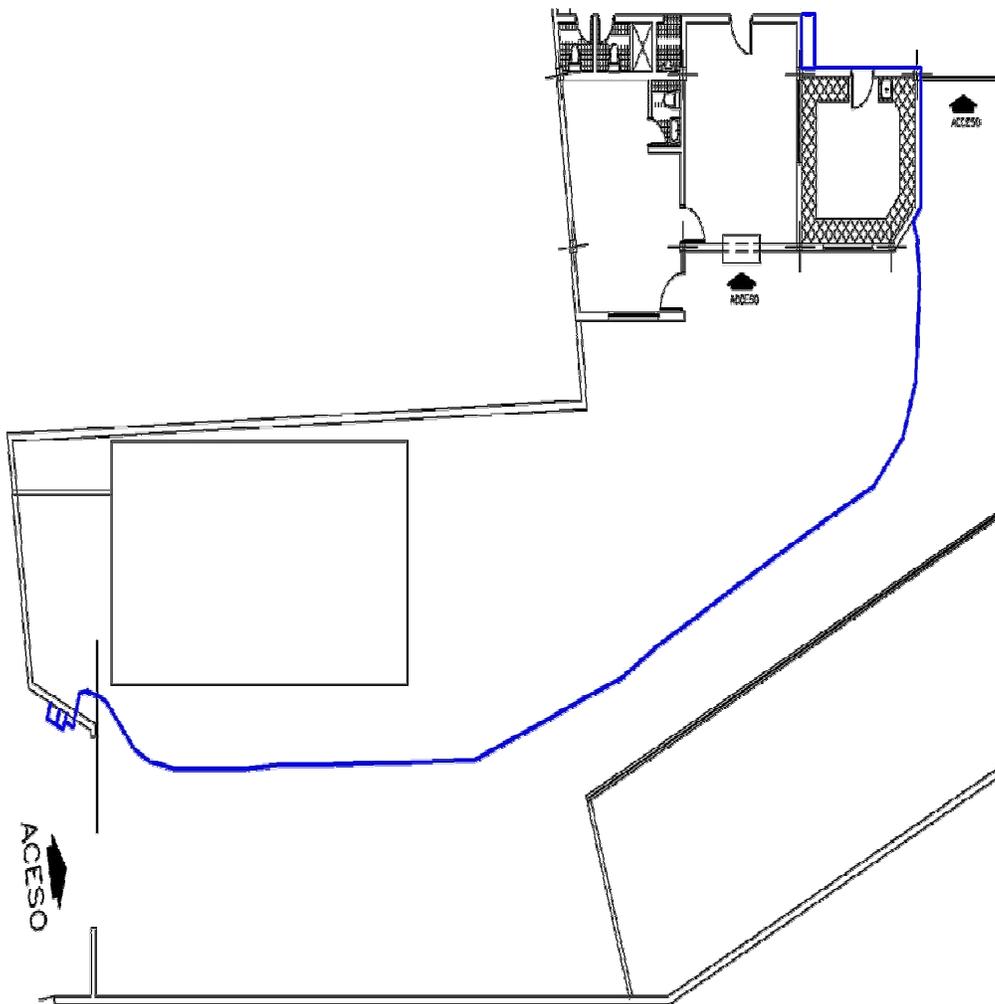


Figura: 7.1 Diseño de acometida eléctrica a la planta

Fuente: El autor

CAPÍTULO VII

7 DISEÑO, REQUERIMIENTO E INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS

7.1 DISEÑO DE ACOMETIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA HACIA LA PLANTA

Para el diseño de la red eléctrica de alimentación al tablero se realizó buscando la distancia más corta y segura, con la finalidad de disminuir pérdidas por resistencia del conductor, minimizar costos en material utilizado, y brindar seguridad al personal que trabaja en la planta, con esas condiciones la red se diseñó como se puede apreciar en el siguiente diagrama.

7.2 REQUERIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para realizar el estudio del presente trabajo es de vital importancia la recopilación de información, ya que esta permitió tener una visión del requerimiento de energía eléctrica para la instalación. Para la recopilación de información se debe identificar las actividades que se van a realizar en la compañía "LASANTEX", y el requerimiento de energía en las diversas áreas de trabajo, además se debe identificar las proyecciones.

7.2.1 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA

El levantamiento de la carga es un factor muy importante, permitió conocer la magnitud de la potencia que se va a instalar, con estos datos podremos obtener un consumo promedio de energía eléctrica.

La potencia a instalar se la obtuvo mediante la sumatoria de la corriente nominal de cada motor, obtenida de las placas de características. La tabla 7.1 contiene los valores de corriente nominal que le corresponde según la potencia y el voltaje.

Los motores de las máquinas son trifásicos 220 V, a una frecuencia de 60 Hz, de 4 polos y 750 rpm en promedio.

Aplica para motores trifásicos de 4 polos tipo jaula de ardilla 60 Hz

Potencia del motor en		Corriente nominal del motor α:				
kW	PS=hp	220-230 V	440 V	500 V	600 V	660-690 V
		A	A	A	A	A
0.18	1/4	1.1	0.55	0.46	0.40	-
0.25	1/3	1.4	0.76	0.59	0.56	-
0.37	½	2.1	1.06	0.85	0.77	0.7
0.55	3/4	2.7	1.25	1.20	1.02	0.9
0.75	1	3.3	1.67	1.48	1.22	1.1
1.1	1.5	4.9	2.26	2.1	1.66	1.5
1.5	2	6.2	3.03	2.6	2.22	2
2.2	3	8.7	4.31	3.8	3.16	2.9
3.7	5	14.2	7.1	6.2	5.2	4.4
5.5	7.5	20.6	10.3	8.9	7.5	6.7
7.5	10	27.4	13.5	11.9	9.9	9
11	15	39.2	19.3	16.7	14.1	13
15	20	52.6	26.3	22.5	19.3	17.5
18.5	25	64.9	32	28.5	23.5	21

Tabla: 7.1 Potencia del motor y corriente nominal

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/100769231/CatA%C2%A1logo-Cables-Elctricos-Comerciales-Phelps-Dodge>

7.2.1.1 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE LAVADO

Las máquinas de lavado a instalar son tres, cada máquina tiene un motor, dos son de 5 HP y la otra es de 10 HP, estos motores cumplen la misma función mover la canasta de la máquina. La compañía “LASANTEX” considerar una ampliación de un 100% adicional de máquinas. Obteniéndose los siguientes valores para la potencia nominal de la placa de características de los motores.

Equipo	Potencia HP	Corriente A
Lavadora 1	10	27.4
Lavadora 2	5	14.2
Lavadora 3	5	14.2
Proyección 100%	20	55.8
TOTAL	40	111.6

Tabla 7.2 Levantamiento de la carga máquinas de lavado

Fuente: Autor.

7.2.1.2 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE SECADO

Las máquinas de secado a instalar son dos de igual potencia y características, cada una tiene dos motores que cumplen diferentes funciones el primero mueve la canasta, y el segundo el ventilador. La potencia de estos motores permitió elaborar la siguiente tabla.

Equipo	Potencia HP	Corriente A
Secadora 1 canasta	3	8,7
Secadora 1 ventilador	3	8,7
Secadora 2 canasta	3	8,7
Secadora 2 ventilador	3	8,7
TOTAL	12	34.8

Tabla 7.3 Levantamiento de la carga máquinas de secado

Fuente: Autor

7.2.1.3 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO

Las máquinas de centrifugado son dos, equipadas con un motor de diferente potencia debido al tamaño de las mismas, tiene como función reducir al mínimo la cantidad de agua en las prendas, estas máquinas no requieren ampliación porque su capacidad productiva es alta, su funcionamiento solo es requerido al final del lavado. La potencia de estos motores se las obtuvo de la placa de características teniendo como resultado los siguientes valores.

Equipo	Potencia HP	Corriente A
Centrífuga 1	5	14.2
centrífuga 2	10	27.4
TOTAL	15	41.6

Tabla 7.4 Levantamiento de la carga máquinas de centrifugado

Fuente: El autor

7.2.1.4 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA MÁQUINAS DE GENERACIÓN

Las máquinas de generación son tres. La bomba que alimenta de la cisterna a las máquinas, el compresor de las máquinas de manualidades, el caldero que tiene dos motores, uno para la ventilación y otro para el ingreso del agua al interior del mismo.

La potencia de estos motores se las obtuvo de la placa de características teniendo como resultado los siguientes valores.

Equipo	Potencia HP	Corriente A
Caldero ventilador	5	14,2
Caldero bomba agua	5	14,2
Compresor	10	27.4
Bomba agua	5	14.2
TOTAL	25	70

Tabla 7.5 Levantamiento de la carga máquinas de generación

Fuente: El autor

7.2.1.5 TOTAL EN POTENCIA Y CORRIENTE NOMINAL

De este levantamiento se obtuvo un total en potencia y corriente nominal de los motores que se lo puede apreciar en la siguiente tabla.

máquinas	Potencia HP	Corriente A
lavadoras	40	111.6
Secadoras	12	34.8
Centrífugas	15	41.6
Generación	25	70
TOTAL	92	258

Tabla 7.6 Potencia y corriente nominal

Fuente: Autor

Como la corriente nominal es el valor máximo de un motor cuando trabaja con carga completa, difícilmente estarán simultáneamente funcionando, por lo que podemos considerarla como la corriente máxima que va a requerir la lavandería.

7.2.2 SELECCIÓN DEL NÚMERO DE CONDUCTOR

Con este valor de corriente nominal procederemos a determinar el número de cable que la lavandería requiere de acuerdo a las tablas de los proveedores en este caso PHELPS DODGE.



TTU

Cable TTU: PE-PVC 75 °C 600 V / XLPE-PVC 90° C 600V				
Calibre [AWG/MCM]	Nº hilos	Capacidad [Amp] al aire	canalizados	Diámetro ext. [mm]
14	7	30	25	4,5
12	7	40	30	5
10	7	55	40	5,6
8	7	80	55	7,2
6	7	105	75	9
4	7	140	95	10,3
2	7	190	130	11,8
1/0	19	260	170	15,3
2/0	19	300	195	16,4
3/0	19	350	225	17,7
4/0	19	405	260	19,2
250	37	455	290	21
350	37	570	350	24,9
500	37	700	430	28,3
750	61	885	535	33,9
1000	61	1055	615	37,8

Colores: negro
Aplicaciones:
- Interior de edificios
- Exteriores en edificios e industrias

Tabla 7.7 Numero de conductor y corriente máxima

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/100769231/CatA%C2%A1logo-Cables-Elctricos-Comerciales-Phelps-Dodge>

En la tabla 7.7 se ingresó con el valor de corriente que es de 258 amperios, se obtuvo que el número de cable es el 1/0 de 19 hilos, siendo el inmediatamente superior al del requerimiento.

Una vez determinado el número de cable se procedió a conectar la energía eléctrica desde el tablero de breakers, que provee la empresa eléctrica Ambato al interior de la planta, en un breakers principal 3RVT1 variable (con unidad de disparo termo magnético que se conectó al contacto normalmente cerrado del supervisor de tensión.



Figura 7.3 Conexión de la energía al tablero

Fuente: El autor

7.2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La distribución de la energía eléctrica se la realizo con breakers, estos distribuyen las cargas eléctricas en función de la potencia aparente, para delimitar y controlar el paso de la corriente a los motores de las máquinas, como se muestran en la siguiente tabla.

máquinas	Brakers 3RVT fijos (A)
lavadoras	120
Secadoras	40
Centrífugas	50
Generación	80

Tabla. 7.8 distribución de la energía eléctrica

Fuente: Autor



Figura 7.2 Distribución de la energía eléctrica

Fuente: El autor

7.3 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Para el funcionamiento de las máquinas primero se estableció el requerimiento en cuanto a control y fuerza, para el desarrollo de los procesos textiles, con el fin de determinar los materiales que vamos a necesitar para su instalación.

7.3.1 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS DE LAVADO

Las máquinas de lavado tienen instaladas un motorreductor con motor trifásico de 5 Hp, que se le instaló un circuito de control y fuerza para su funcionamiento.

Para las tres máquinas de lavado se detallara el funcionamiento de una máquina, por tener el mismo sistema de control y solo ser diferentes en la potencia de los elementos de fuerza siendo los diagramas iguales.

Parámetros de funcionamiento.

- Velocidad de la canasta debe ser de 30 – 32 rpm.
- Tiempo de aceleración del motor de 3 a 5 segundos.
- Sistema automático que realice inversiones periódicas derecha e izquierda.
- Sistema manual derecha.
- Sistema manual izquierda.
- Paro de emergencia.

Adicional a esto en la máquina se instala con la señalización de su estado de operación mediante iluminación con luces piloto.

7.3.1.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN

Para la instalación del sistema de control y fuerza de esta máquina se requirió de los siguientes materiales.

- Un Breaker control.
- Un Plc (logo siemens).
- Dos pulsadores Na.
- Un selector basto 3 posiciones.
- Un paro de emergencia
- Tres luces de señalización.
- Un breaker fuerza.
- Un contactor fuerza.
- Un variador de frecuencia MM440 5 Hp.

7.3.1.2 DIAGRAMA DE CONTROL MÁQUINA DE LAVADO

Dentro de las condiciones de funcionamiento de las máquinas de lavado se requiere realizar inversiones de giro del motor en forma automática y manual, para tal efecto nuestro sistema de control cuenta con un plc, que comandara estos giros durante ciertos ciclos pre establecidos a un variador de frecuencia que permitirá realizar las inversiones.



Figura 7.3 Instalación del sistema de control máquina de lavado

Fuente: El autor

El circuito de control funciona a un voltaje de 220V C.A. y estará dada por las líneas L1 y L2 como se muestra en la figura 7.4.

L2 es la línea común en la cual se encuentran conectados en un extremo las luces piloto, bobina A2 del contactor K1 y el punto N del logo PLC.

Para cerrar el circuito tenemos a la línea L1 que está conectado a un paro de emergencia que al ser accionado se enclava originando un contacto NO y abre el circuito en caso de alguna eventualidad en el proceso, continuando con la misma línea se energiza: la bobina A1 del contactor K1 que energiza el variador de frecuencia, paralelo al contactor por la misma línea energizamos el punto L del logo PLC el cual cumplirá la función de comandar al variador de frecuencia para los giros de la canastilla de la máquina.

En este sistema de control tenemos las opciones manual y automático para inversión de giro que estarán comandas por un selector de tres paciones fijo 3P, cuando el selector se ubica en la posición manual lado izquierdo, energiza la entrada I1 al PLC, permitiendo la opción de utilizar los pulsadores P1 giro derecho entrada I3 del PLC encendiéndose a su vez una luz piloto LP1 y P2 giro izquierdo mediante las entras del I4 del PLC encendiéndose a su vez una luz piloto LP2.

En la parte automática ubicamos el selector 3P a lado derecho dando una señal hacia la entrada I2 del PLC, dicha entrada está configurada para realizar los ciclos periódicos de inversión de giro a través de las salidas Q1 y Q2 del PLC.

LP3 es una luz intermitente roja que señala que el variador se ha detenido para iniciar una nueva inversión se realiza por medio de la salida Q3 del PLC.

Los diagramas del software del logo y parámetros de modificación se ve en el Anexo 2

7.3.1.3 DIAGRAMA DE FUERZA MÁQUINAS DE LAVADO

Las máquinas de lavado funcionan con un voltaje trifásico 220 V CA, que son accionadas con un motorreductor, que se manipula desde el tablero de control instalado en la estructura de la máquina.



Figura 7.5 Instalación de sistema de fuerza máquinas de lavado

Fuente: El autor

La energía principal está dada por las líneas R, S, T del diagrama de fuerza, estas líneas ingresan hacia un disyuntor termo magnético principal Dy, que servirá de protección para los diferenciales de voltaje y cortocircuitos que se presenten hacia las distintas cargas.

Del disyuntor Dy el voltaje se dirige hacia los extremos de un breaker BK1 dimensionado para la corriente nominal del motor, luego se dirige al contactor K1 que energizara los bornes R, S, T del variador de frecuencia, este espera una orden del sistema de control en las entradas digitales DIN 1 Y DIN2 a través de Q1 o Q2 del plc, para dar paso a la energía hacia los terminales del motor U, V, W originando el movimiento del motor dependiendo de la orden de control.

El esquema de bloques y bordes del variador de frecuencia mm 440 siemens.

Se las puede ver en el Anexo 3

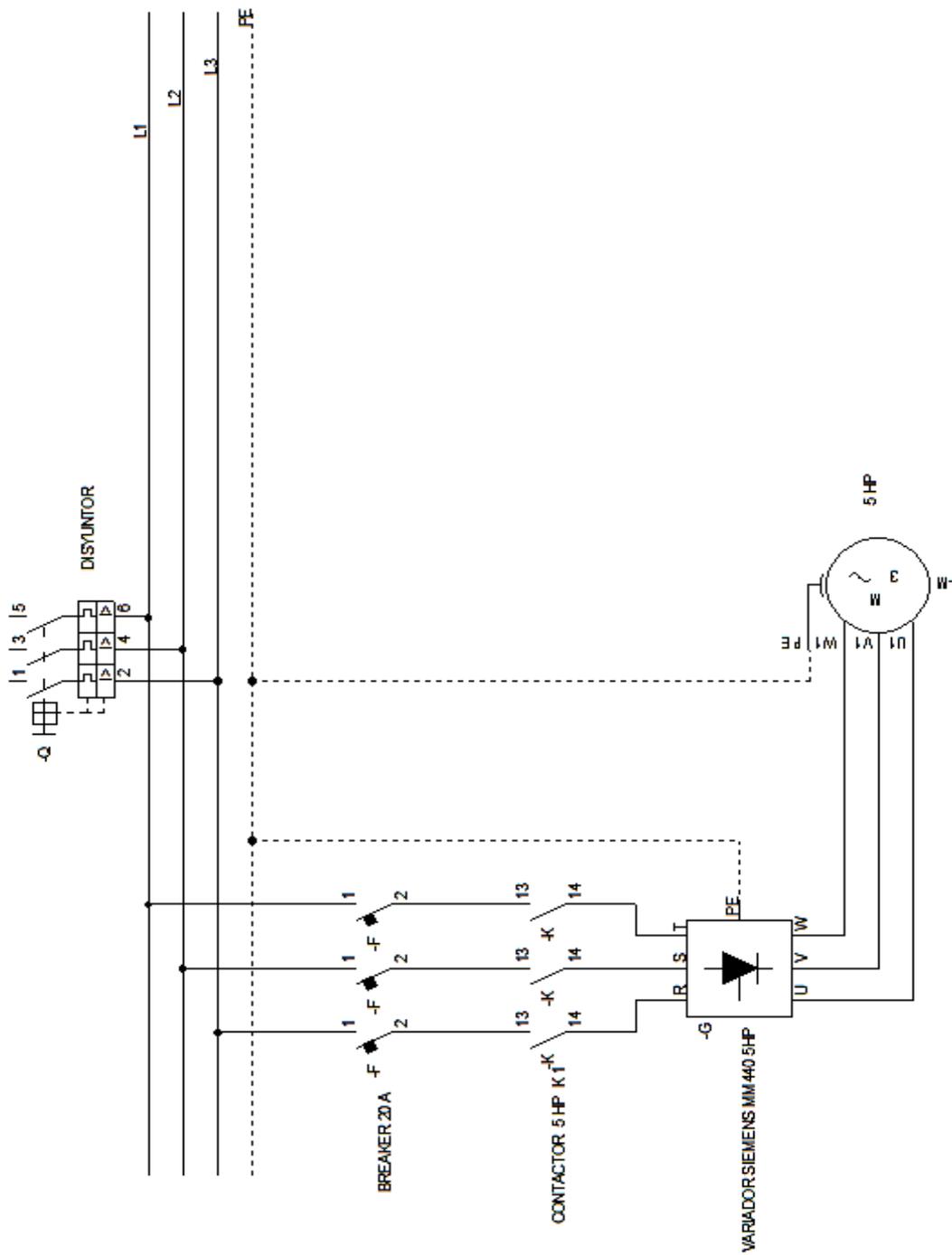


Figura 7.6 Diagrama de fuerza máquinas de lavado

Fuente: El autor

7.3.2 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO

Las máquinas de centrifugado tienen instalado un motor trifásico al que se le instaló un circuito de control y fuerza. Para las dos máquinas de centrifugado se detallara el funcionamiento de un sistema de control y fuerza, por tener un el mismo sistema de control y solo ser diferentes en la potencia de los elementos de fuerza siendo el diagrama igual en los dos casos.

Parámetros funcionamiento.

- Velocidad de la canasta 900 – 1000 rpm
- Tiempo de aceleración del motor 30 segundos.
- Tiempo de centrifugado 5 minutos.
- Un parado en rampa en cualesquier momento dentro del tiempo de centrifugado.
- Un paro de emergencia para cualesquier eventualidad.
- Un parado en rampa.

Adicional a esto la máquina tiene una señalización de su estado de operación mediante una luz piloto LP1.

7.3.2.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN

Para la instalación del sistema de control y fuerza de esta máquina se requirió de los siguientes materiales.

Un pulsador Nc.

Un pulsador Na.

Una luz piloto verde.

Un paro de emergencia.

Un breaker fuerza.

Un contactor.

Un variador de frecuencia MM440.

Una unidad de frenado

7.3.2.2 DIAGRAMA DE CONTROL MÁQUINA DE CENTRIFUGADO

Dentro del requerimiento de funcionamiento del motor de esta máquina se tiene la condición que debe trabajar por un tiempo determinado de 5 minutos, con la condición

de que se pueda detener en rampa en cualesquier momento o al final de este tiempo. Para este fin nuestro sistema de control cuenta con un variador de frecuencia MM440 de Siemens que permite detener al motor en rampa con la ayuda de una unidad de frenado. Unidad de frenado ver anexo 4.

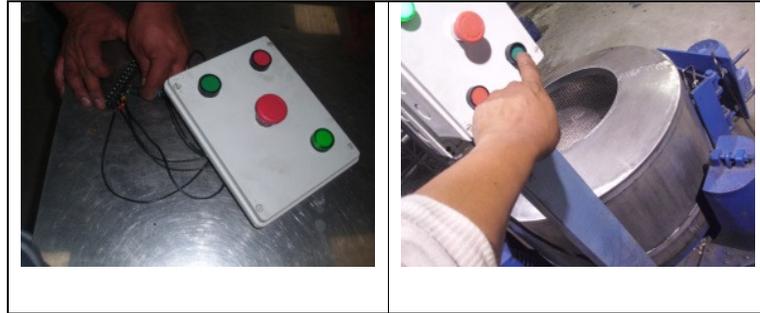


Figura 7.7 Instalación de control máquina de centrifugado

Fuente: Autor

El circuito de control funciona con un voltaje de 220V determinado por las líneas L1 y L2 como se muestra en el diagrama de control.

La línea L1 ingresa al paro de emergencia que al ser accionado se enclava y abre el circuito en el caso de tener algún inconveniente en la máquina, continuando por la misma línea llegamos a la bobina del contactor A1 y a P2. El contactor mantiene energizado al variador en espera de una orden, P2 es una botonera normalmente cerrada que cumple con el requerimiento de parar el motor en rampa en cualesquier momento, continuando por la salida de P2 encontramos una conexión en paralelo de P1 y R1. P1 es una botonera que puede iniciar un ciclo de centrifugado siempre que el paro de emergencia este sin accionarse y P2 se mantenga cerrada, R1 es un contacto normalmente abierto del relé auxiliar que permite el auto enclavamiento. Continuando con el circuito tenemos un contacto normalmente cerrado del timer, tiene la función de permitir el funcionamiento durante un tiempo previamente programado (cinco minutos) dando un reset al final de dicho tiempo, enviando al motor a un parado en rampa por medio del variador a través de la unidad de frenado.

Los detalles para la conexión de la unidad de frenado se los puede ver en Anexo 4

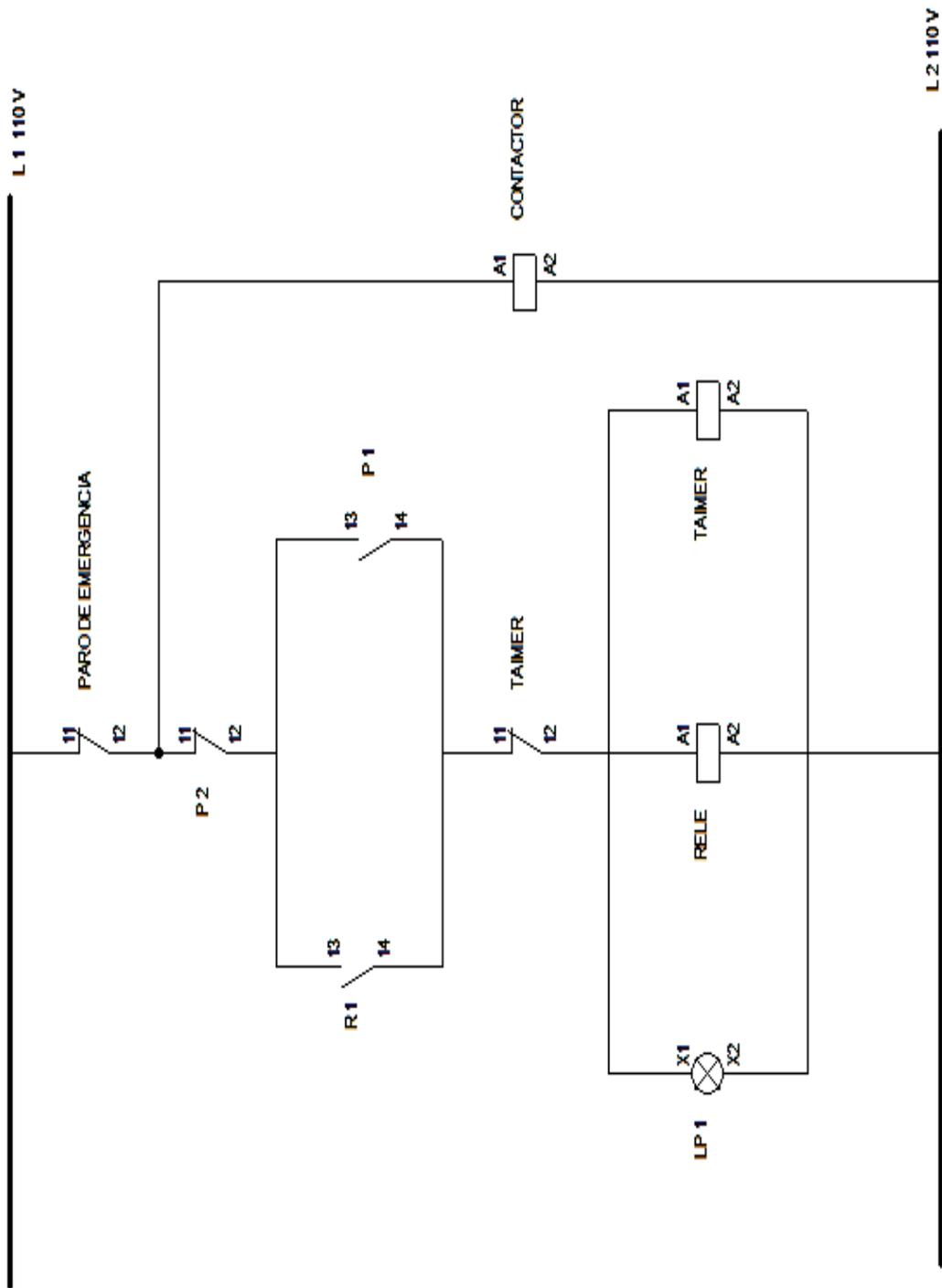


Figura 7.8 Diagrama de control máquina centrífuga

Fuente: El autor

7.3.2.3 DIAGRAMA DE FUERZA MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO

Las máquinas de centrifugado tienen un motor trifásico de 220 V CA que se manipula desde un tablero de control instalado junto a la máquina.



Figura 7.9 Instalación de fuerza máquina de centrifugado

Fuente: El autor

La energía principal ingresa al disyuntor termo magnético, servirá de protección para los diferenciales de voltaje y corto circuito que se presenten hacia las distintas cargas.

Del disyuntor el voltaje se dirige hacia los extremos de un breaker BK1 dimensionado para la corriente nominal del motor, luego al contactor K1 que energizara los bornes R, S, T del variador de frecuencia, este espera una orden del sistema de control en la entrada digital DIN 1 a través un contacto normalmente abierto del relé 1 para dar paso a la energía hacia los terminales del motor U, V, W originando el movimiento del motor dependiendo de la orden de control.

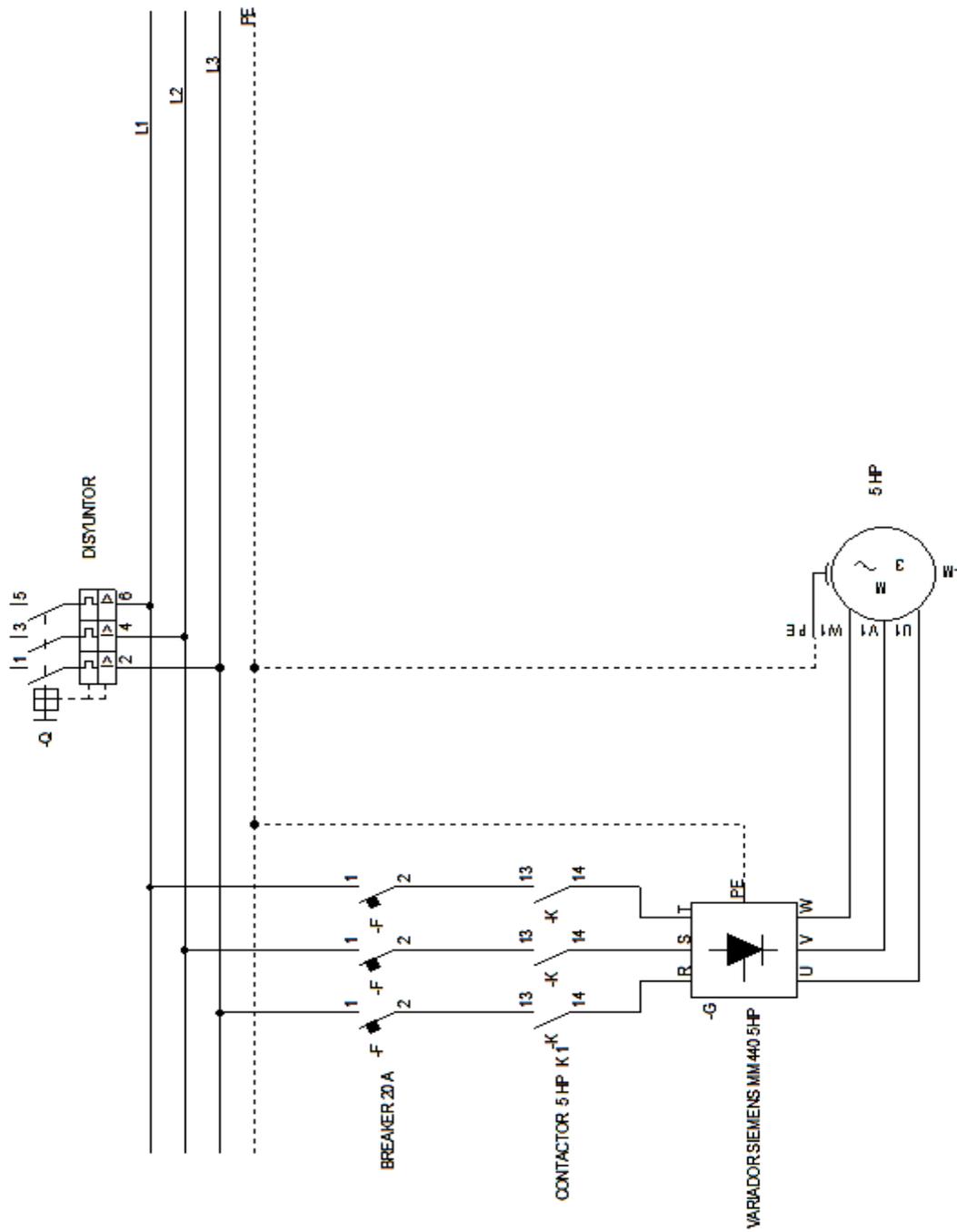


Figura 7.10 Diagrama de fuerza máquina centrífuga

Fuente: El autor

7.3.3 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS DE SECADO

Las máquinas de secado tienen instalados dos motores trifásicos a los que se les instaló un circuito de control y fuerza. Para las dos máquinas de secado se detallara el funcionamiento de una por tener el mismo sistema de control y fuerza los diagramas son iguales en los dos casos.

Parámetros de funcionamiento.

- Encendido de la canasta y ventilador.
- Apagado del ventilador cuando la temperatura sobrepase los 70 °C.
- Tiempo de aceleración del motor de la canasta en rampa de 3 segundos.
- Un apagado de la canasta y ventilador independientes.
- Señalización visual del estado del ventilador mediante LP1.
- Señalización visual del estado de la canasta mediante LP2.

7.3.3.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN

Para la instalación del sistema de control y fuerza de esta máquina se requieren los siguientes materiales.

- Un breaker control.
- Dos pulsadores Nc.
- Dos pulsadores Na.
- Dos luces piloto verde.
- Un termostato
- Dos breaker fuerza.
- Un contactor.
- Un relé térmico.
- Un arrancador.

7.3.3.2 DIAGRAMA DE CONTROL MÁQUINA DE SECADO

Para el funcionamiento de las máquinas de secado necesitamos describir por separado el sistema de control del motor del ventilador y del motor de la canasta.

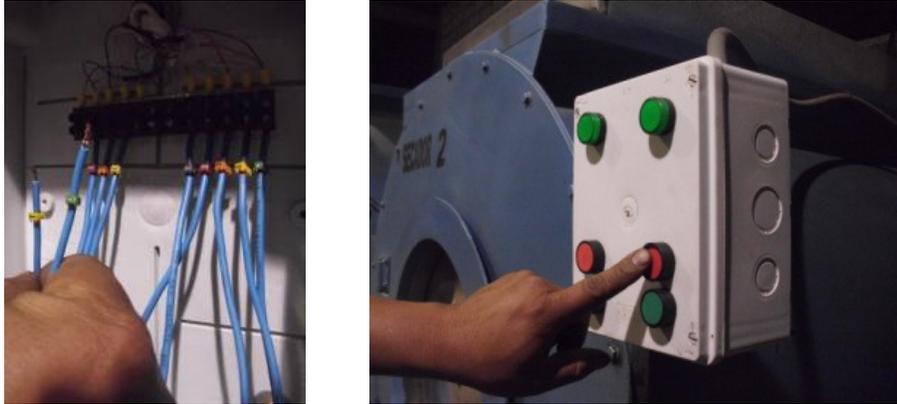


Figura 7.11 Instalación del tablero de control máquina de secado

Fuente: El autor

7.3.3.2.1 DIAGRAMA DE CONTROL MOTOR VENTILADOR

En circuito de control del ventilador funciona con voltaje de 220V que está determinado por L1 y L2, la línea L1 alimenta a un pulsador P1 que es una botonera normalmente cerrada, tiene como función apagar el circuito de control en cualesquier momento, conectado en serie tenemos un contacto variable del termostato, hace cumplir con la condición de apagado cuando la temperatura sobrepase los 70°C, siguiendo con el circuito tenemos una conexión en paralelo formados por P3 y K1. P3 es una botonera normalmente abierta que permite el auto enclavamiento de K1, continuando por el circuito nos encontramos con los terminales A1 del contactor, A1 del termostato y LP1. La línea L2 alimenta A2 del termostato y a RT1 que es un contacto normalmente cerrado de relé térmico, el mismo que energiza A2 del contactor y LP1, el circuito se cierra cuando K1 se haya auto enclavado iniciando el movimiento del motor del ventilador.

7.3.3.2.2 DIAGRAMA DE CONTROL MOTOR CANASTA

En circuito de control de la canasta funciona con voltaje de 220V que está determinado por L1 y L2, la línea L1 alimenta a un pulsador P2 que es una botonera normalmente cerrada tiene como función apagar el circuito de control en cualesquier momento, siguiendo con el circuito tenemos conectado en paralelo a P4 y K2. P4 es una botonera normalmente abierta que realiza el auto enclavamiento de K2 cuando se la presiona siempre que P2 esté cerrada, cuando se ha producido el auto enclavamiento de K2 se energiza A1 del arrancador y LP2. La línea L2 energiza a A2 del arrancador y LP2 se inician el movimiento de motor de la canasta, la aceleración en rampa se da por medio del arrancador.

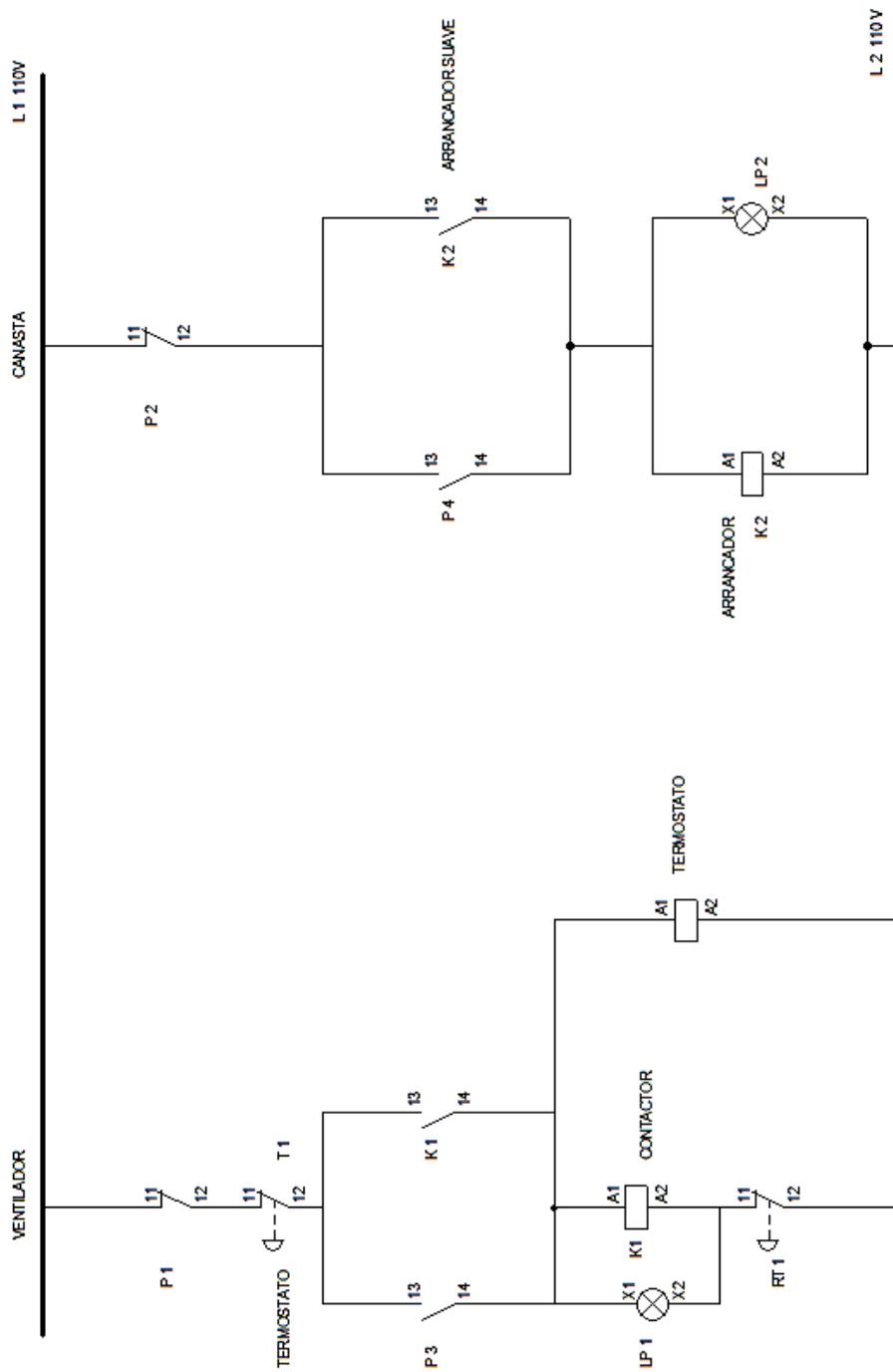


Figura 7.12 Diagrama de control máquina de secado

Fuente: El autor

7.3.3.3 DIAGRAMA DE FUERZA MÁQUINAS DE SECADO

Las máquinas de secado tienen dos motores trifásico de 220 V CA, están controlados desde un tablero que se instaló en la estructura de la máquina.

La energía principal ingresa al disyuntor termo magnético que servirá de protección para los diferenciales de voltaje y corto circuito que se presenten hacia las distintas cargas.

Para el funcionamiento de las máquinas de secado necesitamos describir por separado el sistema de fuerza del motor del ventilador y del motor de la canasta.

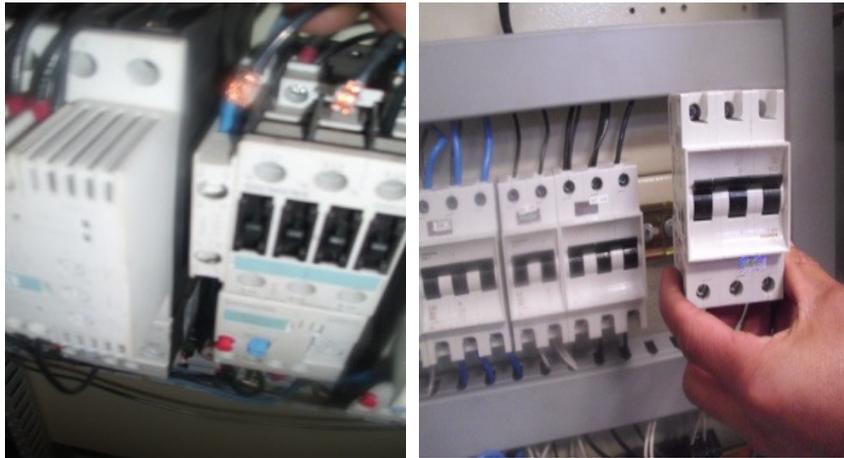


Figura 7.13 Instalación del sistema de fuerza máquina de secado

Fuente: El autor

7.3.3.3.1 DIAGRAMA DE FUERZA MOTOR VENTILADOR

La energía principal ingresa al disyuntor termo magnético, servirá de protección para los diferenciales de voltaje y corto circuito que se presenten hacia las distintas cargas.

Del disyuntor el voltaje se dirige hacia los extremos de un breaker 2 dimensionado para la corriente nominal del motor, luego se dirige al contactor K2, pasa por el relé térmico 1 y alimenta al motor. El motor se energiza dependiendo de la orden de control en los bornes A1 y A2 de K2.

7.3.3.3.2 DIAGRAMA DE FUERZA MOTOR CANASTA

Del disyuntor el voltaje se dirige hacia los extremos de un breaker 1 dimensionado para la corriente nominal del motor, luego se al arrancador 1 que alimenta al motor. El motor se energiza dependiendo de la orden de control en A1 y A2 del arrancador.

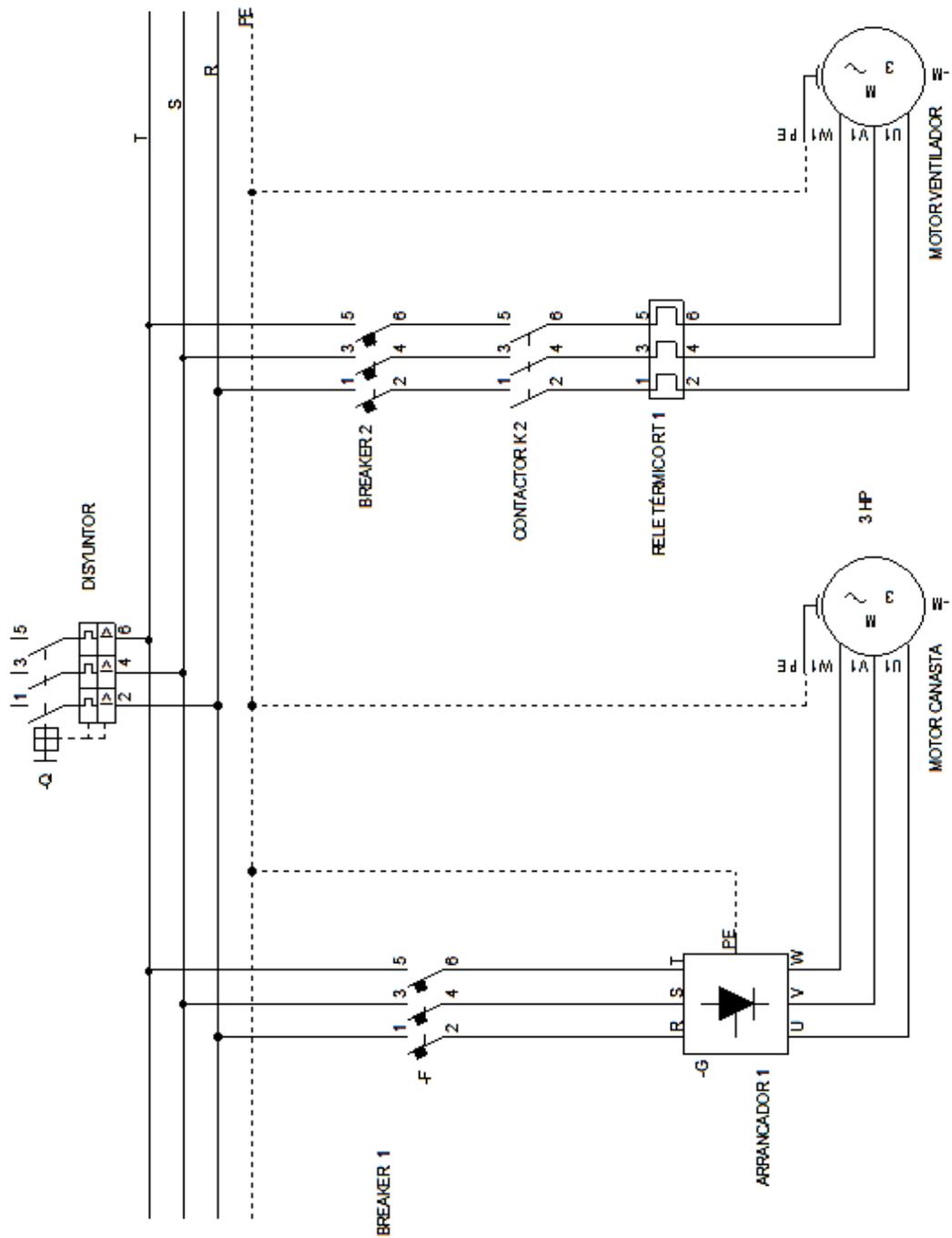


Figura 7.14 Diagrama de fuerza máquina de secado

Fuente: El auto

7.3.4 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MOTOR DEL COMPRESOR

La máquina tienen instalado un motor de 10 Hp trifásico el mismo que se lo hace funcionar mediante un circuito de control y fuerza.



Figura 7.15 Instalación de control y fuerza motor del compresor

Fuente: El autor

Parámetros de funcionamiento.

- Encendido del motor cuando se requiera aire comprimido y la presión del presostato esté por debajo de la calibración.
- Apagado del motor cuando la presión llegue a los valores calibrados en el presostato o en cualesquier momento de su funcionamiento.
- Señalización visual del estado del motor mediante LP1.

7.3.4.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN

Para la instalación del sistema de control y fuerza de esta máquina se requieren los siguientes materiales.

- Un paro de emergencia.
- Un presostato.
- Una luz piloto verde LP1.
- Un breaker fuerza.
- Un contactor.
- Un relé térmico.

7.3.4.2 DIAGRAMA DE CONTROL DEL MOTOR DEL COMPRESOR

El circuito de control del compresor funciona con voltaje de 220V, que está determinado por las líneas L1 y L2.

L1 ingresa al selector 1 con el que puede abrir o cerrar el circuito en cualesquier momento, el selector está conectado en serie con el contacto variable del presostato,

este se abre o cierra dependiendo de la presión en el interior del tanque del compresor, cuando el selector y el presostato están cerrados se energiza LP1 y la bobina A1 del contactor k1.

La línea L2 ingresa por el contacto normalmente cerrado del relé térmico 1, energiza a la bobina A2 del contactor y a LP1, cerrando el circuito e iniciando el movimiento del motor.

7.3.4.3 DIAGRAMA DE FUERZA DEL MOTOR DEL COMPRESOR

El compresor tiene un motor trifásico de 220 V CA que es controlado desde un tablero, la energía principal ingresa al disyuntor termo magnético, que servirá de protección para los diferenciales de voltaje y corto circuito que se presenten hacia las distintas cargas.

Del disyuntor el voltaje se dirige hacia los extremos de un breaker 1 dimensionado para la corriente nominal del motor del compresor, luego se dirige al contactor K1, pasa por el relé térmico 1 y alimenta al motor. El motor se energiza dependiendo de la orden de control en los bornes A1 y A2 del contactor K1.

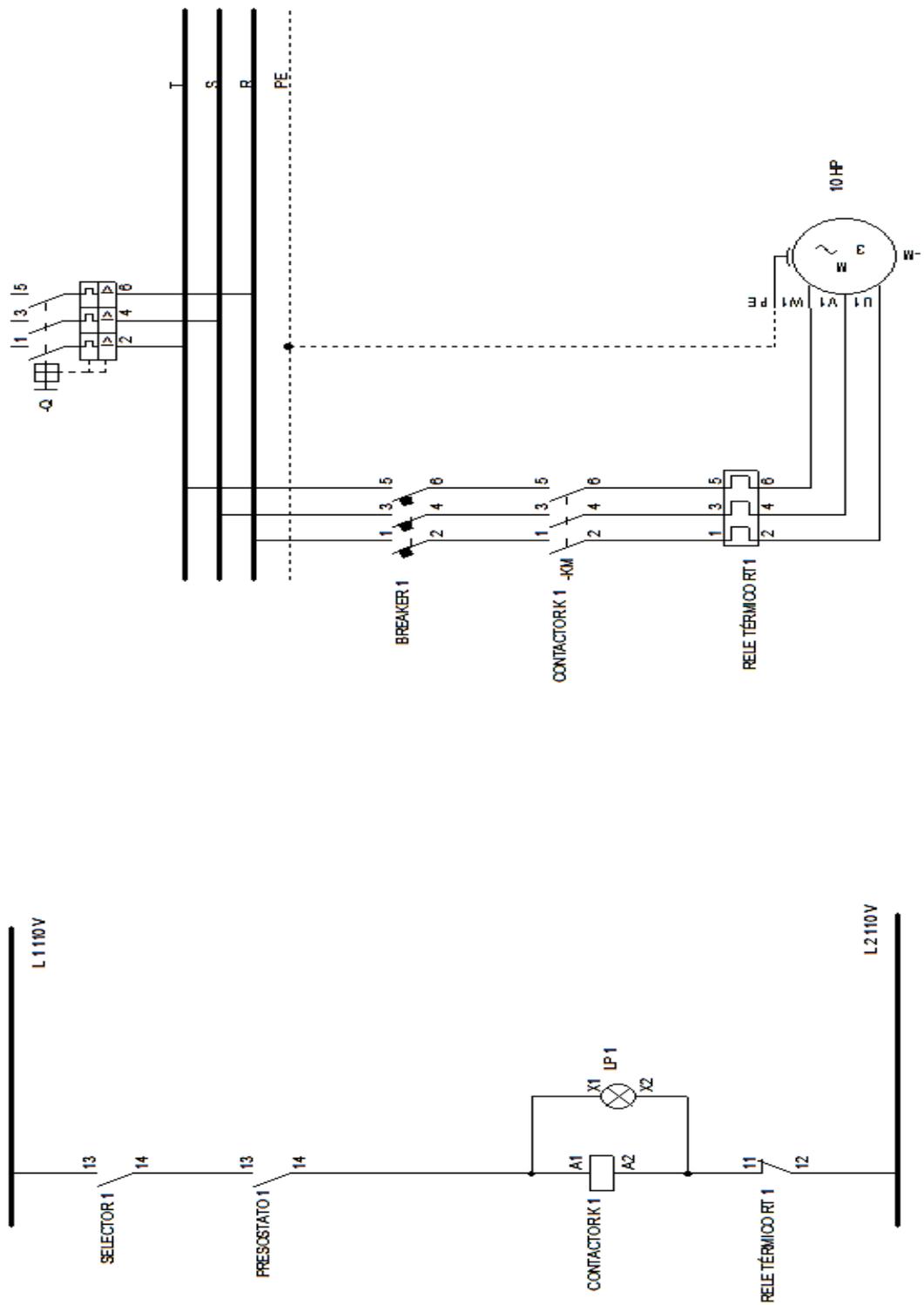


Figura 7.16 Diagrama de control y fuerza motor compresor

Fuente: El autor

7.3.5 INSTALACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA

La bomba de agua tienen instalado un motor de 5 Hp trifásico el mismo que se los hace funcionar mediante un circuito de control y fuerza.



Figura 7.17 Instalación del sistema de control y fuerza bomba de agua

Fuente: Autor

Parámetros de funcionamiento.

- Encendido del motor cuando se requiera agua y la presión del presostato esté por debajo de la calibración.
- Apagado del motor cuando la presión llegue a los valores calibrados en el presostato o en cualesquier momento de su funcionamiento.
- Encender el motor solo si existe agua en la cisterna.
- Señalización visual del estado del motor mediante LP1.

7.3.5.1 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN

Para la instalación del sistema de control y fuerza de esta máquina se requieren los siguientes materiales.

- Un breaker control.
- Un selector.
- Un presostato.
- Un control de nivel.
- Una luz piloto verde LP1.
- Un breaker fuerza.
- Un contactor.
- Un relé térmico.

7.3.5.2 DIAGRAMA DE CONTROL DEL MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA

El circuito de control del motor de la bomba de agua funciona con voltaje de 220V que está determinado por L1 y L2. La línea L1 ingresa al selector 1 con el que puede abrir o cerrar el circuito en cualesquier momento, el selector está conectado con el contacto variable del presostato y A1 del control de nivel. El presostato está conectado en serie con el contacto variable del control de nivel. Si el selector 1, presostato y control de nivel están cerrados se energiza la bobina del contactor K1 en el terminal A1 y a LP1.

La línea L2 ingresa por el contacto normalmente cerrado del relé térmico 1 y energiza a la bobina A2 del contactor K1 y a LP1 cerrando el circuito e iniciando el movimiento del motor.

7.3.5.3 DIAGRAMA DE FUERZA DEL MOTOR DE LA BOMBA DE AGUA

La bomba de agua tiene un motor trifásico de 220 V CA que es controlado desde un tablero, la energía principal ingresa al disyuntor termo magnético que servirá de protección para los diferenciales de voltaje y corto circuito que se presenten hacia las distintas cargas.

Del disyuntor el voltaje se dirige hacia los extremos de un breaker 1 dimensionado para la corriente nominal del motor, luego se dirige al contactor K1, pasa por el relé térmico 1 y alimenta al motor. El motor se energiza dependiendo de la orden de control en los bornes A1 y A2 del contactor K1.

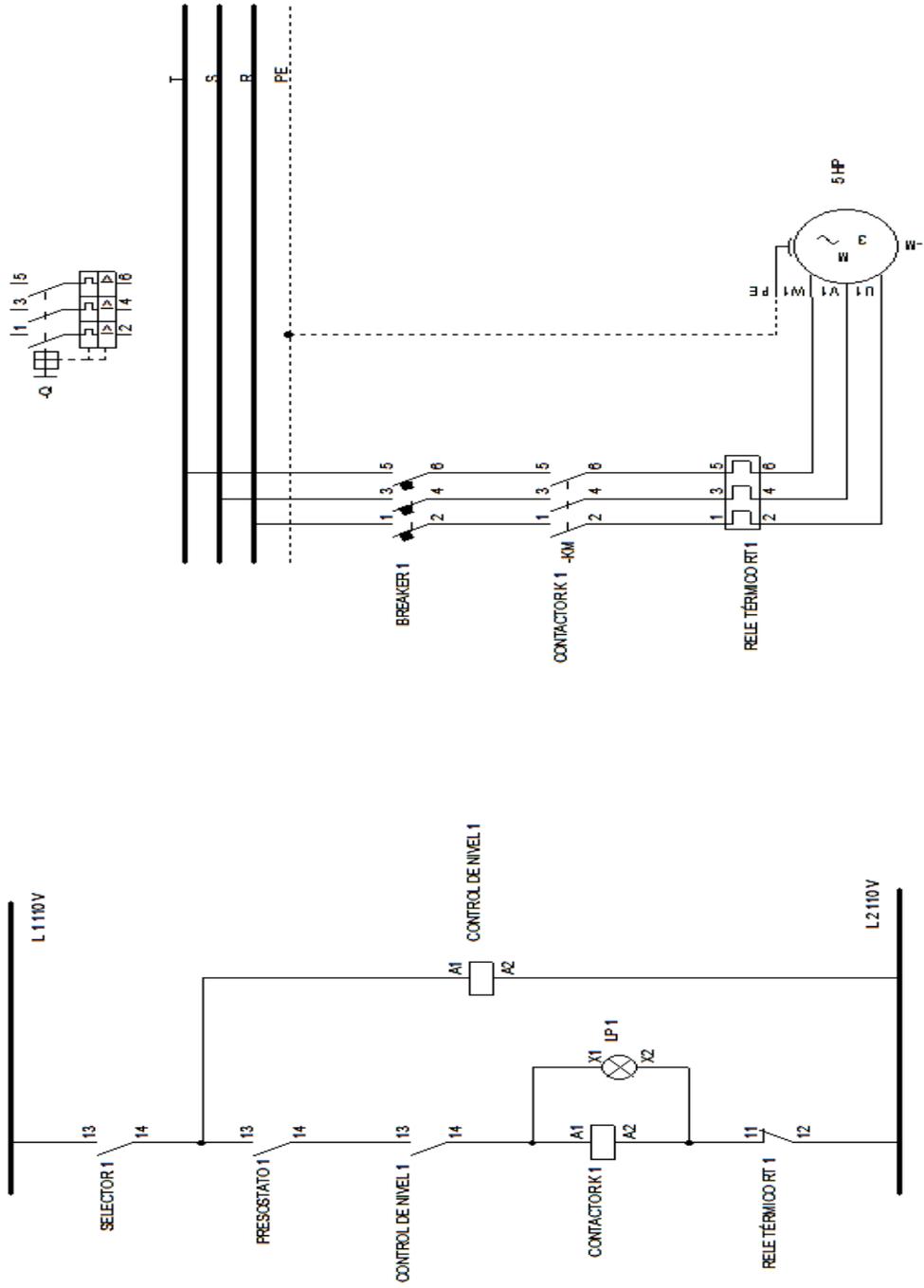


Figura 7.18 Diagrama de control y fuerza motor bomba de agua

Fuente: El auto

8.1.2 SELECCIÓN DE LA TUBERÍA

La tubería para el sistema de agua para la compañía "LASANTEX", antes de ser seleccionada se procede a realiza un cálculo de requerimiento para las máquinas existentes y las que posteriormente se puedan instalar, considerando el tamaño de la planta se estima en un 100% adicional.

8.1.2.1 CAUDAL REQUERIDO EN MÁQUINAS DE LAVADO

Para obtener el caudal requerido en las máquinas de lavado se procedió a elaborar una tabla, en la que se tiene como constantes la relación de baño de la tabla 4.1, la capacidad de las máquinas y el tiempo máximo de los volúmenes agua para los diferentes procesos. Utilizando estos parámetros se obtuvo la siguiente tabla para un turno de ocho horas.

PROCESOS	R : B	Kg. M1	Kg. M2,M3	L. M 1	TIEMPO EN MINUTOS. M1.	L. M2;M3	TIEMPO EN MINUTOS. M2:M3	PROC/T.M1.	PROC/T.M2.	PROC/T.M3.	L./DIA. M1.	L./DIA. M2.	L./ DIA. M3.	SUMA	
desengome	1 : 6	100	50	600	3.00	300	1.25	5	0	0	3000	0	0	3000	
stone	1 : 4	100	50	400	2.00	200	0.83	5	0	0	2000	0	0	2000	
bajado tono	1 : 6	100	50	600	3.00	300	1.25	0	4	3	0	1200	900	2100	
neutralizado	1 : 4	100	50	400	1.33	200	0.83	0	6	4	0	1200	800	2000	
reducción	1 : 3	100	50	300	1.00	150	0.63	0	2	1	0	300	150	450	
oxidado	1 : 4	100	50	400	1.33	200	0.83	0	2	1	0	400	200	600	
tinturados	1 : 6	100	50	600	4.00	300	2.00	0	4	3	0	1200	900	2100	
fijado	1 : 4	100	50	400	1.33	200	0.83	0	4	3	0	800	600	1400	
enjuagues	1 : 5	100	50	500	1.67	250	1.04	5	16	7	2500	4000	1750	8250	
blanqueo	1 : 5	100	50	500	1.67	250	1.04	0	2	1	0	500	250	750	
suavizado	1 : 3	100	50	300	1.00	150	0.63	0	7	6	0	1050	900	1950	
siliconado	1 : 3	100	50	300	1.00	150	0.63	0	1	1	0	150	150	300	
VOLUMEN													L.	/	24900
TOTAL													TURNOS		

- Kg = PESO DE LAS PRENDAS EN KILOGRAMOS
- M = MÁQUINAS.
- RB= RELACIÓN DE BAÑO.
- L = VOLUMEN DE AGUA EN LITROS
- PROC/T= PROCESOS POR TURNO

Tabla 8.1 Requerimiento de agua en un turno de ocho horas en la compañía "LASANTEX"

Fuente: El autor

Para determinar el caudal de consumo en las máquinas lavadoras se procede a determinar el caudal instantáneo, es decir, el consumo de las 3 (tres) máquinas lavadoras con una factor de simultaneidad del 0,6; según se indica en la tabla 8.2.

Máquina	Proceso	Consumo (lts)	Tiempo (min)	Caudal m ³ /h
M1	Desengome	600	3	12
M2	Tinturado	300	2	9
M3	Tinturado	300	2	9
CAUDAL CRÍTICO				30
factor de simultaneidad			0.6	
Caudal instantáneo máquinas de lavado				18

Tabla 8.2 Caudal de consumo para máquinas lavadoras

Fuente: El autor

8.1.2.2 REQUERIMIENTO DE AGUA EN LA CALDERA

Para el volumen de agua en la caldera utilizamos la tabla general de consumo máximo de agua, con la capacidad del caldero como valor fijo tenemos que el caldero tiene una potencia de 70 CC. Este valor lo obtenemos de la máquina que es de propiedad de la compañía LASANTEX.



Potencia Caldera CC	Rapidez de evaporac. GPM	Factor de encendido	Capacidad bomba GPM	Capacid. del tanque galones	Tamaño tanque plg.
10	0,70	2	2	30	16x42
15	1,00	2	3	30	16x42
20	1,40	2	3	30	16x42
25	1,70.	2	4	30	16x42
30	2,10	2	4	30	16x42
40	2,80	2	6	30	16x42
50	3,50	2	7	60	22x43
60	4,10	2	8	60	22x43
70	4,80	2	10	60	22x43
80	5.50	2	11	100	24x56

Tabla 8.3 Consumo de agua caldera

Fuente: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4502/1/7022

Para un caldero de potencia (70 CC), se requiere de 4.8 galones/minuto cuando el caldero trabaja a su máxima capacidad.

Cálculo del consumo de agua para el caldero

$$\text{Consumo de agua} = 4.80 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}}$$

Transformado a litros

$$4.8 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}} \frac{3.785 \text{ litros}}{1 \text{ galon}} \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 1\,090 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} = 1,090 \frac{m^3}{h}$$

8.1.2.3 REQUERIMIENTO DE AGUA PARA LA MEZCLA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Para mezclar los diversos productos químicos como colorantes, suavizantes oxidantes entre otros se estimó un 0.0085 % del consumo total de los procesos de las máquinas de lavado. Esta estimación se utilizó después de realizar un muestreo, por tener relación directa con los procesos.

$$\text{Volumen de agua para el mezclado de químicos} = 24900 \frac{\text{litros}}{\text{turno}} * 0,0085$$

$$V \text{ de agua para el mezclado de químicos} = 212 \frac{\text{litros } 1 \text{ turno}}{\text{turno } 8 \text{ horas}} = 26.5 \frac{\text{litros}}{\text{hora}}$$

Sumando los caudales instantáneos calculados, tenemos:

Máquina	Caudal (m ³ /hora)
Caudal instantáneo crítico	18
Mezcla de productos Químicos	0.0265
Caldero	1.09
Total	19.12

Tabla 8.4 Resumen de requerimientos de agua

Fuente: El autor

8.1.2.4 REQUERIMIENTOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL

La lavandería requiere un caudal de agua de 19,12 m³/ hora, en base a las instalaciones existentes y un coeficiente de simultaneidad de 0,6. Considerando que existe el proyecto de ampliación de tres máquinas lavadoras, el caudal de diseño para la selección de la bomba y tubería, sería cómo se indica en la tabla 8.5.

Requerimientos	Caudal (m ³ /hora)
Requerimiento actual	19.12
Futura ampliación (100%)	19.12
Total	38.24

Tabla 8.5 Caudal de agua para diseño

Fuente:El autor

El caudal de diseño seleccionado será de 40 m³/h.

8.1.2.5 CÁLCULO DEL DIÁMETRO PARA LA TUBERÍA DE SUCCIÓN

para determinar los diámetros de la tubería de succión de PVC se utilizo los datos del Anexo 5, la ecuación 4.2 y el caudal de diseño se procedio a calcular la velocidad en el interior de la tubería. EL valor de velocidad maxima del fluido en la tubería lo encontramos en la tabla 4.3.

Cálculo del diámetro para la succión			
Material: PVC			
Dato	Valor	Unidades	Observaciones
Q	40	m ³ /h	Valor de diseño
Diámetro exterior nominal	73,02	mm	equivale a 3,0 plg
Espesor	7,01	mm	
Diámetro interior	59	mm	
Velocidad	4,01	m/s	Valor máximo de diseño 5 m/s

Tabla 8.6 diámetro tubería de succión y velocidad en la tubería.

Fuente: El autor

8.1.2.6 CÁLCULO DEL DIÁMETRO PARA LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN

para determinar los diámetros de la tubería de impulsión, se utilizó los datos de el espesor y diámetros estándares de la tubería galvanizada Anexo 6, la ecuación 4.2 y el caudal de diseño, con lo que se procedió a calcular la velocidad en el interior de la tubería. EL valor de velocidad máxima del fluido en la tubería lo encontramos en la tabla 4.3.

Cálculo del diámetro para la impulsión			
Material: Acero galvanizado			
Dato	Valor	Unidades	Observaciones
Q	40	m ³ /h	Valor de diseño
Diámetro exterior nominal	76,1	mm	equivale a 2,5 plg
Espesor	3,6	mm	
Diámetro interior	68,9	mm	
Velocidad	2,94	m/s	Valor máximo de diseño 5 m/s

Tabla 8.7 diámetro y velocidad tubería de impulsión

Fuente:El autor

8.1.2.7 CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

Calculado los diámetros de las tuberías, tanto en lado de la succión como en el lado de impulsión, se deben analizar las pérdidas por fricción en los tramos rectos y en los accesorios, datos de utilidad para determinar la altura manométrica para la selección de la bomba.

Para obtener los cálculos de pérdidas y cálculo de la altura manométrica, se debe realizar un esquema general de la instalación para ir definiendo las alturas, longitud de tubería, accesorios, válvulas, cono difusor, etc., según se indica en la figura 8.2.

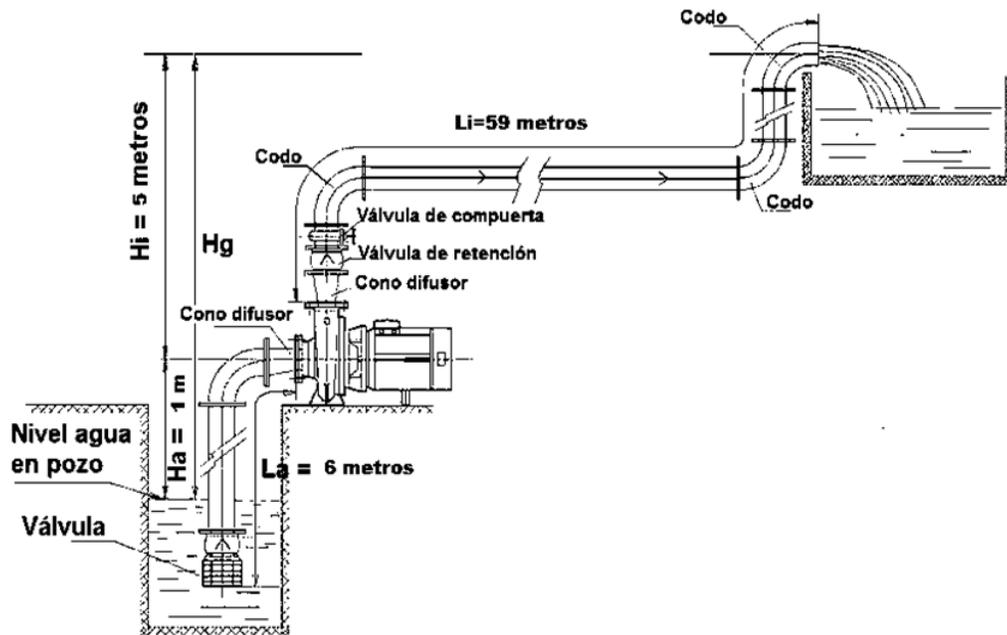


Figura 8.2 Esquema general de la instalación para cálculo de altura manométrica

Fuente: El autor

8.1.2.7.1 CÁLCULO DE LONGITUD EQUIVALENTE

Se procede a calcular la longitud equivalente por tubería y accesorios, tanto para el lado de succión como en la descarga, siendo sus unidades en metros de columna de agua (mca).

TUBERÍA DE SUCCIÓN DIÁMETRO DE 59 mm

Cantidad	característica	Equivalencia en metros	Total de metros	Observación
6	Tubería lineal	1	6	La
1	Válvula de pie	12	12	
1	Codos 90°	1,3	1,3	
1	Cono difusor	5	5	
Longitud equivalente			24,3	

*Se considera los datos para un diámetro de 80 mm, tabla 4.5

Tabla 8.8 longitud equivalente tubería de succión

Fuente: El autor

TUBERÍA DE IMPULSIÓN DIÁMETRO 68.9 mm

Cantidad	Característica	Equivalencia en metros	Total de metros	Observación
59	Tubería lineal	1	59	Li
3	Válvula	2	6	
19	Codos 90 ⁰	1,3	24,7	
2	Codos 45 ⁰	0,8	1,6	
1	curva	1	1	
1	Cono difusor	5	5	
3	Válvula	15	45	Válvula media abierta
Longitud equivalente			142,3	

*Se considera los datos para un diámetro de 80 mm, tabla 4.5

Tabla 8.9 longitud equivalente tubería de impulsión

Fuente: El autor

8.1.2.7.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA

Con los datos del caudal y el diámetro de las tuberías se calculó las pérdidas de carga equivalentes.

Material tubería PVC. Factor de corrección 1

Descripción	Dato	Unidad	Observación
Caudal	40	m ³ /h	Caudal de diseño
Longitud equivalente	23,3	m	
Pérdida de carga	15 m/100 m	mca	Tabla 4.4
Pérdidas de carga equivalente total	3,5	mca	P _{c,a}

*Pérdidas de carga equivalente según tabla 4.4

Tabla 8.10 perdidas de carga tubería de succión

Fuente: Autor

Material tubería HG. Factor de corrección 1,5

Descripción	Dato	Unidad	Observación
Caudal	40	m ³ /h	Caudal de diseño
Longitud equivalente	142,3	m	
Pérdida de carga	6,5 m/100 m	mca	Tabla 4.4
Pérdidas de carga equivalente total	9,2495	mca	P _{c,i}
Pérdidas de carga equivalente total por tipo de material tabla 4.4	13,87425	mca	P _{c,i}

*Pérdidas de carga equivalente según tabla 4.4

Tabla 8.11 pérdidas de carga tubería de impulsión

Fuente: El autor

8.1.2.7.3 CÁLCULO ALTURA MANOMÉTRICA

Se calculó mediante la ecuación 4.4

Descripción	Dato	Unidad	Observación
Altura de succión	1	m	Ha
Altura de impulsión	5	m	Hi
Pérdidas tubería y accesorios succión	3,50	m	P _{c,a}
Pérdidas tubería y accesorios impulsión	13,87	m	P _{c,i}
Altura total de succión	4,50	m	A _{spiración} = Ha + P _{c,a}
Altura total de impulsión	18,87	m	I _{mpulsión} = Hi + P _{c,i}
Altura manométrica	23,37	m	H _m = H _{asp} + H _{imp}

Tabla 8.12 cálculo de altura manométrica

Fuente: Autor

8.1.3.2 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA

La tubería de succión es la encargada de dirigir el fluido hasta la bomba, esta tubería se encuentra en contacto interno y externo con el agua por lo que se seleccionó una tubería de PVC con la finalidad de evitar la oxidación de tubo en el interior de la cisterna.

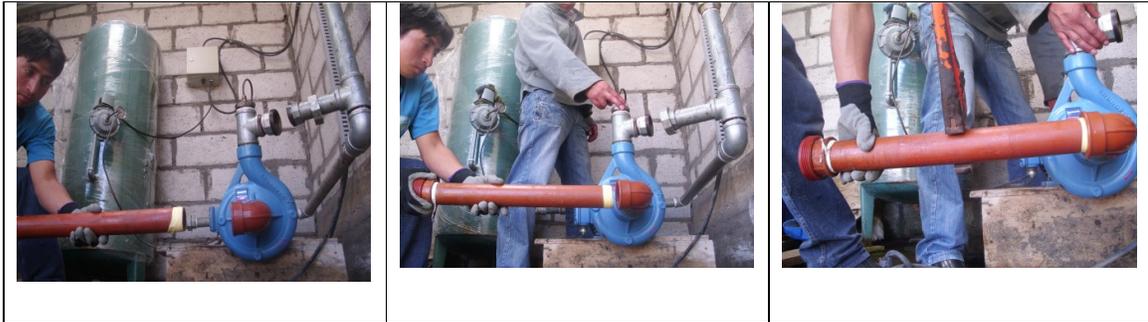


Figura 8.3 Conexión de la tubería de PVC

Fuente: El autor

8.1.3.3 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN

Para la distribución del fluido desde la descarga de la bomba hasta la entrada de la maquinaria se seleccionó una tubería galvanizada de 2-1/2 pulgada tomando la precaución de roturas y dilatación térmica dentro de un área de acuerdo con el plano ya diseñado.



Figura 8.4 Conexiones de la tubería galvanizada de 2-1/2 pulgadas

Fuente: El autor

8.1.3.4 INSTALACIÓN DE LA RED PRINCIPAL DE TUBERÍA

La instalación de la red requiere de accesorios como codos, Tés, llaves de paso, tapones, etc. La tubería es sometida por varios procesos para que pueda ser ensamblada, los cuales son:

- Corte de la tubería. Este proceso se lo realiza en forma manual por medio de un arco de sierra, permitiendo cortar la tubería a la medida que se requiera.
- Roscado. El roscado permite el acople seguro entre dos o más elementos, el mismo que se realiza con la herramienta llamada terraja que tiene el mismo diámetro que la tubería, la rosca se la realiza en un rango de 3 – 4 cm.
- Acople y ajuste. Para el acople de la tubería se requiere de accesorios como codos, universales, uniones etc. Para evitar fugas entre la unión de la tubería y los accesorios se coloca teflón en el mismo sentido del ajuste, una vez que se cumple con estos parámetros se procedió a ajustar la tubería de forma manual con la ayuda de una llave de tubo como se puede ver en las imágenes.



Figura 8.5 Instalación red hidráulica

Fuente: El autor

8.1.3.5 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA A LAS MÁQUINAS

Para realizar el acople de la tubería de la red principal y la máquina se requiere de una universal.

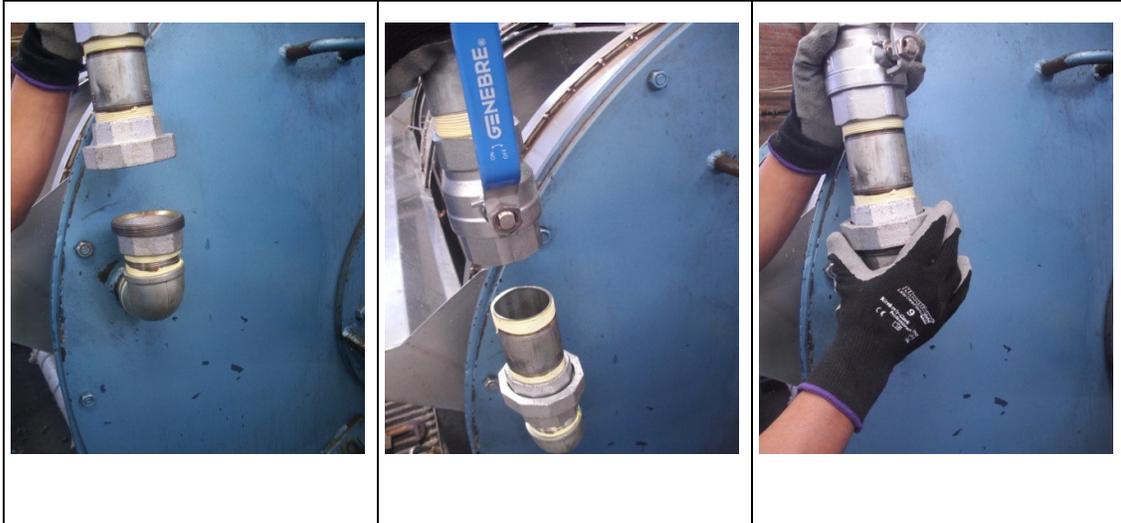


Figura 8.6 Instalación red hidráulica a las máquinas

Fuente: El autor

8.2 DISEÑO, SELECCIÓN DE LA TUBERÍA E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR

8.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE VAPOR

Para la elaboración de un diseño primeramente se buscó la distancia más corta, segura y con la menor cantidad de obstáculos en la construcción civil entre el lugar de generación de vapor (caldera) y los puntos de consumo (las máquinas), obteniendo como resultado el siguiente plano para la instalación de vapor.

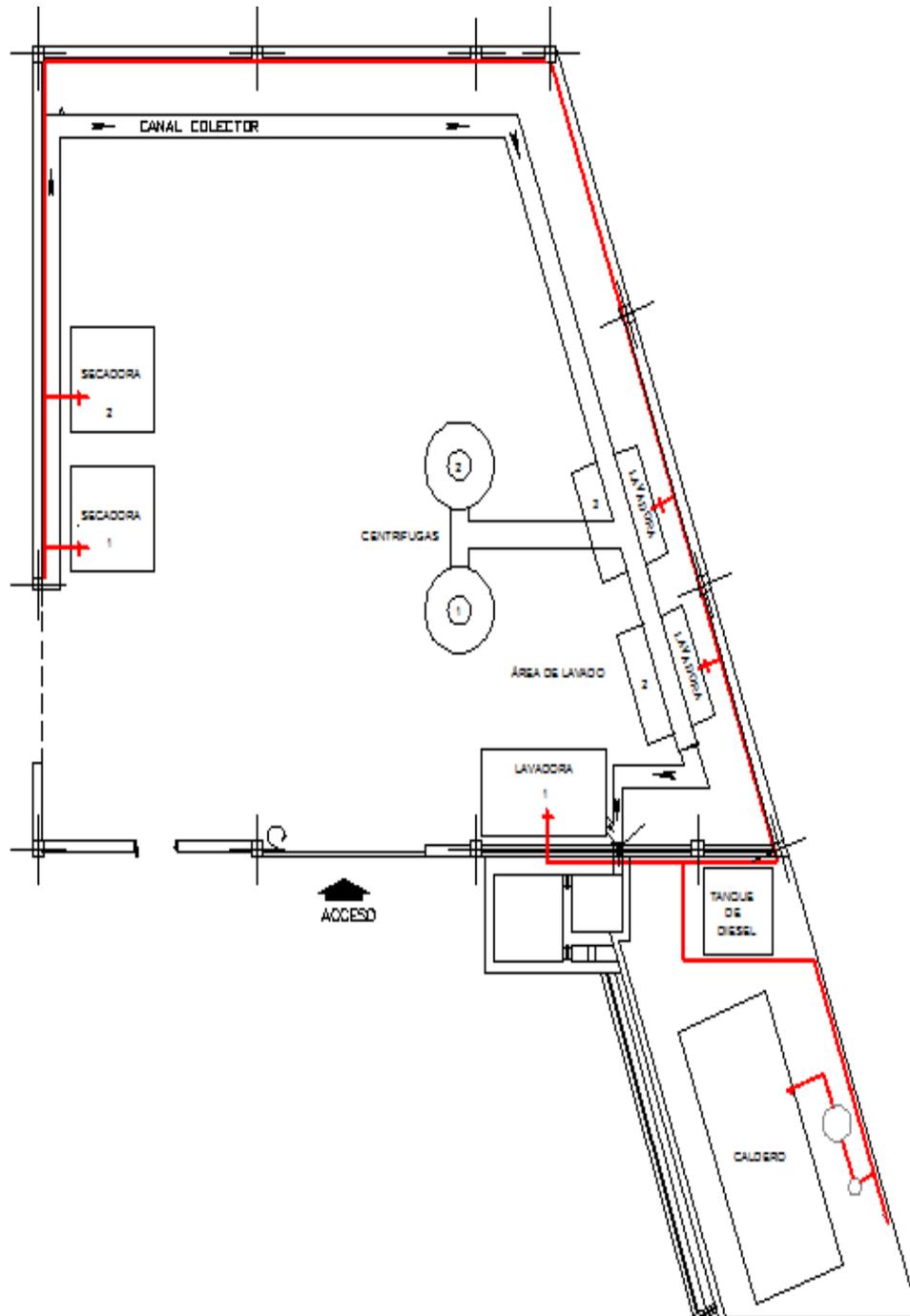


Figura 8.7 Diagrama de distribución del sistema de vapor

Fuente: El autor

8.2.2. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA TUBERÍA

Para dimensionar la tubería de vapor saturado se utilizó como dato la presión de trabajo del caldero siendo la presión de 100 psi.

$$\text{Presión} = 100 \text{ Psi} \frac{6.895 \times 10^3 \text{ Pa}}{1 \text{ Psi}} = 689500 \text{ Pa} = 689,5 \text{ KPa}$$

$$100 \text{ psi} * 1\text{bar}/14.5 \text{ psi} = 6,9 \text{ bar}$$

Para determinar las propiedades termodinámicas del vapor se utilizará una presión de 7 bar.

Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de presiones

Presión bar	Temp, °C	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg, K	
		Líquido sat,	Vapor sat,	Líquido sat,	Vapor sat,	Líquido sat,	Vapor vaporiz,	Vapor sat,	Líquido sat,	Vapor sat,
		$v_f \times 10^3$	v_g	u_f	u_g	h_f	h_{fg}	h_g	s_f	s_g
0,04	28,96	1,0040	34,800	121,45	2415,2	121,46	2432,9	2554,4	0,4226	8,4746
0,06	36,16	1,0064	23,739	151,53	2425,0	151,53	2415,9	2567,4	0,5210	8,3304
0,08	41,51	1,0084	18,103	173,87	2432,2	173,88	2403,1	2577,0	0,5926	8,2287
0,10	45,81	1,0102	14,674	191,82	2437,9	191,83	2392,8	2584,7	0,6493	8,1502
0,20	60,06	1,0172	7,649	251,38	2456,7	251,40	2358,3	2609,7	0,8320	7,9085
0,30	69,10	1,0223	5,229	289,20	2468,4	289,23	2336,1	2625,3	0,9439	7,7686
0,40	75,87	1,0265	3,993	317,53	2477,0	317,58	2319,2	2636,8	1,0259	7,6700
0,50	81,33	1,0300	3,240	340,44	2483,9	340,49	2305,4	2645,9	1,0910	7,5939
0,60	85,94	1,0331	2,732	359,79	2489,6	359,86	2293,6	2653,5	1,1453	7,5320
0,70	89,95	1,0360	2,365	376,63	2494,5	376,70	2283,3	2660,0	1,1919	7,4797
0,80	93,50	1,0380	2,087	391,58	2498,8	391,66	2274,1	2665,8	1,2329	7,4346
0,90	96,71	1,0410	1,869	405,06	2502,6	405,15	2265,7	2670,9	1,2695	7,3949
1,00	99,63	1,0432	1,694	417,36	2506,1	417,46	2258,0	2675,5	1,3026	7,3594
1,50	111,4	1,0528	1,159	466,94	2519,7	467,11	2226,5	2693,6	1,4336	7,2233
2,00	120,2	1,0605	0,8857	504,49	2529,5	504,70	2201,9	2706,7	1,5301	7,1271
2,50	127,4	1,0672	0,7187	535,10	2537,2	535,37	2181,5	2716,9	1,6072	7,0527
3,00	133,6	1,0732	0,6058	561,15	2543,6	561,47	2163,8	2725,3	1,6718	6,9919
3,50	138,9	1,0786	0,5243	583,95	2546,9	584,33	2148,1	2732,4	1,7275	6,9405
4,00	143,6	1,0836	0,4625	604,31	2553,6	604,74	2133,8	2738,6	1,7766	6,8959
4,50	147,9	1,0882	0,4140	622,25	2557,6	623,25	2120,7	2743,9	1,8207	6,8565
5,00	151,9	1,0926	0,3749	639,68	2561,2	640,23	2108,5	2748,7	1,8607	6,8212
6,00	158,9	1,1006	0,3157	669,90	2567,4	670,56	2086,3	2756,8	1,9312	6,7600
7,00	165,0	1,1080	0,2729	696,44	2572,5	697,22	2066,3	2763,5	1,9922	6,7080
8,00	170,4	1,1148	0,2404	720,22	2576,8	721,11	2048,0	2769,1	2,0462	6,6628
9,00	175,4	1,1212	0,2150	741,83	2580,5	742,83	2031,1	2773,9	2,0946	6,6226
10,0	179,9	1,1273	0,1944	761,68	2583,6	762,81	2015,3	2778,1	2,1387	6,5863
15,0	198,3	1,1539	0,1318	843,16	2594,5	844,84	1947,3	2792,2	2,3150	6,4448

Tabla 8.14 Propiedades del agua saturada (líquido-vapor)

Fuente: Tablas - Carlos J Renedo – 1

Utilizando la tabla 8.14, nos ubicamos en el valor de la presión de 7 bar y se obtiene el valor de la temperatura del vapor saturado de 164,95 °C.

Para iniciar el cálculo del diámetro se calculó el consumo de vapor simulando un funcionamiento simultáneo de las máquinas lavadoras y secadoras, en los procesos de mayor consumo.

8.2.2.1 CAUDAL MÁSIKO DE LAS LAVADORAS

Para encontrar el caudal másico en las lavadoras utilizamos la ecuación 4.10, aplicando las características de la máquina de lavado de la tabla 4.7 y determinando la densidad promedio de las prendas de jeans, se encontró el flujo másico que requieren cada una de estas máquinas.

Item	CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LAV 1	LAV 2	LAV 3
1	Volumen de agua en el cesto	m ³	0.6	0.3	0.3
3	Capacidad de trabajo	Kg	100	50	50
4	Temperatura de entrada del agua	°C	17	17	17
5	Temperatura de salida del agua (temperatura promedio de mezcla)	°C	61.8	58	58
6	Tiempo de mezcla agua con vapor min - hora	hora	0.2	0.1	0.1
7	Presión de entrada del vapor	psi	100	100	100
8	Densidad del agua a la temperatura promedio de mezcla	Kg/m ³	991.86	991.86	991.86
9	Densidad de las prendas de vestir a la temperatura promedio de mezcla	Kg/m ³	196	196	196
10	Calor específico del agua a la temperatura de la mezcla	KJ / Kg °C	4.18	4.18	4.18
11	Calor específico de las prendas de vestir a la temperatura de la mezcla	KJ / Kg °C	1.35	1.35	1.35
12	Calor latente del vapor a la presión de 100 psi	KJ / Kg	2053.3445	2053.3445	2053.3445
13	Flujo másico de vapor	Kgv/h	136.8	123.7	123.7

Tabla 8.15 consumo de vapor máquinas lavadoras

Fuente: El autor

8.2.2.2 CAUDAL MÁSIKO DE LAS SECADORAS

Para encontrar el caudal másico en las secadoras utilizamos la ecuación 4.11, aplicando las características de la máquina de secado de la tabla 4.8, se encontró el flujo másico para cada una de estas máquinas.

Item	CARACTERÍSTICAS	Unidades	SECAD #	
			1	2
1	caudal de aire del ventilador	m ³ /h	3000	3000
2	Capacidad	Kg	60	60
3	Presión de trabajo	psi	100	100
4	Densidad a la temperatura promedio	Kg/m ³	1.18	1.18
5	Calor específico promedio del aire	KJ / Kg °C	1.005	1.005
6	Temperatura de la salida del aire después de atravesar el serpentín	°C	120	120
7	Temperatura ambiente	°C	18	18
8	Calor latente del vapor a la presión de entrada	KJ / Kg	2053.3445	2053.3
9	Flujo másico de vapor	Kgv/h	176.7	176.7

Tabla 8.16 consumo de vapor máquinas secadoras

Fuente: El autor

8.2.2.3 RESUMEN CONSUMO DE VAPOR MÁQUINAS

Item	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CONSUMO DE VAPOR	UNIDADES
1	LAV 1	Flujo másico de vapor	136.8	Kgv/h
2	LAV 2	Flujo másico de vapor	123.7	Kgv/h
3	LAV 3	Flujo másico de vapor	123.7	Kgv/h
4	SECAD # 1	Flujo másico de vapor	176.7	Kgv/h
5	SECAD # 2	Flujo másico de vapor	176.7	Kgv/h
CONSUMO CRÍTICO			737.7	Kgv/h

Tabla 8.17 consumo crítico de vapor

Fuente: El autor

Si consideramos la futura ampliación de la planta con tres lavadoras, el consumo de vapor con un factor de simultaneidad de 0,5; sería el siguiente:

DATOS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Flujo másico	737.7	Kgv/h
Flujo másico adicional para ampliación	192.1	Kgv/h
Flujo másico total	929.8	Kgv/h
Diámetro interior tubería	49.0	mm
Área sección transversal	0.0019	m ²
Volumen específico del vapor	0.29	m ³ /Kg
Velocidad	142989.73	m/h
Velocidad	39.72	m/seg

Tabla 8.18 Resumen cálculos de vapor

Fuente: El autor

Con estos cálculos, se ha comprobado que la tubería seleccionada es la adecuada, dado que una tubería de 2 pulgadas y una velocidad del vapor de 40 m/s, el flujo máximo es de 1210 Kgv/h, tabla 8.19.

Una vez determinado el flujo másico, procedemos a seleccionar el tipo de tubería según la tabla 4.9, espesor de la tubería según número de cédula, que por seguridad será una Schedule 80 de 2 pulgadas y tipo de material acero al carbono.

Presión bar	Velocidad m/s	kg/h												
		15mm	20mm	25mm	32mm	40mm	50mm	65mm	80mm	100mm	125mm	150mm		
0,4	15	7	14	24	37	52	99	145	213	394	648	917		
	25	10	25	40	62	92	162	265	384	675	972	1 457		
	40	17	35	64	102	142	265	403	576	1 037	1 670	2 303		
0,7	15	7	16	25	40	59	109	166	250	431	680	1 006		
	25	12	25	45	72	100	182	287	430	716	1 145	1 575		
	40	18	37	68	106	167	298	428	630	1 108	1 712	2 417		
1,0	15	8	17	29	43	65	112	182	260	470	694	1 020		
	25	12	26	48	72	100	193	300	445	730	1 160	1 660		
	40	19	39	71	112	172	311	465	640	1 150	1 800	2 500		
2,0	15	12	25	45	70	100	182	280	410	715	1 125	1 580		
	25	19	43	70	112	162	295	428	656	1 215	1 755	2 520		
	40	30	64	115	178	275	475	745	1 010	1 895	2 925	4 175		
3,0	15	16	37	60	93	127	245	385	535	925	1 505	2 040		
	25	26	56	100	152	225	425	632	910	1 580	2 480	3 440		
	40	41	87	157	250	375	595	1 025	1 460	2 540	4 050	5 940		
4,0	15	19	42	70	108	156	281	432	635	1 166	1 685	2 460		
	25	30	63	115	180	270	450	742	1 080	1 980	2 925	4 225		
	40	49	116	197	295	456	796	1 247	1 825	3 120	4 940	7 050		
5,0	15	22	49	87	128	187	352	526	770	1 295	2 105	2 835		
	25	36	81	135	211	308	548	885	1 265	2 110	3 540	5 150		
	40	59	131	225	338	495	855	1 350	1 890	3 510	5 400	7 870		
6,0	15	26	59	105	153	225	425	632	925	1 555	2 525	3 400		
	25	43	97	162	253	370	658	1 065	1 520	2 530	4 250	6 175		
	40	71	157	270	405	595	1 025	1 620	2 270	4 210	6 475	9 445		
7,0	15	29	63	110	165	260	445	705	952	1 815	2 765	3 990		
	25	49	114	190	288	450	785	1 205	1 750	3 025	4 815	6 900		
	40	76	177	303	455	690	1 210	1 865	2 520	4 585	7 560	10 880		

Tabla 8.19 Capacidad de tuberías para vapor saturado a velocidades específicas (tubería de Schedule 80)

Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/qcm-03.pdf>

Se comprobó que la selección de la tubería es la óptima aplicando la figura 8.8, método de la velocidad. El procedimiento es el siguiente:

1. Ubicar la temperatura con la que circula el vapor (164,95), tabla 8.14.
2. Trazar una línea vertical hasta la curva de presión de vapor (7 bar)
3. Encontrada la primera intersección, desde este punto, trazar una línea horizontal hacia la derecha hasta intersectar la línea de flujo másico ($737,7 \frac{Kg}{h}$)
4. Trazar una línea vertical hasta la intersección con la línea de velocidad de flujo ($40 \frac{m}{s}$), velocidad seleccionada según la tabla 8.19.
5. Trazar una línea horizontal hacia la escala de diámetros, seleccionando así el diámetro, que para nuestro caso particular corresponde a 50 mm (2 plg).

Se puede observar nuevamente que la tubería seleccionada es la adecuada, tanto para el funcionamiento con las maquinarias existentes, como para cumplir con los requerimientos de darse la futura ampliación.

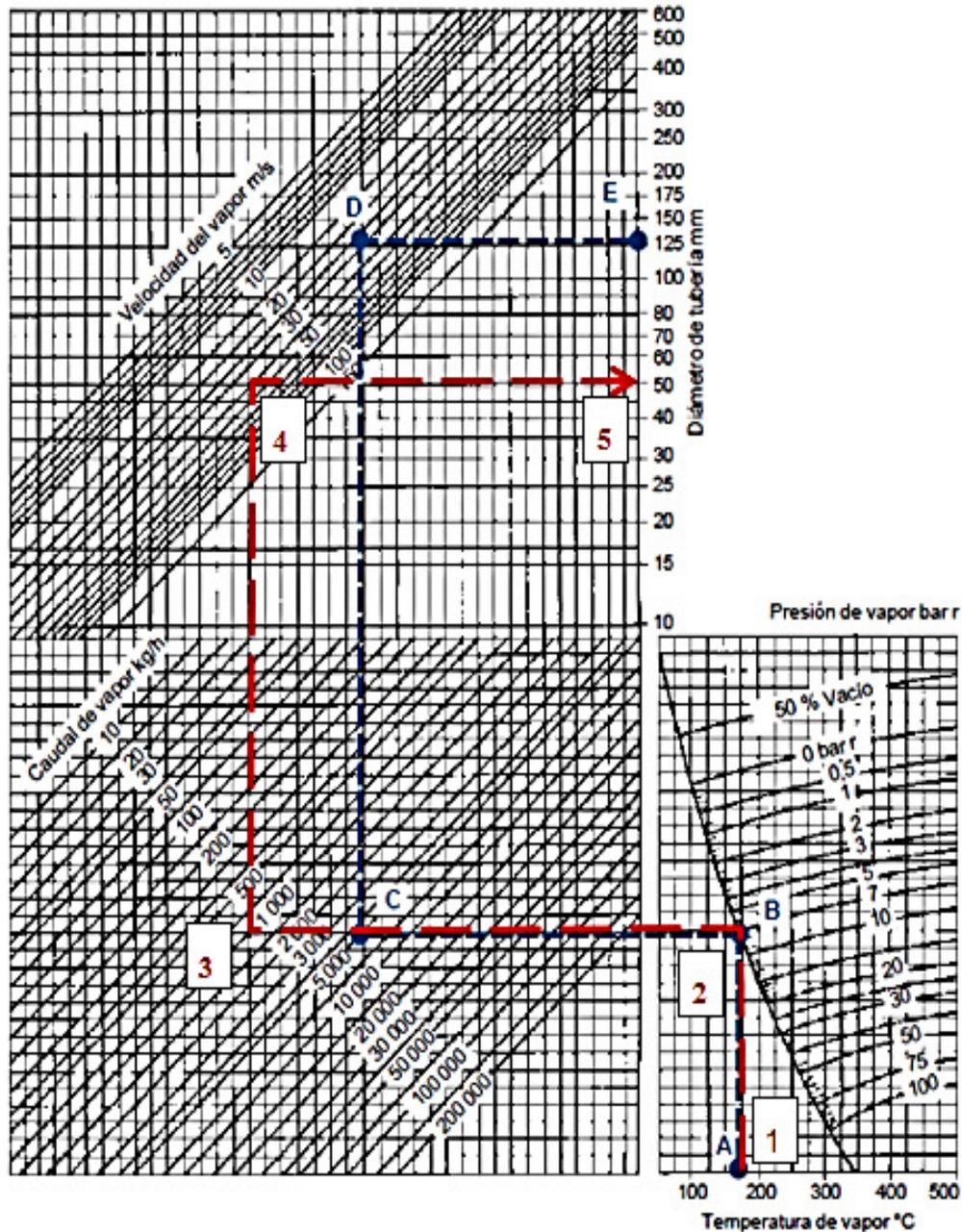


Figura 8.8 Gráfico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad)

Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/ar/pdfs/training/gcm-03.pdf>

8.2.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR

La instalación del sistema de vapor, tiene ciertos criterios que fueron mencionados en la teoría y el cálculo, por lo tanto antes de su instalación se realizó una inspección de todos los accesorios que se necesitan para su funcionamiento ya que este sistema trabaja con velocidades y presiones considerables, el sistema abastece de vapor saturado a las lavadoras y por medio de un intercambiador de calor para el sistema de secado.

8.2.3.1 PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA

Una vez ya seleccionada la tubería se realizan los respectivos trabajos de corte y roscado, dependiendo de las dimensiones que se requieran para realizar su instalación. Las siguientes fotografías indican el proceso de adaptación de la tubería.



Figura 8.9 Adaptación de la tubería

Fuente: El autor

8.2.3.2 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA A LAS MÁQUINAS

La secadora y la lavadora requieren de la instalación de la tubería de vapor y el procedimiento es similar a la instalación del sistema hídrico, con la variante de que se debe tener en cuenta que este sistema posee instrumentos de control tanto de temperatura como presión, para el control del flujo de vapor.



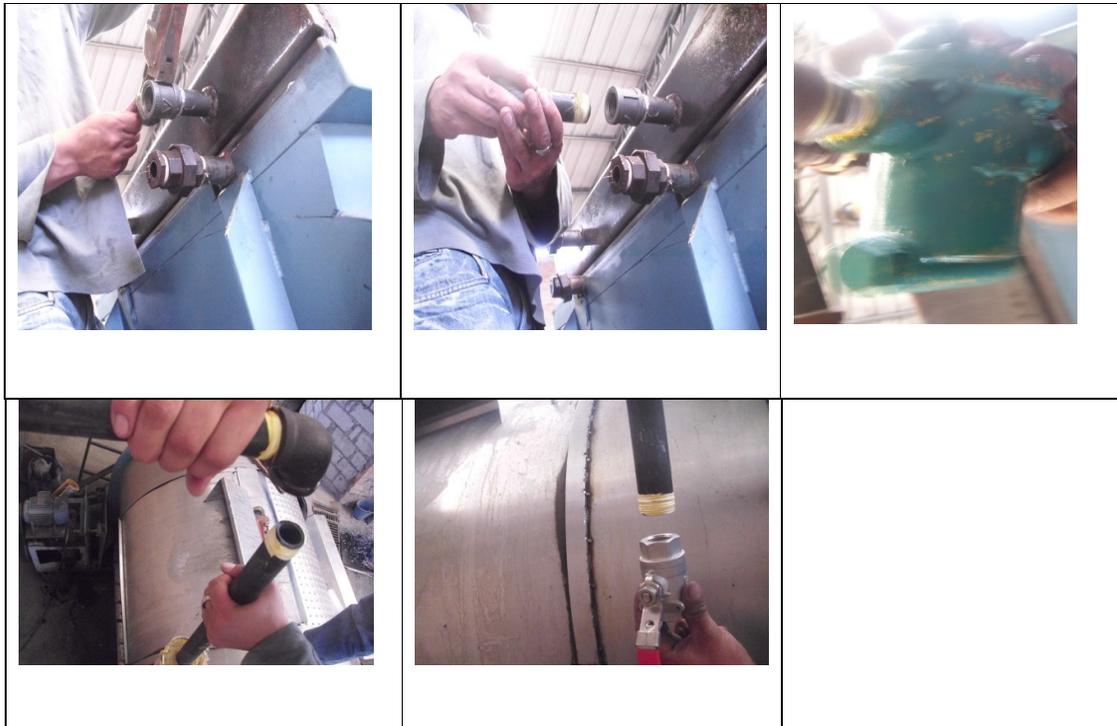


Figura 8.10 Conexión del caldero a las máquinas

Fuente: El autor

8.2.3.3 AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA TUBERÍA DE VAPOR

El aislamiento de la tubería es un factor muy importante para la conducción del vapor, tiene la finalidad de disminuir las pérdidas de energía calorífica producida por la transferencia de calor al ambiente, con el fin de que el condensado en la tubería sea mínimo.



Figura 8.11 Colocación del aislante térmico

Fuente: El autor

8.3 DISEÑO, SELECCIÓN DE LA TUBERÍA E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido generado es utilizado en el área de manualidades de la compañía "LASANTEX". Este sistema cuenta con ocho salidas, las mismas que se pueden conectar a las máquinas de esponjado donde se realizan los diferentes trabajos de acabado para la entrega del producto. En el siguiente plano se indica la distribución de la red de aire comprimido.

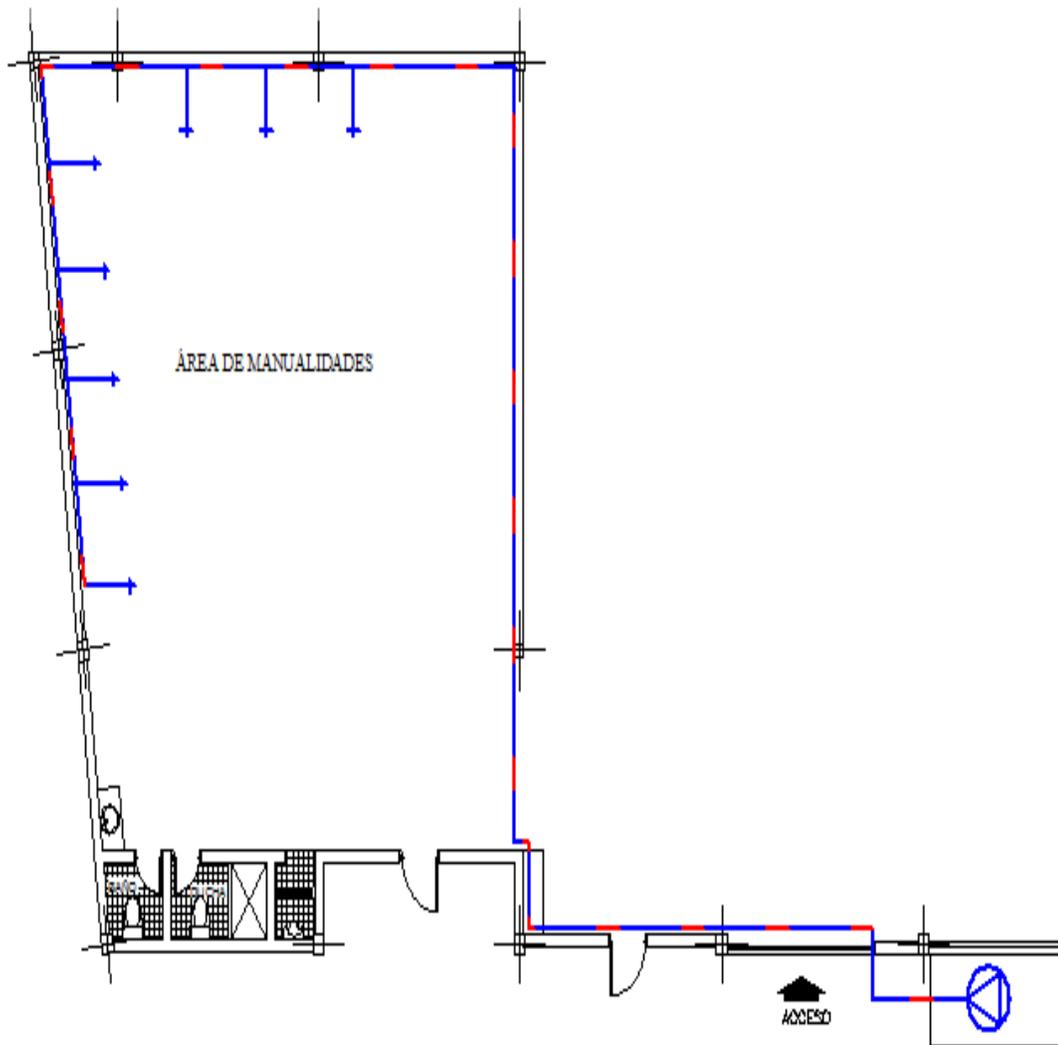


Figura 8.12 Diagrama de distribución del sistema de aire comprimido

Fuente: El autor

8.3.1 OBTENCIÓN DEL CAUDAL

Para determinar el caudal se realizaron ensayos en forma práctica con la ayuda de un caudalímetro, debido a que las maquinarias son artesanales y no cuentan con una ficha técnica en la que especifique su caudal. Estos datos fueron medidos en la lavandería artesanal JEANSRAMOS.



Figura 8.13 Medición de caudal

Fuente: El autor

El ensayo de la medición de caudal consiste en inflar el tubo de bledis hasta que el pantalón tome forma, por lo que se procedió a tomar el tiempo de inflado con la ayuda de un cronometro y la cantidad de aire que se necesita.

Datos de volumen en litros	Datos de tiempo en segundos
0.7	1.2
0.5	0.8
0.7	1.2
0.5	0.8
0.6	1
0.6	1.1
0.5	0.7
0.6	1
0.5	1
0.7	1.2
TOTAL 5.9	TOTAL 10

Tabla 8.20 Tabla de muestreo en las máquina de esponjado

Fuente: El autor

8.3.2 CONDICIONES DE TRABAJO

Los procesos de manualidades en el esponjado, tienen un tiempo estándar de diez minutos por prenda, de tal forma que la probabilidad de que todas las máquinas se encuentren funcionando simultáneamente es baja, por lo que se ha considerado para temporadas altas de producción cuatro máquinas de esponjado, y las demás son utilizadas cuando exista daños o situaciones de mantenimiento.

Proceso	Numero de máquinas	Caudal por máquina	Caudal total
Esponjado	4	0.59 L/s	2.36 L/s

Tabla 8.21 Resumen de requerimiento de caudal

Fuente: El autor

El equivalente en litros/min del caudal total requerido es el siguiente:

$$0.59 \times 4 \frac{\text{lt } 60\text{seg}}{\text{seg } 1\text{min}} = 142 \text{ L/min}$$

Datos tomados del compresor.

$$175 \text{ psi} \frac{\text{bar}}{14.5\text{psi}} = 12\text{bar}$$

Con estos datos procedemos a determinar el diámetro de la tubería en base a la figura 8.14.

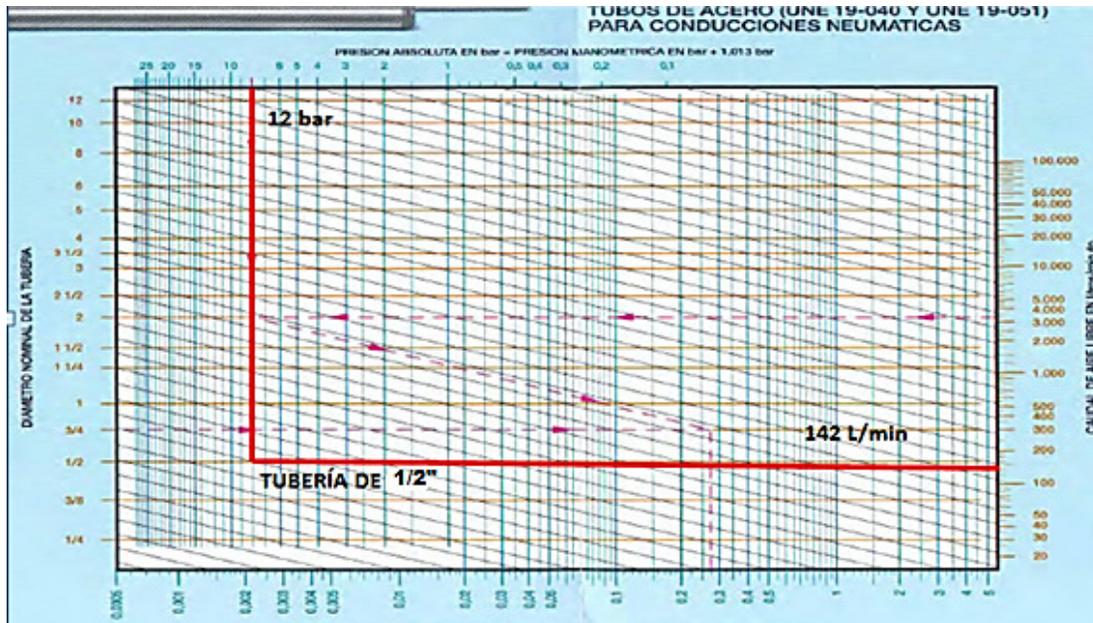


Figura 8.14 Diagrama para la selección de la tubería en tubos neumáticos

Fuente: <http://www.afta-asociacion.com/wp-content/uploads/Cap-4-Dimensionado-de-Instalaciones.pdf>

8.3.3 PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA

Para la obtención del diámetro de la tubería nos basamos en la tabla 8.14 de conductos neumáticos la misma que requiere de dos variables para su aplicación en nuestro caso el caudal total requerido que es de 142 lt/min y la presión que es de 12 bar el mismo que se obtuvo del compresor, con estos dos datos prolongamos las líneas hasta que se crucen y obtenemos el diámetro de la tubería.

De esta forma la tubería que se recomienda es la de 1/2 pulgada para el sistema de aire comprimido la misma que presenta una pérdida de presión en bar de 0.0025 por cada 10 metros de tubería.

8.3.4 CONEXIÓN DE LA TUBERÍA DE AIRE COMPRIMIDO AL COMPRESOR

Para la instalación de la tubería de aire comprimido se requirió de una llave de paso a la salida del compresor como medida de control y seguridad, ya que esta llave cierra en forma total el paso del flujo que se distribuye en la red, permitiendo realizar algún tipo de reparación o mantenimiento. También se ha instalado una trampa de húmeda y aceite con la finalidad evitar la presencia de agua en el sistema de aire comprimido.



Figura 8.15 Conexión de sistema de aire comprimido al compresor

Fuente: El autor

8.3.5 CONEXIÓN DE LA TUBERÍA A LA RED

La tubería principal es distribuida en las maquinarias neumáticas que se encuentran en el área de manualidades, esta tubería es de acero galvanizado de un diámetro de ½ pulgada, las derivaciones se conectan por medio de accesorios como Tés, codos y uniones las mismas que facilitan el montaje y desmontaje del sistema.



Figura 8.16 Conexión de la red de aire comprimido

Fuente: El autor

CAPÍTULO IX

9 NIVELACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS

9.1 NIVELACIÓN DE LAS MÁQUINAS

Las máquinas una vez que se las ubico de acuerdo a la alternativa organizacional elegida, se las nivelo con la finalidad de que los esfuerzos mecánicos, no produzcan desgastes prematuros en sus componentes que puedan ocasionar daños graves, se las conecto a la energía eléctrica y a los sistemas: hídrico, térmico o aire comprimido según el requerimiento para el trabajo que vaya a realizar



Figura N 9.1 nivelación de las máquinas

Fuente: El autor

En la figuras 9.1, de izquierda a derecha se puede apreciar la forma como se nivelo las máquinas hasta quedar listas para comenzar a funcionar.

Primeramente con la utilización de un instrumento llamado nivel vemos que la máquina no está nivelada, razón por lo que con la ayuda de una gata hidráulica se mueve la máquina, modificando su posición hasta lograr finalmente la posición correcta permitiendo su nivelación, en las bases de las máquinas temporalmente se coloca pequeños pedazos de maderos, cuando se ha conseguido el nivel deseado son remplazados por bases metálicas construidas al requerimiento de cada máquina.

9.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas de funcionamiento se realizaron para cada máquina con la finalidad de evaluar el funcionamiento, de acuerdo a los diagramas de control y fuerza en el caso de la energía eléctrica y de simultaneidad en el caso del agua, vapor y aire comprimido.

9.2.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS DE LAVADO

Las máquinas de lavado son tres, el proceso de evaluación de los parámetros de las pruebas de funcionamiento es igual en las tres.

9.2.1.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ELÉCTRICO

El funcionamiento del sistema de control se probó, evaluando que se cumpla con los parámetros de funcionamiento propuestos para cada una de las máquinas.

9.2.1.1.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

Al sistema automático se lo probó mediante la aplicación del selector del tablero de control del estado inerte a la posición derecha, indicándole al circuito de control iniciar una secuencia periódica de inversiones de giro en el motor, que a su vez mueve la canastilla de la máquina iniciando su funcionamiento como se muestra en la figura 9.2.

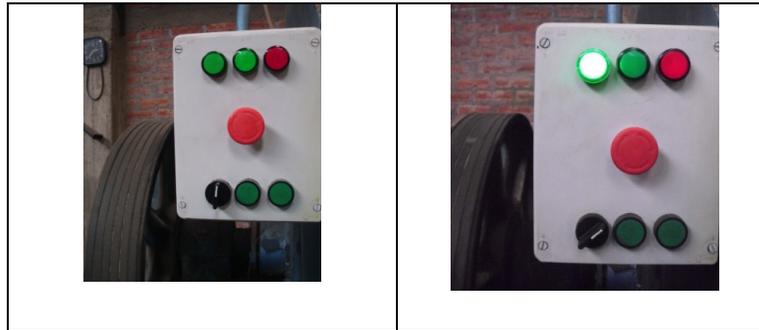


Figura 9.2 Control automático máquina de lavado

Fuente: El autor

Como se puede ver el sistema de control se inicia cuando se cambia de posición al selector de inerte a modo automático como resultado se tiene que el sistema funciona correctamente la máquina inicia su ciclo de trabajo sin ningún inconveniente concluyendo que el sistema de control automático si funciona correctamente.

9.2.1.1.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MANUAL

El sistema de control manual se lo probó colocando el selector en posición contraria al sistema automático (lado izquierdo) y presionando las botoneras, con la finalidad de poder mover el motor en sentido derecha o izquierda a necesidad del operario, lo utiliza para poder ubicar la tapa de la canastilla y hacer coincidir con la de la carcasa de la

Máquina, con el fin de ingresar o retirar los prenda en proceso como se puede ver en la figura 9.3.



Figura 9.3 Control manual máquina de lavado

Fuente: El autor

Como se puede ver primeramente se cambia el selector de posición de modo automático a manual, con la finalidad de permitirnos seleccionar el giro del motor ya sea derecha o izquierda, por medio de los pulsadores para que el trabajador ubique y centre fácilmente la tapa de la castilla con la tapa de la carcasa, este sistema de control funciona correctamente.

9.2.1.1.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PARO DE EMERGENCIA

El paro de emergencia se probó, con la finalidad de estar seguros de poder desconectar el sistema eléctrico del circuito de control y fuerza totalmente de la máquina en cualesquier estado de operación de la misma, como se puede apreciar en la figura 9.4.



Figura 9.4 funcionamiento paro de emergencia

Fuente: El autor

En las pruebas que se realizó vemos que el funcionamiento del control manual y automático es correcto, pero cuando el paro de emergencia ha sido enclavado estas funciones dejan de cumplirse, a la vez que el sistema de fuerza también queda totalmente desconectado, concluyendo de esta manera que este sistema funciona correctamente.

9.2.1.1.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL AMPERAJE DEL MOTOR

El valor de la corriente está en función de la potencia del motor es por eso que se realizó la evaluación en la pantalla del variador, con el fin de verificar que no existan sobrecargas de corriente, cuando la máquina está a toda su capacidad de trabajo. Figura 9.5



Figura 9.5 lecturas de corriente máxima en las máquinas

Fuente: El autor

Equipo.	Potencia Hp	Corriente nominal A	Corriente de trabajo
Lavadora 1	10	27,4	25
Lavadora 2	5	14,2	12,94
Lavadora 3	5	14,2	13,41

Tabla 9.1 Corriente nominal y de trabajo de las máquinas

Fuente: El autor

9.2.1.1.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO VUELTAS DE LA CANASTA

El número de vueltas en la canasta se la configuro a estas máquinas en un rango establecido que es de 30 a 32 RPM, de acuerdo al diseño mecánico de la estructura interna, tiene la finalidad de evitar entrecruzamiento de las prendas en el proceso, si la velocidad es inferior o si es superior produce daños en muchos casos irreparables.

Para realizar las pruebas de funcionamiento se utilizó un tacómetro digital el cual por medio de un láser determina el número de vueltas de la canasta, con esta herramienta se realiza las pruebas, obteniendo como resultado los valores que se puede ver en la figura 9.6.



Figura 9.6 Calibración RPM máquinas de lavado

Fuente: El autor

Los valores que podemos ver en la figura 9.6, son modificados mediante el parámetro P1082 del variador de frecuencia siemens, que permite modificar la frecuencia máxima del motor, que es directamente proporcional con la velocidad. Esto nos permite modificar la velocidad de la máquina hasta configurar una velocidad de 30.5 RPM a una frecuencia de 55 Hz.

9.2.1.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL VAPOR Y AGUA

Para el funcionamiento de los sistemas de vapor y agua se realizó una simultaneidad en los procesos de lavado, con el fin de comprobar que las máquinas puedan trabajar en condiciones críticas de requerimiento.



Figura 9.7 Pruebas de funcionamiento vapor y agua

Fuente: El autor

Se determinó que el sistema de agua y vapor cumplen con los tiempos y volúmenes, simulando las condiciones críticas de requerimiento en los casos de simultaneidad y futuras ampliaciones.

9.2.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS DE CENTRIFUGADO

Las máquinas de centrifugado son dos, a las que se les evaluó los parámetros propuestos para su funcionamiento

9.2.2.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

La prueba de su funcionamiento se inició prendiendo la máquina desde la botonera verde como se muestra en la figura 9.8, cuando la presionamos vemos que el ciclo inicia, transcurrido el tiempo previamente asignado en un taimer y controlado con un cronometro (5 minutos), la máquina comienza a detenerse automáticamente, por una función del variador que conecta el sistema regenerativo que produce el motor a una unidad de frenado.



Figura 9.8 Funcionamiento del sistema automático de la centrífuga

Fuente: El autor

Esta prueba mostro que el sistema automático de la máquina funciona correctamente en el que se puede ver como inicia el ciclo de centrifugado con la botonera verde y como termina automáticamente sin ninguna intervención del operador.

9.2.2.2 PRUEBA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MANUAL

Para realizar esta prueba se inició con un ciclo automático de la centrífuga presionando la botonera verde, en este instante la máquina empieza a girar, transcurrido un tiempo de un minuto de funcionamiento se presionó la botonera roja sin haber completado el ciclo automático, la máquina comienza a detenerse de forma automática por una función del variador que conecta al sistema regenerativo del motor a una unidad de frenado, como se puede ver en la figura 9.9.



Figura 9.9 funcionamiento del sistema manual con frenado en rampa

Fuente: El autor

Al finalizar esta prueba se concluyó, que el sistema manual con frenado en rampa funciona correctamente.

9.2.2.3 FUNCIONAMIENTO DE EL PARO DE EMERGENCIA

Para comprobar el funcionamiento del paro de emergencia se hizo funcionar la máquina desde la botonera verde, esperamos que se cumpla el ciclo de centrifugado presionamos el paro de emergencia, intentamos iniciar un nuevo ciclo desde la botonera verde pero el sistema no funciona, demostrando que el paro de emergencia cumple con la función de desconectar el sistema de control automático y fuerza, como se puede ver en la figura 9.10.



Figura 9.10 Prueba de funcionamiento paro de emergencia

Fuente: El autor

Con esta prueba de funcionamiento se demuestra que el paro de emergencia funciona correctamente desconectando todo el sistema de la red.

9.2.2.4 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL NÚMERO DE VUELTAS

El número de vueltas que da la canasta de la centrífuga se la midió con la utilización de un tacómetro cuando la máquina ha alcanzado su velocidad máxima, para esta prueba prendemos la máquina desde la botonera verde esperamos un minuto luego apuntamos con el tacómetro en un punto fijo al cual se señaló previamente y podemos tener las revoluciones de la máquina como se puede ver en la figura 9.11.



Figura 9.11 Revoluciones máquina centrífuga

Fuente: El autor

Con este resultado en el tacómetro procedemos a bajar la frecuencia en el variador, con el fin de no exceder de los límites de velocidad de la máquina centrífuga. En el parámetro P1082 establecemos una frecuencia de 58 Hz con lo que se logró estar dentro del rango admisible de los parámetros de funcionamiento.

9.2.2.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE AMPERAJE

Esta prueba permitió conocer el comportamiento del motor respecto a la carga. Se realizó de la siguiente manera, desde la botonera verde prendemos la máquina nos dirigimos hasta la pantalla del variador, seleccionamos la opción que nos permite ver la corriente suministrada desde el variador al motor, como se puede ver en la figura 9.12.



Figura 9.12 Lecturas de amperaje máquinas centrífugas

Fuente: El autor

Con estos valores de corriente se procedió a elaborar una tabla, con el amperaje nominal de acuerdo a la potencia del motor y el amperaje que el variador entrega al motor, obteniendo los siguientes datos como resultado.

Equipo	Potencia Hp	Corriente nominal	Corriente del variador
Centrífuga 1	10 Hp	27,4 A	13,69 A
Centrífuga 2	5 Hp	14,2 A	6,74 A

Tabla 9.2 Amperajes máquinas centrífuga

Fuente: Autor

En esta tabla se demuestra que los valores de corriente en las dos máquinas están por debajo de la corriente nominal, y que su funcionamiento es correcto.

9.2.3 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS DE SECADO

De estas máquinas se instalaron dos, se describe como se realiza la prueba de funcionamiento en una por ser de igual características, la única prueba de funcionamiento que se realizara para las dos será la medición de los amperajes.

9.2.3.1 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LA CANASTA

Esta prueba de funcionamiento se realizó mediante la pulsación de la botonera verdes como se puede ver en la figura 9.13, la máquina empieza a funcionar las luces piloto nos indican el estado de la máquina, cuando se pulso las botoneras rojas la canasta deja de funcionar.

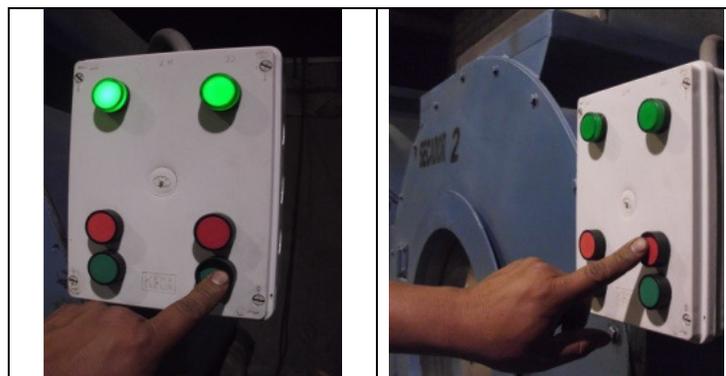


Figura 9.13 Funcionamiento motor de la canasta máquina de secado

Fuente: El autor

9.2.3.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DEL VENTILADOR

Para realizar la prueba de funcionamiento del sistema automático del ventilador se inició el ciclo de secado, ingresando una parada de pantalones en el interior de la canasta, mediante la pulsación de las botoneras verdes esperamos que los pantalones se sequen apuntamos con el pirómetro al conducto de salida del aire, para conocer la temperatura realizamos la medición y se comprobó que el ventilador se apagó a 67.3 grados centígrados.



Figura 9.14 Prueba de funcionamiento motor ventilador máquina de secado.

Fuente: El autor

Con esta prueba se demostró que el termostato si está desconectando el motor del ventilador.

9.2.3.3 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE AMPERAJE

Para realizar esta prueba se presionó las botoneras verdes del tablero de control, con la ayuda de una pinza amperimétrica se realizó las lecturas que se ven en la siguiente tabla y comparamos con la corriente nominal de cada motor estableciendo la siguiente tabla de resultados.



Figura 9.15 Lecturas de amperaje máquina de secado

Fuente: El autor

Equipo	Potencia nominal Hp	Corriente nominal A	Corriente motor A
Canasta 1	3	8.7	6,3
Ventilador 1	3	8.7	5,1
Canasta 2	3	8.7	6,5
Ventilador 2	3	8.7	4,8

Tabla 9.3 Amperajes máquina de secado

Fuente: El autor

Al analizar esta tabla podemos ver que la corriente de trabajo de estos motores está dentro de los parámetros de la corriente nominal, concluyendo esta prueba, se demostró que las máquinas funcionan correctamente.

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la bomba de agua se inició desde el selector dando la orden de inicio de su funcionamiento.



Figura 9.16 Variables de control bomba de agua

Fuente: El autor

Se probó que la bomba no se prendió cuando: el control de nivel de electrodos esta fuera de la cisterna simulando que no existe agua en su interior, la presión marcada en el manómetro esta entre los 20 – 40 PSI. En estas condiciones la bomba de agua no se prendió.

Se probó que la bomba de agua si se prendió cuando el control de nivel de electrodos está en el interior de la cisterna y la presión del manómetro bajo de los 20 PSI.

Se calibra las válvulas de seguridad a la en cuanto al amperaje esta bomba trabaja con un motor de 5 Hp el cual tiene una corriente nominal de 14,2 amperios y fueron medidos 8 amperios concluyendo que este equipo funciona correctamente. Presión de trabajo detalles ver anexo 7.

9.2.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR

Para realizar la prueba de funcionamiento del compresor iniciamos dando una orden al selector.



Figura 9.17 Variables de control del compresor

Fuente: El autor

Se probó que el compresor no se prende cuando el manómetro está en un rango de 80 a 150 PSI, y si se prende cuando baja de los 80 PSI. La corriente nominal para este motor es de 27,4 amperios y se midieron con la pinza amperimétrica 18.7 A. se puede concluir que esta máquina funciona correctamente

CAPÍTULO X

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido el trabajo de grado sobre el diseño, instalación y pruebas de funcionalidad de las máquinas y equipos de la compañía "LASANTEX", se concluye lo siguiente:

La capacidad máxima de diseño de la planta de la compañía "LASANTEX" es para: 6 máquinas lavadoras, 3 secadoras y 2 centrífugas.

La distribución de las áreas de trabajo en compañía "LASANTEX" ha permitido que se mantenga un orden en los procesos productivos y administrativos, permitiéndole ser una empresa muy competitiva en la industria del jeans.

La elaboración de planos para la ubicación de las máquinas, sistemas de conducción hídrico, vapor y aire comprimido, contribuyeron a planificar, organizar y optimizar el espacio físico, considerando la capacidad máxima de diseño, evitando así realizar futuras readecuaciones.

La corriente eléctrica de diseño para la capacidad máxima de la planta es de 258 amperios, siendo el valor de corriente para el presente trabajo de 202, considerando simultaneidad en todas las máquinas. Con esto queda demostrado que la planta cuenta con una capacidad adicional de conducción de corriente para la futura ampliación. Garantizando también que la energía eléctrica total que requiera la planta a futuro podrá ser utilizada sin necesidad de realizar cambios de conductores que alimentan al tablero principal.

La implementación de variadores de frecuencia para el accionamiento de los motores de las máquinas lavadoras, hace que la corriente eléctrica durante el arranque de los motores no sobrepase de la corriente nominal, disminuyendo el consumo de energía eléctrica en comparación con los sistemas de arranque directo, en el cual el consumo de corriente en el arranque es el doble de la corriente nominal.

El caudal de diseño para el sistema hídrico es de 40 m³/h, valor que considera la futura ampliación, con una velocidad máxima de diseño de 5 m/s. Este cálculo permitió determinar los diámetros óptimos para la succión de 3 pulgadas y para la descarga 2-1/2 pulgadas. El tipo de tubería utilizada para la succión es de material PVC, roscable, por encontrarse esta tubería sumergida en el tanque cisterna, evitando así el deterioro por procesos de corrosión.

El tipo de tubería utilizada para el lado de la impulsión es de material acero galvanizado, HG, debido a que su instalación es aérea, garantizando así la vida útil de la tubería por los el nivel de resistencia a la flexión, en comparación con las tuberías de PVC.

La tubería de conducción de vapor es de 2 plg. schudele 80 tiene una capacidad de conducción de flujo másico de 1210 Kgv/h a una velocidad de 40 m/s y una presión de 7

bar. Los cálculos de diseño establecen un flujo másico de 929,8 Kgv/h a una velocidad de 39,72 m/s y una presión de 7 bar.

Las máquinas y equipos de la compañía "LASANTEX" cuentan con los recursos de agua, vapor, energía eléctrica y aire comprimido, según el proceso que realice, necesarios para el óptimo funcionamiento, garantizando así que los procesos textiles se realicen eficientemente.

La realización de las pruebas de funcionamiento permitió modificar los valores de frecuencia y corriente de protección de los motores, con la finalidad de cumplir con los parámetros de funcionamiento de las máquinas.

10.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones están dirigidas especialmente al cuidado y mantenimiento de las máquinas:

- Mantener siempre la organización de las diferentes áreas de trabajo, con la finalidad de no alterar los procesos productivos.
- No manipular inadecuadamente los tableros de control que causen cambios de giro bruscos en los motores, especialmente en el modo manual de las máquinas de lavado, lo que causaría daños en los motoreductores y el en el sistema de fuerza.
- No realizar conexiones eléctricas inadecuadas sin protecciones para los sistemas de control y fuerza, estarían provocando riesgos eléctricos y pérdidas humanas y materiales.
- Mantener cerrado el tablero eléctrico principal, en caso de manipulación deberá ser ejecutado por personal calificado.
- Tener cuidado especial con la tubería que conduce el vapor, en ningún caso se debe retirar el aislante térmico porque la temperatura a la que circulación el vapor podría realizar quemaduras graves a las personas.
- Realizar un plan de mantenimiento de las máquinas, el mismo que debe ser realizado por un profesional en el área mecánica y eléctrico.
- Establecer cronogramas para el cambio de válvulas y demás elementos mecánicos que están en uso continuo.
- Elaborar un plan de contingencia con la finalidad de tener un orden para el procedimiento en caso de algún desastre.
- Contar con un botiquín básico de primeros auxilios ubicado en un lugar de fácil acceso, para que pueda ser utilizado en caso de presentarse alguna lesión leve en cualquier área de trabajo.
- Realizar un estudio de impacto ambiental para medir los niveles de contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

- DOMENECH, S., (1994). Nuevos desarrollos en la tecnología del agua: Medición del lavado. Colombia Textil. 31(103).
- HOLLEN, N., (1987). Introducción a los Textiles. México: Limusa SA
- INDUSTRIALES, (2002) CURTEX CHEM ,Quimimaq. S.A.
- SIEMENS, (2007) Automation & Driver, Micromaster 440
- Cruz, R., y Toro, A. (2011). Reingeniería del sistema de distribución de vapor al área de lavandería y cocina del hospital gineco obstétrico "ISIDRO AYORA", Tesis, Facultad de Ingeniería mecánica, Escuela Politécnica Nacional. 44 - 48
- CENGEL, Y., y BOLES, Michael. (2011). Termodinámica, México, séptima edición, mc Graw - Hill
- POTTER, C., y SCOTT, P. (2006) Termodinámica, editorial parafino.
- SPIRAX SARCO. (1999). Guía de referencia técnica distribución de vapor. 7-15
- BOMINOX, Selección de bombas I – IV
- ARMSTRONG. (1998) Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados
- ROLDAN, J. (2009) Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada, décima edición.
- ESCUELA DE CAPACITACIÓN EN LAVANDERÍAS, (2004) manual del proceso de lavado, Guatemala, ediciones koramsa.

ANEXOS

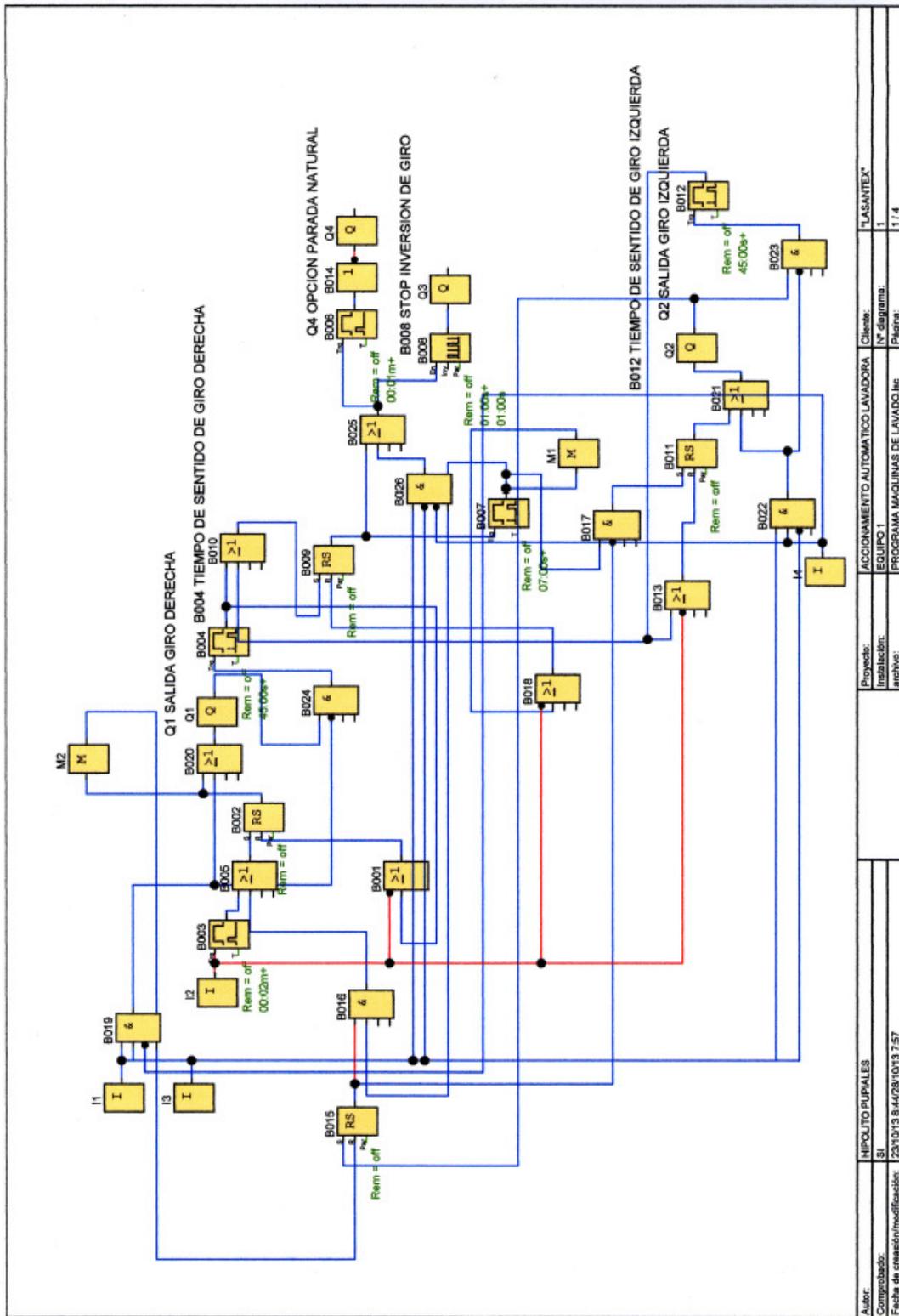
ANEXOS 1

PLANO GENERAL DE LA LAVANDERÍA "LASANTEX".

Plano formato A2

ANEXOS 2

DIAGRAMA DEL SOFTWARE DEL LOGO Y PARÁMETROS DE MODIFICACIÓN.



Autor:	HIROLTO PUPALES	Proyecto:	ACCIONAMIENTO AUTOMATICO LAVADORA	Cliente:	"LASANTEX"
Comprobado:	SI	Instalación:	EQUIPO 1	Nº Diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	23/10/13 9:44/28/10/13 7:57	archivo:	PROGRAMA MAQUINAS DE LAVADO INC	Página:	1 / 4

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B002(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B003(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 00:02m+
B004(Retardo a la conexión) : B004 TIEMPO DE SENTIDO DE GIRO DERECHA	Rem = off 45:00s+
B006(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 00:01m+
B007(Retardo a la conexión) :	Rem = off 07:00s+
B008(Generador de impulsos asincrono) : B008 STOP INVERSION DE GIRO	Rem = off 01:00s+ 01:00s
B009(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B011(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B012(Retardo a la conexión) : B012 TIEMPO DE SENTIDO DE GIRO IZQUIERDA	Rem = off 45:00s+
B015(Relé autoenclavador) :	Rem = off
Q1(Salida) : Q1 SALIDA GIRO DERECHA	
Q2(Salida) : Q2 SALIDA GIRO IZQUIERDA	
Q4(Salida) : Q4 OPCION PARADA NATURAL	

ANEXOS 3

ESQUEMA DE BLOQUES Y BORNES VARIADOR DE FRECUENCIA
MM 440 SIEMENS.

3.3 Diagrama de bloques

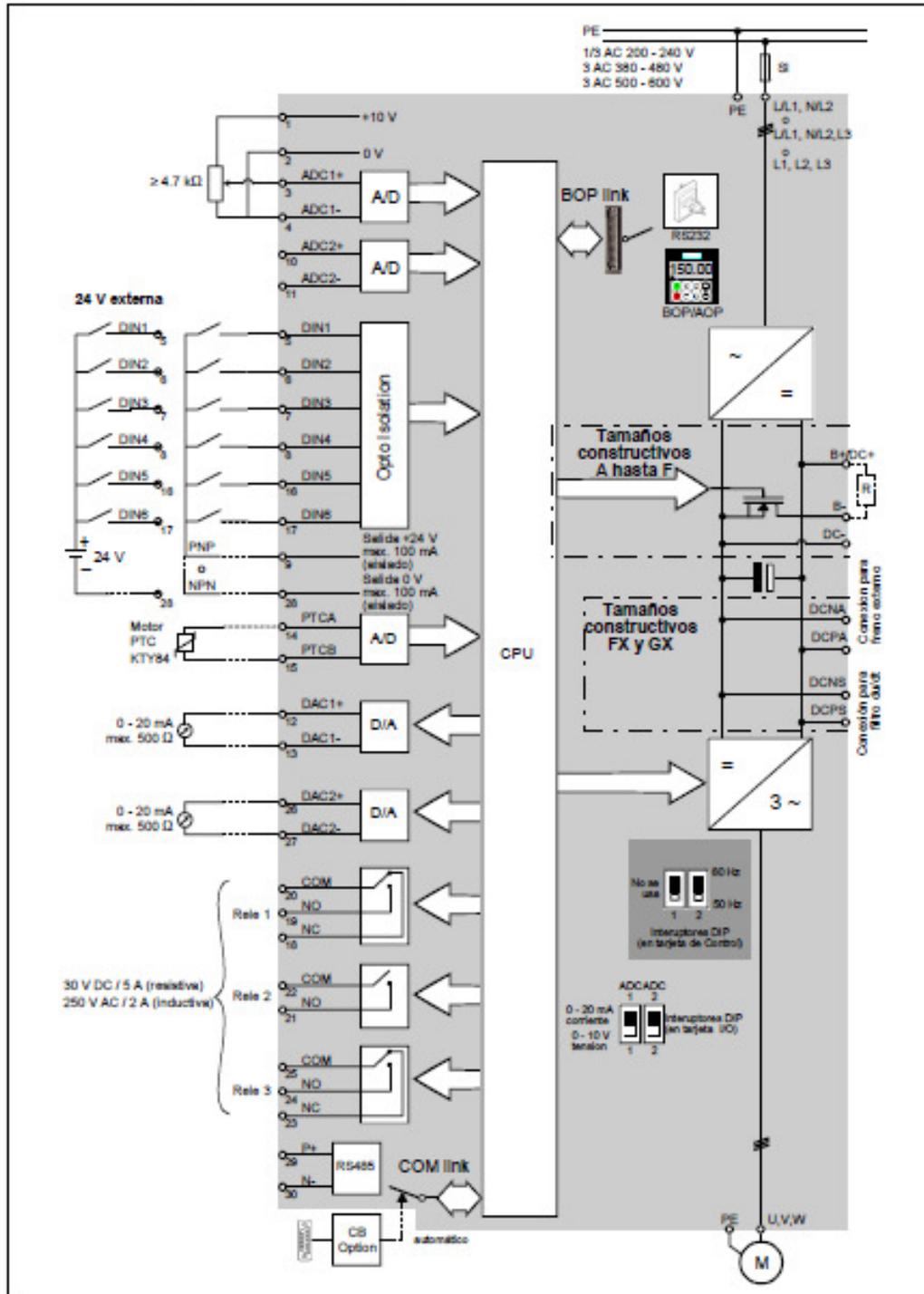


Figura 3-17 Diagrama de bloques MICROMASTER 440

3.4 Ajuste de fábrica

El MICROMASTER se suministra con un Status Display Panel (SDP, véase Figura 3-18). El panel SDP dispone de dos diodos LED frontales, que muestran el estado operativo del convertidor (véase sección 4.1).

El MICROMASTER se suministra con el SDP en condiciones de operar y funciona sin necesidad de parametrizarlo. Para ello los preajustes del convertidor (datos nominales) deben ser compatibles con los siguientes datos del motor (de 4 polos):

- Potencia nominal P0307
- Tensión nominal P0304
- Corriente nominal P0305
- Frecuencia nominal P0310

(Se recomienda el uso de un motor estándar de Siemens.)

Además deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Control (comando ON/OFF) vía entradas digitales (Véase Tabla 3-7)
- Prescripción de consignas vía entrada analógica 1 P1000 = 2
- Motor asíncrono P0300 = 1
- Motor autoventilado P0335 = 0
- Factor de sobrecarga del motor P0640 = 150 %
- Frecuencia mínima P1080 = 0 Hz
- Frecuencia máxima P1082 = 50 Hz
- Tiempo de aceleración P1120 = 10 s
- Tiempo de deceleración P1121 = 10 s
- V/f con característica lineal P1300 = 0

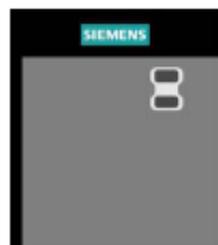


Figura 3-18 Status Display Panel (SDP)

Tabla 3-7 Entradas digitales preasignadas

Entradas digitales	Borne	Parámetro	Función	Activa
Fie. de órdenes	-	P0700 = 2	Registero de bornes	Si
Entrada digital 1	5	P0701 = 1	ON / OFF1	Si
Entrada digital 2	6	P0702 = 12	Inversión	Si
Entrada digital 3	7	P0703 = 9	Acuse de fallo	Si
Entrada digital 4	8	P0704 = 15	Consigna fija (directa)	No
Entrada digital 5	16	P0705 = 15	Consigna fija (directa)	No
Entrada digital 6	17	P0706 = 15	Consigna fija (directa)	No
Entrada digital 7	Via ADC1	P0707 = 0	Entrada digital deshabilitada	No
Entrada digital 8	Via ADC2	P0708 = 0	Entrada digital deshabilitada	No

Una vez cumplidos los requisitos y conectado el motor y la alimentación, con el ajuste de fábrica se puede lograr lo siguiente:

- Arrancar y parar el motor (DIN1 mediante interruptor externo)
- Invertir el sentido de giro del motor (DIN2 mediante interruptor externo)
- Reposición o acuse de fallos (DIN3 mediante interruptor externo)
- Prescribir consigna de frecuencia (vía ADC1 con potenciómetro externo preajuste del ADC: entrada de tensión)
- Emisión del valor de frecuencia (vía DAC, salida DAC: salida de intensidad)

El potenciómetro y el interruptor externo se pueden conectar a la alimentación de tensión interna del convertidor; como se representa en la Figura 3-19.

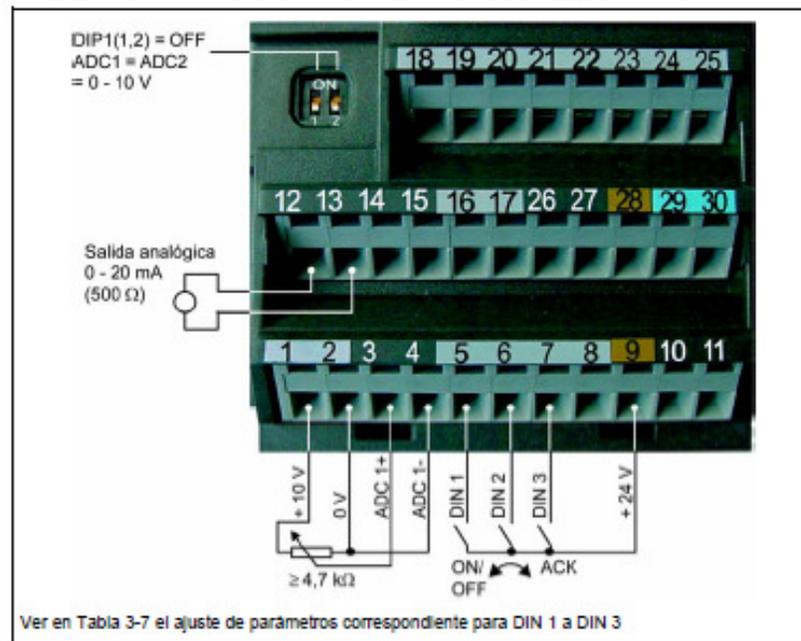


Figura 3-19 Propuesta de cableado para el ajuste de fábrica

Si se necesitan otros ajustes además de los que ya vienen de fábrica, dependiendo de lo compleja que sea la aplicación, se tiene que consultar la documentación sobre la puesta en servicio, las descripciones de funciones, la lista de parámetros y los diagramas funcionales.

ANEXOS 4

FRENO DINÁMICO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA
SIEMENS.



ADVERTENCIA

- El freno combinado es una mezcla entre freno por CC y frenado por recuperación. O sea parte de la energía cinética del motor y de la máquina operadora se transforma en pérdidas de calor. Si la operación tarda demasiado o la pérdida de calor es demasiado grande, se puede producir un sobrecalentamiento en el accionamiento.
 - Al utilizar el freno combinado se produce un aumento de ruidos al sobrepasar el umbral de activación.
-

NOTA

- Solo activo en combinación con control V/f.
 - El freno combinado se desactiva si:
 - el re arranque al vuelo está activo,
 - el freno por CC está activo o bien
 - se ha seleccionado el control vectorial (SLVC, VC).
 - Los umbrales de activación $U_{DC-Comb}$ dependen de P1254
 $U_{DC-Comb}(P1254 = 0) \neq U_{DC-Comb}(P1254 \neq 0)$
 - a) Autodetección conectada (P1254 = 1):
 - $U_{DC-Comb}(P1254 = 1)$ se calcula automáticamente durante la fase de aceleración del convertidor, o sea después de conectada la tensión de red.
 - Con la función de autodetección se adaptan los umbrales $U_{DC-Comb}$ automáticamente a la tensión de red del lugar donde está la instalación.
 - b) Autodetección desconectada (P1254 = 0):
 - $U_{DC, Comp} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot P0210$
 - El umbral $U_{DC-Comb}$ se calcula de nuevo inmediatamente al introducir P0210.
 - P0210 se tiene que adaptar al lugar de instalación.
-

3.15.3 Freno dinámico

Parámetros:	P1237
Alarmas	A0535
Fallos	F0022

Diagramas funcionales : -

En algunas aplicaciones puede ocurrir que el motor pase, en determinadas circunstancias, a trabajar en Modo generador. Ejemplos de ese tipo de aplicaciones son:

- Equipos de elevación
- Accionamientos de traslación
- Cintas transportadoras, en las cuales se transporta la carga hacia abajo

En el Modo generador la energía del motor realimenta al circuito intermedio del convertidor a través del ondulator. La tensión del circuito intermedio aumenta, y al alcanzar el umbral máximo, el convertidor se desconecta con el fallo F0002. Aplicando el freno dinámico e instalando una resistencia externa se puede evitar la desconexión.

Las ventajas del freno dinámico son:

- La energía no se transforma en calor en el motor.
- Es muy dinámico y se puede utilizar en cualquier estado de servicio (no solo al dar una orden OFF)

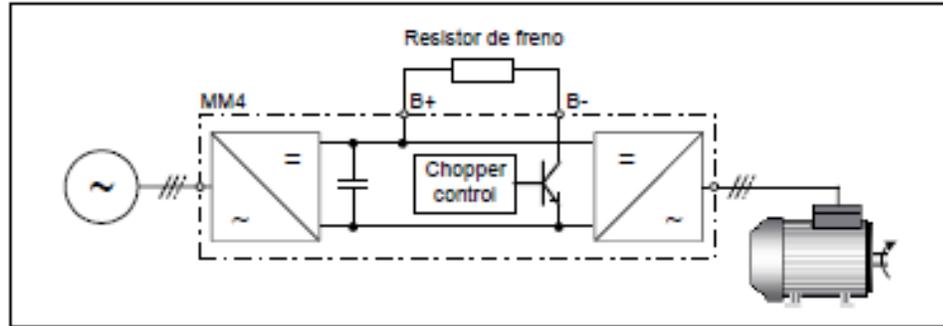


Figura 3-76 Conexión de la resistencia de frenado

Al activar el freno dinámico (habilitación vía P1237) la energía de frenado que llega al circuito intermedio se convierte en calor, mediante la resistencia de frenado controlada por tensión (resistencia de carga). Las resistencias de frenado se aplican cuando, por corto tiempo, se realimenta energía al circuito intermedio, p. ej. al frenar el accionamiento y se quiere evitar que se desconecte el convertidor con el fallo F0002 ("sobretensión en el circuito intermedio"). Cuando se sobrepasa el umbral del circuito intermedio $U_{DC-chopper}$ se conecta la resistencia de frenado mediante un interruptor electrónico (interruptor semiconductor).

Umbral de activación del freno dinámico:

Si P1254 = 0 : $U_{DC,Chopper} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{Netz} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot P0210$

Si no: $U_{DC,Chopper} = 0.98 \cdot r1242$

El umbral de activación del chopper $U_{DC-chopper}$ se calcula en función del parámetro P1254 (autodetección umbral de encendido Vdc) directamente vía tensión de red P0210 o indirectamente vía tensión del circuito intermedio con r1242.

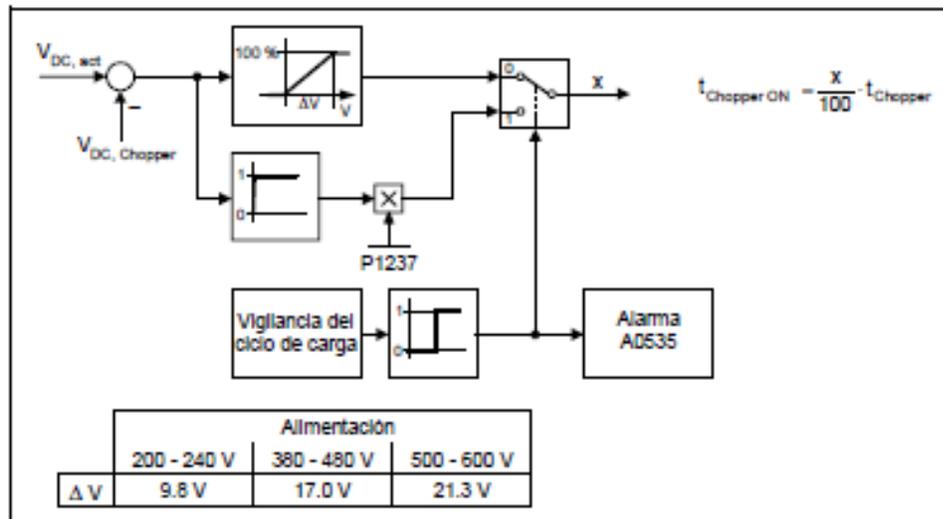


Figura 3-77 Funcionalidad del freno dinámico

La energía realimentada se transforma en calor en la resistencia de frenado. Para ello se ha integrado en el circuito intermedio una unidad de frenado (control por chopper). El chopper de la unidad conecta la resistencia con una relación pulsación / pausa, correspondiente a la energía por desgastar. La unidad de frenado solo se activa si aumenta la tensión del circuito intermedio por encima del umbral de activación del chopper $U_{DC-chopper}$, a causa del Modo generador.

La resistencia de frenado está dimensionada para una cierta potencia y un ciclo de carga determinado y solo puede asimilar una cantidad de energía limitada durante un tiempo específico. Las resistencias que se encuentran en el catálogo DA51.2 del MICROMASTER poseen el siguiente ciclo de carga:

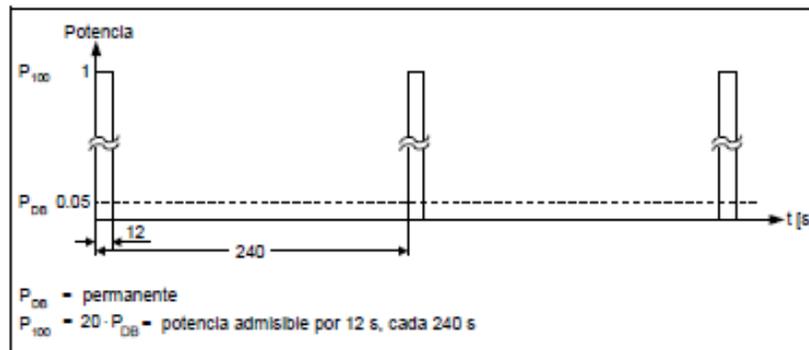


Figura 3-78 Ciclo de carga de las resistencias de frenado (MICROMASTER, catálogo DA51.2)

Este ciclo de carga ($P_{1237} = 1 \rightarrow 5\%$) se encuentra programado en el MICROMASTER. Si se sobrepasan los valores de carga ahí establecidos y se alcanza la absorción máxima de energía de frenado, la vigilancia del ciclo de carga, produce que la modulación del chopper vuelva al valor establecido en el parámetro P_{1237} . De esta forma, se reduce la energía de desgaste en la resistencia de frenado, y si la realimentación de energía en el circuito intermedio persiste, aumenta rápidamente la tensión en el circuito intermedio y el convertidor se desconecta por sobretensión en el circuito intermedio.

Si la potencia constante o el ciclo de carga para una resistencia son demasiado grandes, se puede cuadruplicar conectando en puente 4 resistencias. El ciclo de carga se tiene que aumentar en el parámetro P_{1237} de $1 \rightarrow 5\%$ a $3 \rightarrow 20\%$. Los interruptores de sobretensión de las resistencias se deben conectar en serie. Así se tiene la seguridad de que, si se sobrecalienta una resistencia se desconecta todo el sistema (convertidor).

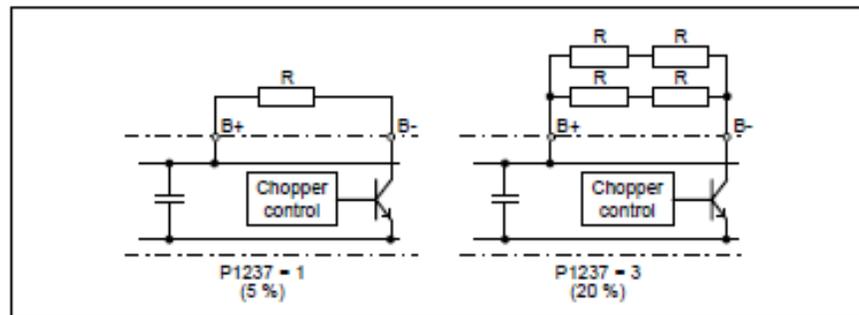


Figura 3-79 Aumento de la absorción de energía de frenado

La potencia constante y el ciclo de carga se modifican con el parámetro P1237 (Véanse los valores de ajuste en la Figura 3-80a). Si la vigilancia del ciclo de carga conmuta de potencia máxima (100 %) a potencia constante, esta se desgasta, sin límite de tiempo, en la resistencia de frenado (Véase la Figura 3-80b). Al contrario de la resistencia de frenado enunciada en el catálogo DA51.2, con el control por chopper se puede operar permanentemente con el 100 % de la potencia.

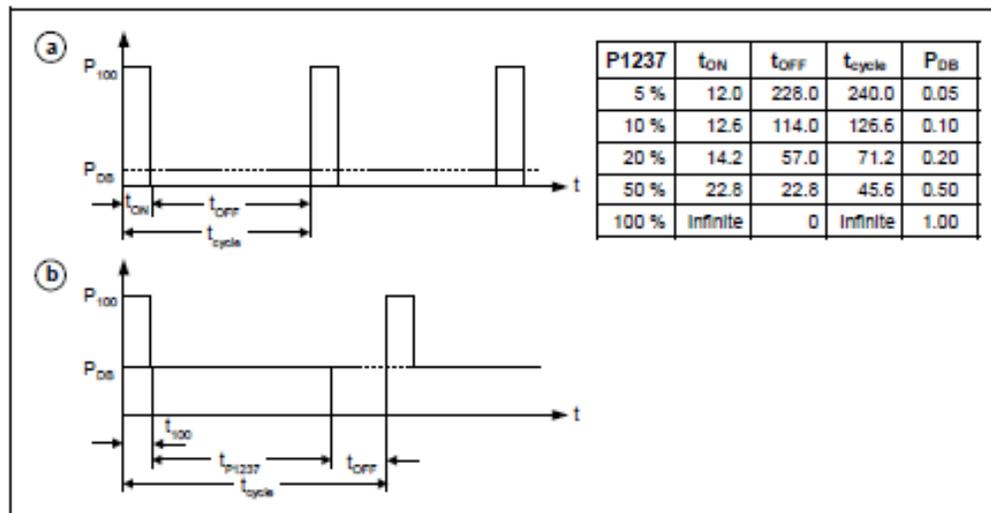


Figura 3-80 Ciclo de carga del chopper

La serie MICROMASTER 440 trae integrada, hasta la forma constructiva FS F, la unidad de frenado en el convertidor. La resistencia de frenado se puede conectar en los bornes externos B+, B-.

ANEXOS 5

CARACTERÍSTICAS Y DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC.

Productos para viviendas y edificaciones en general

Tubos para conducción de agua fría.

Producido bajo norma NTE INEN 2497



Soporta Presión Hidrostática

Gracias a la materia prima con que se produce la tubería, ésta posee un mayor módulo de elasticidad, por ende mayor resistencia a la tensión comparada con otras (plomo, cobre, asbesto, etc.), lo que le permite una alta resistencia a las sobrepresiones hidrostáticas por Golpe de Ariete de hasta 100 PSI.

Químicamente resistente con baja reacción

- Debido a que posee una baja conductividad eléctrica, no se produce en el material la corrosión galvánica y/o electrolítica, mucho menos la formación de depósitos o incrustaciones en las paredes interiores, esto facilita el paso del fluido al conservar inalterable la sección hidráulica.
- Resisten el ataque de aguas con elementos químicos y/o productos químicos, gracias a la inercia química del compuesto de PVC y a los aditivos usados en la fabricación.

Bajo peso y gran flexibilidad

Si se compara con otros materiales, éste posee flexibilidad y bajo peso, lo que hace más fácil el proceso de instalación, manipuleo y transporte desde fabrica/bodega a la obra.

Variedad de accesorios

Con una variada y completa línea de accesorios, se garantiza la realización de giros o cambios de dirección obligatorios al chocarse con otros sistemas de aguas lluvias, eléctricos o telefónicos.

Instalaciones sencillas

- El sistema de roscado es preciso y ayuda a realizar instalaciones de forma rápida y segura, mejorando el rendimiento en la instalación de tuberías en obra.
- Para garantizar la hermeticidad las uniones roscadas de PVC se sellan con cinta teflón y el ajuste se efectúa mediante presión manual.

Resistente al impacto

La selección de materia prima idónea y una adecuada formulación de compuestos de PVC con aditivos, nos da como resultado tuberías que resisten al impacto moderado.

TARRAJAS BSPT Y NPT



diámetro
1/2"
3/4"
1"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Diámetro Nominal Externo del tubo DNE (mm)	Espesor de Pared (mm)	
	Mínimo	Tolerancia
21,34	3,73	+0,51
26,67	3,91	+0,51
33,40	4,55	+0,53
42,16	4,85	+0,58
48,26	5,08	+0,61
60,32	5,54	+0,66
73,02	7,01	+0,84
88,90	7,62	+0,91
114,30	8,56	+1,02
141,30	9,52	+1,14
168,28	10,97	+1,32
219,08	12,7	+1,52

ANEXOS 6

TABLA DE DIÁMETROS TUBERÍA GALVANIZADA

TABLA COMPARATIVA / DIMENSIONS COMPARATIVES / COMPARATIF DIMENSIONS													
Diámetro nominal DN Nominal Diameter / Diamètre Nominal		Diámetro exterior especificado D (mm) Diameter / Diamètre		Serie M		Serie H		Tipo L1		Tipo L2		Tipo L	
				Espesor mm Thickness / Epaisseur	Kg/m								
15	1/2	21,3	2,6	1,210	3,2	1,440	2,3	1,080	2	0,947	2,3	1,080	
20	3/4	26,9	2,6	1,560	3,2	1,870	2,3	1,390	2,3	1,380	2,3	1,400	
25	1	33,7	3,2	2,410	4	2,930	2,9	2,200	2,6	1,980	2,9	2,200	
32	1 1/4	42,4	3,2	3,100	4	3,790	2,9	2,820	2,6	2,540	2,9	2,820	
40	1 1/2	48,3	3,2	3,560	4	4,370	2,9	3,240	2,9	3,230	2,9	3,250	
50	2	60,3	3,6	5,030	4,5	6,190	3,2	4,490	2,9	4,080	3,2	4,510	
65	2 1/2	76,1	3,6	6,420	4,5	7,930	3,2	5,730	3,2	5,710	3,2	5,750	
80	3	88,9	4	8,360	5	10,300	3,6	7,550	3,2	6,720	3,2	6,760	
	3 1/2	101,6									3,6	8,700	
100	4	114,3	4,5	12,200	5,4	14,500	4	10,800	3,6	9,750	3,6	9,830	
125	5	139,7	5	16,600	5,4	17,900					4,5	15,000	
150	6	165,1	5	19,800	5,4	21,300					4,5	17,800	

ANEXOS 7

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD.

Art. 3190 Válvula de Seguridad a Escuadra

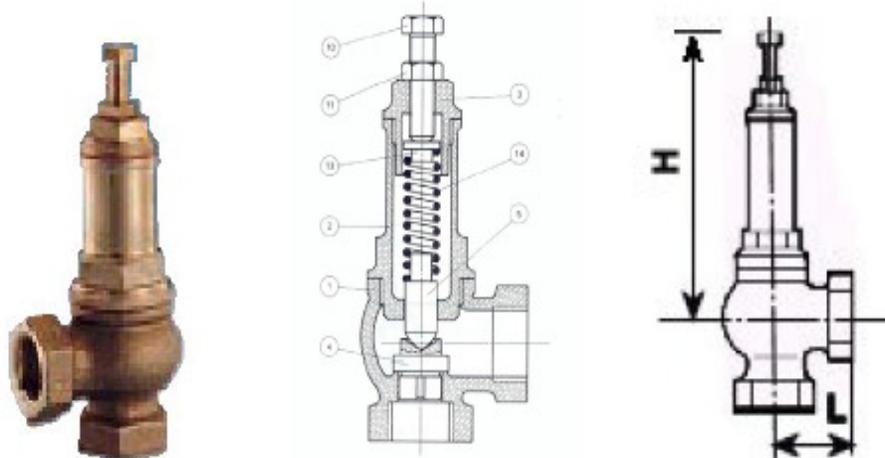
Art. 3190 Safety Angle Valve

Características

Fluidos: Vapor, Agua, Aire, Gas
 Temperatura de utilización:
 -10° C a + 220° C
 Presión máxima de utilización: 16 bar
 Coeficiente de forma K: 0,05
 Sobrepresión de tarado: 10% de la presión regulada
 Contrapresión máxima: 1, 13 bar

Features

Fluids : Water, water-steam, gas.
 Working temperature :
 -10° C to + 220 ° C
 Maximum working pressure: 16 bar
 Coefficient K : 0.05
 Calibrating overpressure: 10% of the pressure setting point
 Max back pressure: 1.013 bar



Nº	Denominación/Name	Material
1	Cuerpo / Body	Bronce / Bronze Rg 5
2	Tapa / Bonnet	Latón / Brass MS 58
3	Capuchón / Cap	Latón / Brass MS 58
4	Obturador / Disc	Latón / Brass MS 58
5	Eje / Stem	Latón / Brass MS 58
10	Tornillo / Bolt	Latón / Brass MS 58
11	Tuerca / Nut	Latón / Brass MS 58
13	Platillo / Washer	Latón / Brass MS 58
14	Muelle / Spring	Acero / Steel
15	Cierre / Seat	PTFE

Ref	Medida/Size	PN	Dimensiones/Dimensions (mm)		Peso/Weight (g)
			L	H	
3190 03	3/8"	16	33	90	370
3190 04	1/2"	16	35	100	390
3190 05	3/4"	16	42	125	630
3190 06	1"	16	46	135	1000
3190 07	1 1/4"	16	55	155	1450
3190 08	1 1/2"	16	67	170	2100
3190 09	2"	16	74	185	3250
3190 10	2 1/2"	16	80	220	5500
3190 11	3"	16	90	230	6800
3190 12	4"	16	110	285	13300

MONTAJE E INSTALACIÓN

Para un correcto montaje instalar la válvula fijándose en la dirección del flujo indicada en su cuerpo.

La válvula debe montarse verticalmente, de otra manera puede verse comprometido su funcionamiento.

Utilizar para la estanqueidad de su roscado, materiales compatibles con el fluido utilizado.

Roscar la válvula sobre las tuberías roscadas, posicionar la llave sobre el punto correspondiente hexagonal hasta conseguir el bloqueo de la válvula sobre la tubería (este artículo tiene una guía en el fondo de la rosca donde el tubo debe apoyarse)

No ejercer ningún esfuerzo sobre el tornillo.

El conducto de descarga debe estar adecuadamente sujetado, de manera que no sea el cuerpo de la válvula quien lo fije.

El fluido de descarga debe ser adecuadamente conducido o desviado hacia abajo, para evitar que el fluido de descarga retorne hacia la propia válvula y varíe la presión de tarado.

Si se utiliza un conducto este debe tener una ligera inclinación.

ASSEMBLING AND INSTALLATION

In order to have a right assembly set the valve following its flow direction-arrow stamped on the body .

This valve must be assembled vertically, if not it can compromise its functionality.

For a good holding of the thread use the proper material, according to the type of fluid passing through.

Screw-down the valve on the threaded pipes placing the key only on the proper hexagonal parts till reaching the locking of the valve on its pipe (in this article the pipe leans at the end of the thread thanks to a stopping point).

Do not play any strength on the screw.

The drain-pipe must be properly supported as to avoid pressing on the body of the valve therefore use only heavy holdfast to hold pipes.

Drained fluid must be properly driven and deflected towards the lower part to avoid that the drained fluid went back to the valve causing a change of the setting pressure.

If you use a pipe you must give a slight inclination.

MANTENIMIENTO

No están previstas operaciones de mantenimiento sobre la válvula.
 Verificar y eliminar si fuera necesario las impurezas presentes en el fluido que pudieran dañar el funcionamiento de la válvula.
 No sustituir el cierre ni desmonte la válvula, tan solo variar el tarado actuando sobre el muelle
 En caso de utilizar fluidos a un alta temperatura utilizar guantes de protección.

MAINTENANCE

Maintenance is not expected..
 Check and if that is the case remove impurities from the fluid which could damage the good functionality of the valve.
 Do not remove leaden-seal, do not disassemble the valve, do not change the setting pressure, do not operate on the regulating screw of the spring.
 Use protective gloves when passing fluids in critical temperature.

CAPACIDADES DE DESCARGA

SI	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA VALOR
q	Caudal máximo de escape	Kg / h
K	Coefficiente de forma	0,05
C	Coefficiente de expansión	0,637
P1	Presión absoluta de tarado	Pr+SP+1013 bar
V1	Volumen específico en las condiciones de P1, T1	° K m³ / kg
A	Área de la mínima sección transversal	cm²
Z1	Factor de compresibilidad	1
T1	Temperatura del fluido	° K
M	Masa molecular del fluido	KG/Kmol

DISCHARGE CAPACITY'S

SI	DESCRIPTION	UNIT DE MEASUREMENT VALUE
q	Maximum discharge capacity	Kg / h
K	Coefficient of form	0,05
C	Coefficient isentropic	0,637
P1	Set pressure requirement	Pr+SP+1013 bar
V1	Specific gravity	° K m³ / kg
A	Minimum area transversal	cm²
Z1	Compressibility factor	1
T1	Temperature fluid	° K
M	Molecular weight	KG/Kmol

VAPOR SATURADO

SATURATED STEM

$$q = 0.9 * K * 113.8 * C * \sqrt{\frac{P1}{V1}} * A$$

AIRE COMPRIMIDO

COMPRESSED AIR

$$q = \frac{(0.9 * K * 394.9 * C * P1 * A)}{\sqrt{\frac{Z1 * T1}{M}}}$$

		Vapor saturado				Saturated steam					
pressione di taratura	DN	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
	A	0,400	1,295	1,980	4,190	7,450	10,930	16,990	30,110	41,880	74,200
	V1	Portata massima da scaricare [Kg/ora]									
1	0,681	1,29	6,38	9,76	20,66	36,73	53,88	83,76	108,68	208,47	369,96
2	0,602	2,91	9,44	14,44	30,57	54,36	79,75	123,97	219,71	305,59	541,48
3	0,477	3,60	12,32	18,84	39,86	70,88	103,99	161,66	295,49	399,48	705,89
4	0,383	4,72	15,29	23,38	49,47	87,97	129,05	200,51	365,53	494,51	875,23
5	0,322	5,63	18,24	27,90	59,04	104,99	164,02	236,42	424,31	580,17	1045,61
6	0,272	6,62	21,44	32,79	69,40	123,40	181,04	261,42	466,74	633,70	1229,00
7	0,240	7,54	24,41	37,31	78,97	140,41	205,00	320,22	567,51	789,36	1398,55
8	0,215	8,45	27,35	41,82	86,49	157,35	230,65	356,84	633,95	884,54	1607,12
9	0,194	9,37	30,34	46,39	98,18	174,59	256,13	396,14	705,59	981,41	1738,67
10	0,177	10,29	33,31	50,94	107,91	191,69	281,24	437,17	774,76	1077,61	1909,20
11	0,160	11,20	36,28	55,49	117,99	209,03	306,00	475,76	849,20	1172,66	2177,07
12	0,151	12,11	39,11	59,95	126,87	225,59	330,97	514,47	911,75	1268,16	2246,91

		Aire comprimido				Compressed air					
pressione di taratura	DN	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
	A	0,400	1,295	1,980	4,190	7,450	10,930	16,990	30,110	41,880	74,200
		Portata massima da scaricare [Kg/ora]									
1	2,82	9,12	13,94	29,50	52,46	76,96	119,52	211,98	294,84	522,35	
2	4,23	13,68	20,91	44,25	78,69	115,44	179,43	317,97	442,25	783,57	
3	5,64	18,24	27,88	59,00	104,92	153,92	239,29	423,95	589,68	1044,76	
4	7,05	22,80	34,85	73,75	131,15	192,40	290,05	529,95	737,10	1365,95	
5	8,46	27,36	41,82	89,50	157,30	230,60	356,96	636,94	884,52	1607,14	
6	9,87	31,92	48,79	103,25	183,61	269,36	416,57	741,93	1031,94	1828,33	
7	11,28	36,48	55,75	118,00	209,64	307,84	478,48	847,92	1179,36	2089,52	
8	12,69	41,04	62,73	132,75	236,07	346,32	538,29	953,91	1326,78	2350,71	
9	14,10	45,60	69,70	147,50	262,30	384,80	598,10	1059,90	1474,20	2611,90	
10	15,51	50,16	76,67	162,25	288,53	423,28	657,91	1165,89	1621,62	2873,09	
11	16,92	54,72	83,64	177,00	314,76	461,76	717,72	1271,88	1769,04	3134,28	
12	18,33	59,28	90,61	191,75	340,99	500,24	777,53	1377,46	1916,46	3395,47	

		Agua					Water				
DN		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
A		0,400	1,295	1,980	4,190	7,450	10,930	16,990	30,110	41,880	74,200
		Maximum discharge capacity [Kg/ora]									
Setting pressure	1	0,696	2,255	3,448	7,297	12,974	19,035	29,589	52,438	72,936	129,223
	2	0,985	3,189	4,876	10,319	18,348	26,520	41,845	74,159	103,148	182,750
	3	1,206	3,906	5,972	12,639	22,472	32,970	51,250	90,826	126,330	223,823
	4	1,393	4,510	6,896	14,594	25,949	38,070	59,178	104,876	145,872	258,446
	5	1,557	5,043	7,710	16,316	29,012	42,563	66,162	117,255	163,050	288,952
	6	1,706	5,524	8,446	17,874	31,781	46,626	72,477	128,446	178,656	316,530
	7	1,843	5,967	9,123	19,306	34,327	50,362	81,050	138,734	192,972	341,894
	8	1,970	6,378	9,753	20,639	36,697	53,639	83,690	148,317	206,294	366,497
	9	2,089	6,765	10,344	21,891	38,923	57,105	88,767	157,314	218,809	387,670
	10	2,202	7,131	10,904	23,075	41,028	60,194	93,568	165,823	230,643	408,637
	11	2,310	7,479	11,436	24,201	43,031	63,132	98,135	173,917	241,901	428,583
	12	2,413	7,812	11,945	25,277	44,945	65,939	102,499	181,651	252,658	447,642