

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
DESPALILLADORA – ESTRUJADORA PARA LA OBTENCIÓN
DEL ZUMO DE UVA PARA LA ELABORACIÓN DEL PISCO EN
LA BODEGA MENDOZA HERMANOS**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTADA POR

Bach. Cajo Carmona, Wilfredo Ramón Alejandro
Bach. Lévano García, Juan Jesús Jonathan

ASESOR: Mg. Ing. Palomares Orihuela, Ricardo J.

LIMA-PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mi padre por enseñarme que la vida no es fácil como cualquier persona cree que de la noche a la mañana uno se hace rico, sino que cada día uno capta nuevos conocimientos y aprendizajes, en el ámbito laboral y como persona.

A mi madre, hermanos y mi familia por apoyarme y creer cada día más en mí que esto se podría realizar.

A mi enamorada por apoyarme en las buenas y en las malas.

Wilfredo R. A. Cajo Carmona

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios por darme una gran familia y la sabiduría para concluir mi carrera.

A mis padres porque siempre me apoyan incondicionalmente tanto moral como económicamente para poder crecer profesionalmente y como persona.

A mis abuelos y tíos quienes con sus palabras de aliento y ejemplo no me dejaban caer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante.

A mí enamorada por estar a mi lado apoyándome, dándome fuerzas y la confianza necesaria para lograr mis objetivos.

Juan J. J. Lévano García

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor Mg. Ing. Ricardo Palomares Orihuela, a nuestra metodóloga Dra. Ing. Margarita Murillo Manrique y a nuestro coordinador el Ing. Rivas por enseñarnos a realizar este artículo muy importante en este tiempo del proceso de elaboración de tesis.

A la Universidad Ricardo Palma por los conocimientos y lecciones otorgadas por este periodo universitario, por parte de todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Mecatrónica en la actualidad y los que ya no se encuentran con nosotros pero nos dejaron grandes enseñanzas, que gracias a ellos hoy podemos ser profesionales.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Problematización	4
1.1.1. Problema general	5
1.1.2. Problema específico	6
1.2 Objetivos	6
1.2.1. Objetivos Generales	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3 Justificación	7
1.4 Alcances y limitaciones de la investigación	8
1.5 Estructura de la tesis	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes de la investigación	10
2.1.1. Antecedentes nacionales	10
2.1.2. Antecedentes internacionales	12
2.2 Selección de variables	12
2.2.1. La uva	13
2.2.1.1. Bayas o granos de uva	13
2.2.1.2. Hollejo	15
2.2.1.3. Pepitas	16
2.2.1.4. Pulpa	19
2.2.1.5. Raspón o escobajo	19
2.2.1.6. Principales características de la producción de la uva en el Perú	21
	v

2.2.2. Proceso de producción del pisco	21
2.2.2.1. El pisco	21
2.2.2.1.1. Tipos de uvas pisqueras	22
2.2.2.1.2. Tipos de pisco	23
2.2.2.2. Elaboración	24
2.2.2.2.1. Elaboración artesanal del destilado de uva	24
2.2.2.2.2. Equipos para la destilación	27
2.2.3. Despalilladora – estrujadora de uva	28
2.2.3.1. Despalillado	28
2.2.3.1.1. Máquina despalilladora	29
2.2.3.2. Estrujado	30
2.2.3.2.1. Máquina estrujadora	31
2.2.4. Descripción de subsistema	33
2.2.4.1. Despalilladora – estrujadora a motor	33
2.2.4.1.1. Componentes	33
2.2.4.1.2. Datos técnicos	35
2.2.4.1.3. Diagrama de la máquina interna	36
CAPÍTULO III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	37
3.1 Condiciones iniciales	37
3.1.1. Diseño mecánico	38
3.1.1.1. Descripción de estructura	38
3.1.1.2. Características físico – mecánicas de la uva	40
3.1.1.3. Selección de material	42
3.1.1.4. Dimensionado	43
3.1.1.4.1. Tolva	43
3.1.1.4.2. Rejilla o tambor	44
3.1.1.4.3. Paletas	46

3.1.1.4.4. Flecha	48
3.1.1.4.5. Chumaceras	51
3.1.1.4.6. Tornillo sin fin	52
3.1.1.4.7. Elección del tpo de correa o faja	53
3.1.2. Descripción de subsistemas	57
3.1.2.1. Despalilladora	57
3.1.2.1.1. Calculo de la potencia	58
3.1.2.1.2. Calculo de la potencia del transportador del tornillo sin fin	58
3.1.2.1.3. Calculo de la potencia del eje helicoidal despalillador	59
3.1.2.2. Estrujadora	61
3.1.2.2.1. Estrujadora de rodillos	61
3.1.3. Diseño eléctrico	62
3.1.3.1. Motor eléctrico	62
3.1.3.2. Velocidad de rotación	63
3.1.3.3. Alimentación de la máquina	64
3.1.3.4. Potencia requerida	65
3.1.3.5. Potencia requerida del motor	65
3.1.3.6. Dimensiones del motor	67
3.1.3.7. Fuente de alimentación voltaje y potencia	67
3.1.3.8. Marcha – Paro, Start – Stop para motor monofásico	67
3.1.3.9. Calculo de la selección de los cables conductores para la alimentación de la máquina	70
3.1.3.10. Potencia de pérdida en la línea	72
3.2 Implementación del sistema	72
3.2.1. Instalaciones mecánicas	72
3.2.2. Instalación eléctrica	76
CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS	78

4.1 Pruebas	78
4.1.1. Prueba 1	78
4.1.1. Prueba 2	78
4.1.1. Prueba 3	78
4.1.1. Prueba 4	79
4.2 Resultados	79
4.2.1. Resultado de la prueba 1	79
4.2.2. Resultado de la prueba 2	81
4.2.3. Resultado de la prueba 3	82
4.2.4. Resultado de la prueba 4	83
CONCLUSIONES	85
OBERVACIONES Y RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	89
ANEXOS MECÁNICOS	90
Anexo 01: Sistema de tolva alimentadora de uva	91
Anexo 02: Seguro del sistema del eje despallador	92
Anexo 03: Cobertor de protector para evitar la tierra y agua	93
Anexo 04: Tornillo sin fin desplazador de uva al rodillo estrujador	94
Anexo 05: Paletas despalladoras	95
Anexo 06: Patas que soportan toda la estructura mecánica	96
Anexo 07: Rodillos de la parte de la estrujadora	97
Anexo 08: Poleas que permite el movimiento de los mecanismos instalados e la máquina despalladora - estrujadora	98
Anexo 09: Lacada (como se ve por dentro la estructura mecánica)	99
Anexo 10: Chumacera de pared de 4 huecos	100
Anexo 11: Selección de material de acero inoxidable para la estructura	101

Anexo 12: Factores de servicio	102
Anexo 12: Elección de la sección de las correas clásicas	103
ANEXOS ELÉCTRICOS	104
Anexo 01: Motor monofásico	105
Anexo 02: Esquema del circuito de mando	106
Anexo 03: Esquema del circuito de mando	107
Anexo 04: Esquema de cableado para poner en marcha la maquina	108
Anexo 05: Tabla para seleccionar guarda motor	109
Anexo 06: Cable TTRF marca indeco	110
Anexo 07: Tabla de datos técnicos NLT y NMT indeco	111

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01: Variables e indicadores	12
Tabla N° 02: Dimensiones de las bayas	14
Tabla N° 03: Características físico – mecánicas de la uva	40
Tabla N° 04: Selección de material	42
Tabla N° 05: Tamaño de uva de diferentes capas	45
Tabla N° 06: Factores de Servicio	54
Tabla N° 07: Elección de la selección de las correas clásicas	55
Tabla N° 08: Comparación de máquinas existentes en el mercado	65
Tabla N° 09: Pruebas de transporte de uva por el tornillo sin fin	80
Tabla N° 10: Pruebas de zumo de uva por kilo	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01: Producción, superficie, cosechada y rendimiento 2014	1
Figura N° 02: Estacionalidad de la producción	2
Figura N° 03: Rendimiento por regiones 2016	2
Figura N° 04: Diagrama de la estructura básica de la Tesis	9
Figura N° 05: Formas de grano de uva	13
Figura N° 06: Corte esquemático de un grano de uva	15
Figura N° 07: Morfología esquemática de los tejidos de un grano de uva madura	16
Figura N° 08: Sección de una pepita	17
Figura N° 09: Tipos de pepitas	18
Figura N° 10: Zonas de la pulpa	19
Figura N° 11: Racimo después de la floración	20
Figura N° 12: Formas de algunos racimos	20
Figura N° 13: Producción nacional de uva	21
Figura N° 14: Tipos de uvas pisqueras	22
Figura N° 15: Viñedos de uva	24
Figura N° 16: Pisado de la uva	25
Figura N° 17: Proceso artesanal de obtención del destilado de uva	26
Figura N° 18: Falca	27
Figura N° 19: Alambique	28
Figura N° 20: Alambique con calienta vinos	28
Figura N° 21: Despalillado manual bodega la nieta	29
Figura N° 22: Despalillado industrial bodega la nieta	30
Figura N° 23: Pisado de la uva en la vendimia	31
Figura N° 24: Máquina estrujadora de uva	32
Figura N° 25: Tipos de estrujadoras a rodillos, ruedas dentadas y rodillos	33
Figura N° 26: Despalilladora – estrujadora a motor	34
Figura N° 27: Datos técnicos	35
Figura N° 28: Datos técnicos diagrama distribuidor	36
Figura N° 29: Tolva receptora de uva	44
Figura N° 30: Dimensionado de Tolva	44
Figura N° 31: Diámetro de orificios del tambor	46

Figura N° 32: Paletas del despalillador	47
Figura N° 33: Diámetro de orificos del tambor diagrama	49
Figura N° 34: Resistencia a la tracción del acero inoxidable 304L	49
Figura N° 35: Flecha	50
Figura N° 36: Plano de chumacera de pared marca accor	51
Figura N° 37: Características de chumacera de pared marca accor	51
Figura N° 38: Chumacera de pared marca accor	52
Figura N° 39: Tornillo sin fin	52
Figura N° 40: Tornillo sin fin dimensionado	53
Figura N° 41: Diagrama polea conducida y motriz	56
Figura N° 42: Uvas en el eje helicoidal	60
Figura N° 43: Rodillos estrujadores de uva	62
Figura N° 44: Diagrama del motor eléctrico monofásico con AC	62
Figura N° 45: Transmisión de poleas	63
Figura N° 46: Rotación de las paletas despalilladoras	64
Figura N° 47: Paletas de la máquina	65
Figura N° 48: Motor monofásico de 1HP	66
Figura N° 49: Características motor monofásico de 1HP	62
Figura N° 50: Plano de motor eléctrico monofásico marca siemens	67
Figura N° 51: Control de encendido y apagador	67
Figura N° 52: Esquema del circuito de mando	68
Figura N° 53: Esquema de funcionamiento	69
Figura N° 54: Esquema de cableado para poner en marcha la máquina	70
Figura N° 55: Tabla de datos técnicos NLT	71
Figura N° 56: Estructura oxidada y en mal estado	73
Figura N° 57: Estructura lijada	73
Figura N° 58: Spray anti – corrosión	74
Figura N° 59: Estructura pintada	74
Figura N° 60: Partes de la tolva	75
Figura N° 61: Colocación de tornillo sin fin	75
Figura N° 62: Tambor despalillador	76
Figura N° 63: Colocación de mando en motor 0,75Hp	76
Figura N° 64: Descripción del panel de control	77
Figura N° 65: Sistema de encendido y motor monofásico	79

Figura N° 66: Colocación de uva en parte inicial del tornillo sin fin	80
Figura N° 67: Posición central de la uva transportada	80
Figura N° 68: Sistema de rodillos en funcionamiento	81
Figura N° 69: Sistema de rodillos en funcionamiento	81
Figura N° 70: Sistema de tambor	82
Figura N° 71: Sistema de tambor en funcionamiento	82
Figura N° 72: Sistema de tambor	83
Figura N° 73: Zumo de uva extraído	83
Figura N° 74: Gráfico diferencial de pruebas industriales vs artesanales	84

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño e implementación de una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración de pisco en la bodega Mendoza Hermanos” consistió en la construcción de una máquina que consta de una tolva de recepción y dos rodillos que giran en forma contraria, aplastando la uva de manera cuidadosa para no destrozar las fracciones solidas de la uva para permitir la liberación total y rápida del mosto. Las partes en contacto con la uva son de acero inoxidable, ya que el pisco es un producto alimentación.

Se realizó el diseño mecánico de la maquina despalilladora – estrujadora, lo que incluyó el dimensionado previo de los componentes y partes que integran dichos mecanismos, considerando movimientos que tendrá que realizar y el peso que este soportará. Adicionalmente se diseñó un control de mando adecuado para el sistema de encendido para su correcto funcionamiento.

Culminado el diseño de la máquina despalilladora – estrujadora, se procedió con los cálculos para validar y comprobar que el diseño propuesto cumpla con los requerimientos necesarios para un correcto funcionamiento. Con la ayuda del programa Solidworks se realizó una secuencia de movimientos. Posteriormente se obtuvo resultados tales como: Las dimensiones necesarias de las poleas, la potencia del motor, las dimensiones de la separación por paletas despalilladoras, la capacidad de la tolva.

Finalmente, con el diseño obtenido se procedió a simular en el programa Solidworks, donde se puede observar el proceso de obtención del zumo de uva. En la prueba uno, se pudo observar la capacidad que se puede procesar en la máquina y el funcionamiento del tornillo sin fin para el transporte de la uva; la prueba dos, se puede observar el empuje de la uva hacia los rodillos para el estrujado; la prueba tres, se pudo observar el retiro de los palillos fuera del tambor gracias al movimiento giratorio de las paletas; y por último, en la prueba cuatro, la obtención del zumo de uva en el contenedor y poder medir la cantidad de zumo de uva por kilos ingresados a la tolva.

Palabras Claves: Zumo, Despalilladora, Estrujadora, Vitivinícola.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Design and implementation of a destemmer-crushing machine for the obtaining of grape juice for the elaboration of pisco in the Mendoza Brothers winery" consisted of the construction of a machine that consists of a reception hopper and two rollers that They rotate in an opposite way, crushing the grapes carefully so as not to destroy the solid fractions of the grape to allow the total and rapid release of the must. The parts in contact with the grapes are stainless steel, since pisco is a food product.

The mechanical design of the destemmer - crusher machine was carried out, which included the previous dimensioning of the components and parts that integrate said mechanisms, considering movements that it will have to carry out and the weight that this will support. In addition, an appropriate control system for the ignition system was designed for its correct operation.

After the design of the destemmer - crusher machine, the calculations were carried out to validate and verify that the proposed design meets the necessary requirements for proper operation. With the help of the Solidworks program, a sequence of movements was made. Subsequently obtained results such as: The necessary dimensions of the pulleys, the power of the engine, the dimensions of the separation by despalladoras pallets, the capacity of the hopper.

Finally, the design obtained was simulated in the Solidworks program, where we observed the process of obtaining the grape juice. In test one, it was possible to observe the capacity that can be processed in the machine and the operation of the endless screw for the transport of the grape; Test two, we can observe the push of the grape towards the rollers for the squeezing; in test three, it was possible to observe the removal of the sticks out of the drum thanks to the rotating movement of the pallets; and finally, in test four, obtaining the grape juice in the container and being able to measure the amount of grape juice per kilos entered into the hopper.

Key Words: Juice, Destemmer, Crusher, Vitivinicultural.

INTRODUCCIÓN

Según el MINAGRI en el 2014 el Perú ocupó el lugar 24 dentro del conjunto de 92 países que se dedican a la siembra de uva, siendo el cuarto país en América del Sur. Ese mismo año, el Perú ocupó el tercer lugar en el mundo respecto de la productividad por ha, alcanzando los 21498 kg/ha con lo cual superó a países como China, Estados Unidos, Italia, España y Francia, los cuales se ubicaron dentro de los primeros 5 lugares como productores del mundo. Así también, superó el rendimiento promedio mundial, el cual fue en el 2014 (Según FAO) 10457 kg/ha. No obstante, si analizamos la superficie cosechada, Perú ocupó el puesto 30 como se muestra en la figura N° 1, siendo superado por los países vecinos como Argentina (226 388 ha), China (770 101 ha) y Francia (757 948 ha).

Pais	Producción (Miles de t)	%	Superficie Cosechada (Miles de ha)	%	Rendimiento (Kg/ha)
Total Mundial	74 499,9	100	7 124,5		10 456,8
China	12 628	17,0	770	10,8	16 397,8
Estados Unidos	7 152	9,6	419	5,9	17 085,4
Italia	6 931	9,3	703	9,9	9 860,2
España	6 223	8,4	931	13,1	6 683,2
Francia	6 173	8,3	758	10,6	8 143,8
Turquía	4 175	5,6	467	6,6	8 939,0
Argentina	2 635	3,5	226	3,2	11 639,8
India	2 585	3,5	119	1,7	21 773,1
Chile	2 457	3,3	198	2,8	12 405,5
Irán	2 057	2,8	213	3,0	9 650,6
Sudáfrica	1 949	2,6	124	1,7	15 740,2
Egipto	1 596	2,1	72	1,0	22 110,5
Australia	1 557	2,1	138	1,9	11 296,7
Brasil	1 454	2,0	79	1,1	18 462,3
Uzbekistán	1 441	1,9	125	1,8	11 509,1
Alemania	1 245	1,7	100	1,4	12 440,7
Grecia	1 046	1,4	111	1,6	9 442,9
Portugal	819	1,1	179	2,5	4 575,1
Rumanía	784	1,1	176	2,5	4 464,3
Afganistán	745	1,0	78	1,1	9 500,0
República de Moldova	594	0,8	134	1,9	4 443,0
Federación Rusa	529	0,7	67	0,9	7 920,7
Argelia	518	0,7	66	0,9	7 800,0
Perú	507	0,7	24	0,3	21 498,1

Figura N°1. Mundo: Producción, Superficie cosechada y rendimiento, 2014.

Fuente: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/uva.pdf

La producción de los últimos tres años, 2014-2016, según el calendario de siembras y cosechas del MINAGRI como se aprecia en la figura N°2, los mayores volúmenes de producción se registran en los periodos enero – abril y Octubre – Diciembre, en términos de un calendario anual. No obstante, la referencia usual es que la campaña de producción de la uva se concreta en el periodo Octubre – Abril del año siguiente, periodo en el que se llega a producir más de 90% de la producción anual.

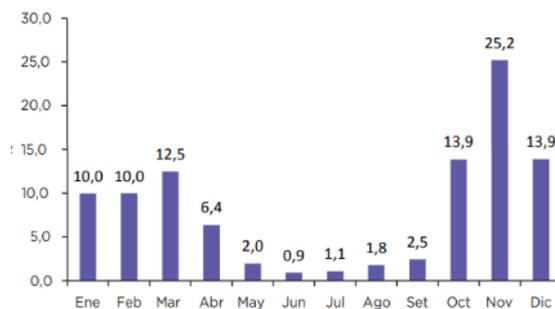


Figura N°2. Estacionalidad de la producción.

Fuente: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/uva.pdf

La principal zona productora de uva en el 2016 fue Piura, con 278,6 mil toneladas, que presentó el 40,3% de la producción nacional. Le siguieron los departamentos de Ica (32,6%), Lima (10,5%) y La Libertad (7,2%). Estas 4 regiones del país aportaron el 90,7% de la producción nacional. En las regiones de Arequipa y Lambayeque se produce entre el 3,1 y 3,7% de la producción nacional y en otras como Moquegua, Tacna, Ancash, Cajamarca, San Martín y Tumbes se produce en conjunto el 2,5% restante.

El más alto rendimiento por hectárea, se da en Piura con 47,9 t/ha como se muestra en la figura N°3, y es quien levanta el promedio nacional que llega a 24 t/ha, ya que los rendimientos en el resto de Regiones se ubican por la mitad de los de Piura, incluso, en algunas Regiones como Cajamarca, San Martín, Tacna y Ancash, no llegan a las 10t/ha.

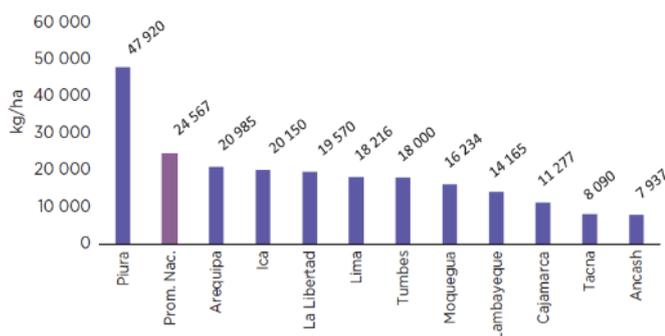


Figura N°3. Rendimiento por Regiones, 2016 (Kg/ha)

Fuente: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/uva.pdf

El objetivo principal fue diseñar e implementar una máquina despalilladora – estrujadora de uva para la obtención de zumo de uva para la elaboración de pisco en la Bodega Mendoza Hermanos. Así mismo para un estudio sistematizado del problema, la investigación se ha estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo I se muestra la introducción a la tesis, el planteamiento del problema, los objetivos de la misma, la justificación de la investigación, los alcances y limitaciones que puede llegar a tener la investigación. Asimismo, se describe la estructura de la tesis, dando a conocer el contenido de cada uno de los capítulos; en el Capítulo II se muestra los antecedentes relacionados con el desarrollo de esta tesis y conceptos teóricos que enmarcan y sirven de guía para esta investigación. Se hace una descripción de los sistemas embebido inteligentes, el despalillado y estrujado, los cuales ayudan a entender las consideraciones que se debe tener antes de empezar a diseñar e implementar una máquina despalilladora – estrujadora; en el Capítulo III se muestra el diseño e implementación de todo el sistema propuesto, se inicia con la descripción del sistema despalillador – estrujador de cómo se elaboró el diseño mecánico, el diseño eléctrico explicando su funcionamiento correctamente y en el Capítulo IV se muestra las pruebas y resultados realizadas sobre el sistema despalillador – estrujador, donde se comprueba que se cumplen los objetivos de la presente investigación.

Para finalizar la investigación se redactan las conclusiones, recomendaciones y se describe la referencia utilizada como también se consideran los anexos con información que valida la investigación realizada.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Problematización

Según el Ministerio de la Producción (PRODUCE) informó que en el 2017 la producción nacional de pisco tuvo un alza, con 10.9 millones de litros, lo cual significó un avance de 4% frente al 2016.

Lima e Ica son las regiones líderes en la producción de pisco, ya que en su conjunto representan más del 90% de la producción nacional. Le siguen Arequipa, Moquegua y Tacna.

PRODUCE sostuvo que hasta el cierre del año pasado se contabilizaban 523 empresas formales productoras de pisco, teniendo a Lima como la región que concentra la mayor cantidad de empresas (48,8%) seguida de Ica (34,6%).

Asimismo el ministerio de comercio exterior y turismo indica que cada vez hay una mayor demanda de pisco para el mercado nacional y los proyectos de exportación. Los volúmenes de pisco producidos con tecnología tradicional no son suficientes para satisfacer esta demanda dado que la distribución es más para consumo local e informal. Los productores de pisco con tecnología tradicional han sido rebasados en su capacidad de satisfacer esta mayor demanda de pisco. Adicionalmente la falta de estandarización de sus procesos y la débil aplicación de buenas prácticas de elaboración no lograban competitividad suficiente para entrar al mercado nacional e internacional de los aguardientes. La práctica de la tecnología artesanal implica mayores costos de producción por unidad de volumen de pisco que al final en el mercado no están en condiciones de competir en precios con el pisco industrial.

Algunos productores, académicos o ligados al sector asocian la palabra artesanal o tradicional con malas prácticas de elaboración; por ejemplo se imaginan que la materia prima es de mala calidad, es totalmente antihigiénico y de mal gusto ver y saber que el mosto es obtenido por pisa de personas que no sabemos si se lavaron los pies y si se secaron el sudor que desprendieron en cada faena, tierra en el piso, polvo constante en el ambiente, etc. Pero algunos defensores del pisco artesanal confunden estas malas prácticas como tradicionales y consideran que deben dejarse hacer ello y aceptarlo. Se

confunde entonces pisco producido con tecnología tradicional con malas prácticas de elaboración.

Esta apreciación confundida y negativa hace que algunos nuevos productores, técnicos mal informados, busquen cambiar toda práctica de elaboración con tecnología tradicional artesanal y busquen cambiar toda la bodega existente o construir nuevas con criterios de una bodega europea que elabora brandy o Whisky abandonando los conceptos y prácticas de la tecnología tradicional y de la denominación de origen; y por otro lado están los defensores a ultranza de la tecnología tradicional justificando con ello las malas prácticas de elaboración e impiden cualquier cambio, mejora o innovación con el pretexto de estar industrializándose y perdiendo identidad.

En la bodega Mendoza Hermanos el despalillado y estrujado de la uva se realiza de manera tradicional, donde la uva es pisada por 10 personas en un lagar para así obtener el zumo de la uva. Esta práctica no es higiénica y no podemos obtener el zumo de uva en grandes cantidades debido a que llevara varias horas de trabajo para obtener grandes cantidades. Esto lleva a que los volúmenes de pisco producidos por la bodega Mendoza Hermanos no sean suficientes para satisfacer la demanda dado que la distribución es más para consumo local.

Por los motivos explicados anteriormente, este trabajo de tesis presenta el diseño e implementación de una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la bodega Mendoza Hermanos.

1.1.1. Problema general

¿Cómo diseñar una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos?

1.1.2. Problema específico

- a) ¿Cómo diseñar e implementar un sistema mecánico adecuado para despalillar y estrujar los racimos de uva?
- b) ¿Cómo diseñar e implementar un sistema eléctrico adecuado para despalillar y estrujar la uva?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

Diseñar e implementar una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Diseñar e implementar un sistema mecánico adecuado para el despalillado – estrujado de los racimos de uva.
- b) Diseñar e implementar un sistema eléctrico para despalillar y estrujar la uva.

1.3 Justificación

Justificación Tecnológica

La justificación tecnológica implica un sistema automatizado, para la obtención del zumo de uva manteniendo las propiedades requeridas para la elaboración del pisco en la empresa Bodega Mendoza Hermanos y obtener el zumo del tipo de uva requerido para el tipo de pisco que se desee elaborar. De esta forma tener un control de higiene y funcionamiento de la máquina, también tener el control para la limpieza y el mantenimiento adecuado de la máquina ya que es de alto costo. Además, nos ayuda a ahorrar, ya que al tener la máquina automatizada se podrá reducir los costos en el personal para el pisado de la uva, el mantenimiento del lagar, etc.

Justificación Social

La justificación social, es beneficiar a los dueños de la bodega vitivinícola permitiendo tener mayor cantidad de zumo de uva, reduciendo el espacio de las diferentes áreas artesanales y poder utilizarlas para almacenamiento de la materia prima y ubicación de la máquina despalilladora – estrujadora de uva y de esta manera obtener un producto de calidad y saludable para el consumidor. Asimismo, es una buena opción para que la máquina despalilladora – estrujadora de uva sea implementada en otras bodegas vitivinícolas y así difundir el uso de las máquinas automatizadas para la obtención del zumo de uva.

Justificación Económica

La justificación económica, es beneficiar a los dueños de la Bodega Mendoza Hermanos con una máquina despalilladora – estrujadora que le permita realizar su mantenimiento a bajo costo y obtener el zumo de uva con una producción para poder cubrir los requerimientos nacionales e internacionales para realizar la elaboración del Pisco.

1.4 Alcances y Limitaciones de la Investigación

La presente tesis contempla el diseño e implementación de una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos.

Sus características principales son las siguientes:

- Un sistema eléctrico para la máquina despalilladora – estrujadora.
- Un sistema despalillador de uva.
- Un sistema estrujador de uva.

Las limitaciones que se presentaron fueron las siguientes:

Limitación teórica: se encontró poca cantidad de información, como libros, paper's de proyectos y máquinas reales en la actualidad, por lo que se tuvo que sacar información de catálogos de empresas, tesis relacionadas con el tema.

Limitación económica: Gastos de movilidad, hospedaje y comida para visitar frecuentemente la bodega Mendoza Hermanos en la ciudad de Ica, ya que ambos tesis nos encontramos trabajando en la ciudad de Lima. El presupuesto requerido para implementar la máquina despalilladora – estrujadora de uva ya que la máquina correremos con los gastos al 100%, es una de las limitaciones más considerables debido a que debemos minorar los costos pero no la calidad de la máquina.

El tiempo para elaborar el diseño e implementación de la máquina despalilladora – estrujadora es muy corto, ya que se tienen que hacer varias pruebas de la máquina para que no genere ningún error en la presentación final, por lo que el trabajo final se tiene que presentar en el mes de Noviembre.

En el desarrollo de la tesis se necesitará el asesoramiento de un especialista en el proceso de la obtención del zumo de uva para obtener un producto de calidad y que las propiedades del zumo sean las requeridas para la elaboración del pisco.

Finalmente las limitaciones fueron superadas para terminar el proyecto de tesis.

1.5 Estructura de la Tesis

La tesis se encuentra dividida en cuatro (04) capítulos, un (01) anexo y las referencias bibliográficas, tal como se muestran en la figura N°4.

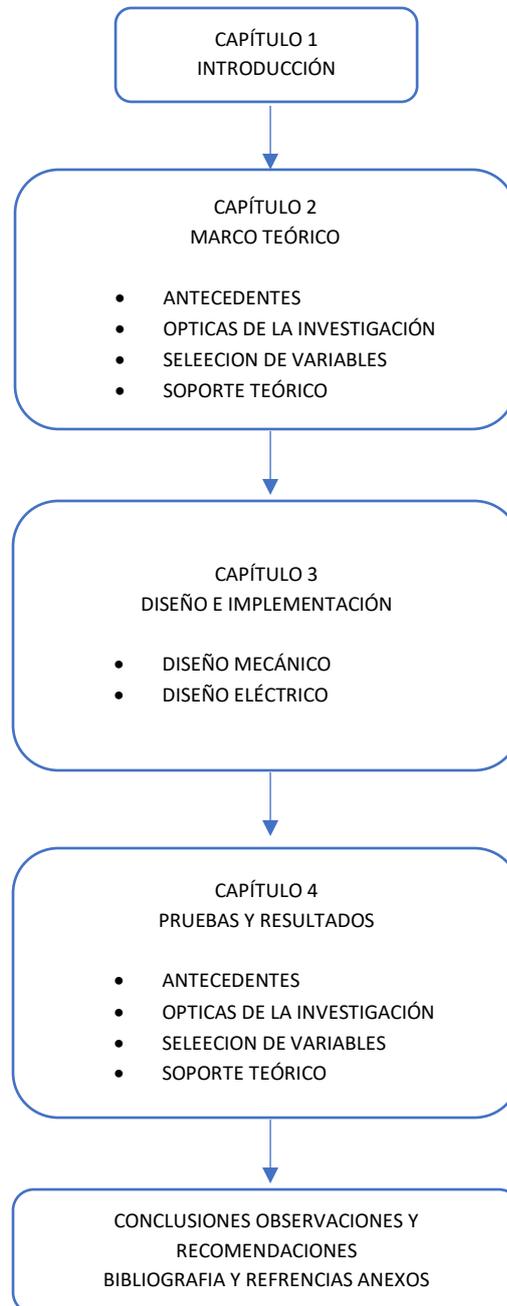


Figura N°4: Diagrama de la estructura básica de la Tesis.

Fuente: Elaboración Propia (2018)

CAPÍTULO 2: MARCO TEÒRICO

En el presente capítulo se mencionan los antecedentes de la investigación que se tomaron como referencia y como bases para el diseño e implementación de una máquina despalladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos. Asimismo, se establece la selección de variables que define el control del sistema. Finalmente, se presentan las bases teóricas que sustentan y complementan con todos los temas que se utilizaron y aplicaron para el desarrollo de la presente tesis.

2.1. Antecedentes de la Investigación

Se han implementado y diseñado diversas máquinas despalladoras – estrujadoras, que brindan una mejor calidad del zumo de uva, limpieza e higiene que permite que la empresa tenga un producto de mejor calidad para elaborar su producto bandera que es el pisco. Permite obtener mayor cantidad de zumo, lo cual permite mayor aprovechar mejor la materia prima, y a su vez optimizar el tiempo en su obtención. A continuación, mostramos tesis anteriores que contribuyeron con el desarrollo del sistema despallador – estrujador.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Robles, L. (2013). Diseño de un sistema mecatrónico para la extracción del zumo de limones. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecatrónico. Perú. Universidad Católica Del Perú; en sus conclusiones manifiesta que: Basado en los cálculos realizados en el anexo 5, el diseño del sistema mecatrónico para la extracción de zumo de limón garantizaría una producción mínima de 330 mililitros por minuto. Según los cálculos realizados en el capítulo 4, la fabricación de 1000 unidades permitiría tener un costo aproximado de USD 816.64 por unidad. El precio resulta aún muy elevado para que sea un producto comercial. Por lo cual, con la información obtenida en este trabajo, el diseño podría ser optimizado en un trabajo posterior. (p.27)

Palomino, C. (2017). Elaboración de licor de sauco (*Sambucus nigra* L.) en barricas de madera de castaño en el laboratorio de agroindustrias utea - Abancay. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Perú. Universidad Tecnológica De Los Andes; en sus conclusiones manifiesta que: Para la elaboración de licor de sauco se ha preparado en diferentes proporciones de insumos como es la pulpa de la fruta (56 kg), aguardiente de caña de azúcar (44 litros) y agua hervida (34 litros), son los que le dará esta característica de licor dulce, color, olor, sabor cada una de estas tienen sus propias sub características.

Las barricas de madera de castaño son controlados por la micro oxigenación, el oxígeno que se filtra a través de los poros de la madera actúa como un agente suavizante sobre los compuestos, además aportan sabores y aromas que enriquece el licor de sauco; las barricas luego de pasar un proceso de humedecimiento y desinfección fueron llenados con licor de sauco por un periodo de 60 días de maceración. (p.65)

Neira, M. (2016). Mejoramiento de la calidad del destilado de uva, tecnificando su proceso productivo, en el distrito de río grande, provincia de condesuyos, región y departamento de Arequipa. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Arequipa. Universidad Autónoma San Francisco, en sus conclusiones manifiesta que: Se ha evaluado los parámetros de control en las etapas del proceso como: calidad de uva, grados Brix, tiempo de fermentación, Temperatura de fermentación, temperatura de destilación; que son manejados por los productores de forma regular, requiriendo de un mejoramiento del manejo de los parámetros en el proceso productivo, considerando que estos parámetros determinan la calidad del destilado de uva.

Se ha evaluado el Rendimiento y la Eficacia como criterios de medición de la calidad del destilado de uva, aplicando la Guía Técnica de los principios de elaboración del Destilado de Uva. (p.74)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Escoto, J. (2015). Diseño de una máquina despalilladora de racimos de uva para la elaboración de vino artesanal. Tesis para optar la maestría en manufactura avanzada. México. CIATEQ A.C; en sus conclusiones manifiesta que: Al inicio de la presente tesis, explicaba sobre la importancia del cuidado en la separación de los pedicelos de la baya (uva), para efecto de lograr un más limpio proceso de fermentación de los jugos de la uva, libres de contaminantes que alteren de forma cualitativa el vino. Partiendo de este hecho, se dio a la tarea de investigar sobre las diferentes metodologías que han sido utilizadas por diferentes fabricantes De máquinas comerciales de despalillado, con el objetivo de encontrar aquellas características que se adapten a la aplicación específica para bajos volúmenes de procesamiento de uva; hasta 2 000 [kg/día], para la operación del despalillado. Posteriormente se abordó la parte donde se investigó sobre las características físico mecánicas de la uva para efecto de determinar sus correspondientes límites mecánicos requeridos para la separación del fruto, del pedicelo, y cuyos resultados llevaron a determinar la fuerza del impacto necesaria para efecto de: por un lado, lograr la separación del fruto del palillo, y por otro, causar el menor daño posible a la piel de la uva y al pedicelo, buscando no afectar la calidad de los procesos subsecuentes. (p.124)

2.2. Selección de variables

Las variables e indicadores de la tesis titulada “Diseño e implementación de una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos” se muestran a continuación en la tabla N°1.

Tabla N°1. Variables e indicadores

Variables	Indicadores
Variable 1: Zum de uva	Tamaño de uva Control de tiempo y calidad
Variable 2: Despalillado - estrujado	Elementos del sistema. Precisión en los sistemas.

Fuente: Elaboración propia

2.2.1. La Uva

Es un conjunto de frutos en forma de racimo, agrupados por un órgano herbáceo o leñoso conocido como raspón o escobajo, soportando un buen número de bayas o frutos carnosos de pequeño tamaño. Quiere esto decir, que en su origen, los racimos de frutos lo fueron de flores y que tras su desarrollo o fecundación, se transformaron cada una de ellas a lo largo de un periodo de maduración, en el correspondiente fruto o grano de uva. (Hidalgo, 2011, p.57).

2.2.1.1. Bayas o granos de uva

El grano de uva procede del desarrollo, generalmente inducido por la fecundación, del pistilo u ovario que tiene flor, mediante el depósito de los granos de polen sobre el estigma, que emiten los correspondientes tubos polínicos y que fecundan los óvulos situados en su interior, provocando una formación de hormonas vegetales de la flor, transformándose a los largo del periodo de maduración en fruto. Por lo tanto el pistilo evolucionara creciendo de tamaño hasta formar un grano de uva, pudiendo contener en su interior unas pepitas o semillas cuyo origen fueron entonces los óvulos de la flor. Las bayas o granos de uva presentan diversas características como se puede apreciar en la figura N°5, principalmente en función de las variedades de uva y en menor importancia de las condiciones de cultivo del viñedo. Atendiendo a su forma los granos de uva se clasifican en: (Hidalgo, 2011, p.60).

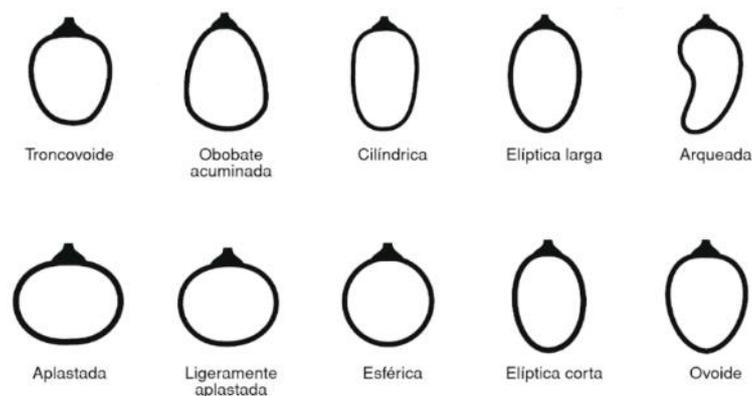


Figura N°5: Formas de grano de uva.

Fuente: (Hidalgo, p.61, 2011)

De acuerdo con su tamaño, las bayas pueden ser: grandes, medianas y pequeñas. Las uvas de gran tamaño presentan una reducida relación superficie de hollejo/volumen de pulpa, que las hace estar en desventaja frente a las de menor tamaño como se aprecia en la tabla N°2, donde esa relación es más alta, lográndose entonces vinos de mayor calidad y tipicidad, al posibilitar una mayor cesión de los “Compuestos de bondad” que contiene desde hollejo hasta el mosto. (Hidalgo, 2011, p.61).

Tabla N°2. Dimensiones de las bayas.

Dimensión de las bayas	Diámetro	Peso de 100 bayas
Muy pequeñas	menos de 8 mm	menos de 35 g
Pequeñas	8 a 12 mm	36 a 110 g
Medias	13 a 18 mm	111 a 330 g
Gruesas	19 a 24 mm	331 a 700 g
Muy gruesas	más de 24 mm	más de 700 g

Fuente: (Hidalgo, p.61, 2011).

De acuerdo con su aroma y gusto, los granos de uva se clasifican en: muy aromáticos moscateles, muy aromáticos no moscateles, aromáticos y poco aromáticos. Según contengan mayor cantidad de aromas varietales, localizados generalmente en el hollejo de la uva y en casos excepcionales también en la pulpa. [...]

Atendiéndose a su coloración, las bayas pueden ser: blancas, rosadas, tintas y tintoreras. En las tres primeras los pigmentos varietales se localizan exclusivamente en el hollejo y en la cuarta también se encuentran en la pulpa. [...]

El grano de uva presenta en todos los casos una estructura formada por una película exterior llamada hollejo, una masa que rellena interiormente la baya conocida como pulpa y en el centro del mismo como se aprecia en la figura 6, un número variable de semillas o pepitas. El porcentaje en peso que suponen los granos de uva respecto del racimo es muy variable, pues depende de una gran cantidad de factores como se aprecia en la figura 6 variedad, fecundación, condiciones climáticas, formas de cultivo, etc. (Hidalgo, 2011, p.61).

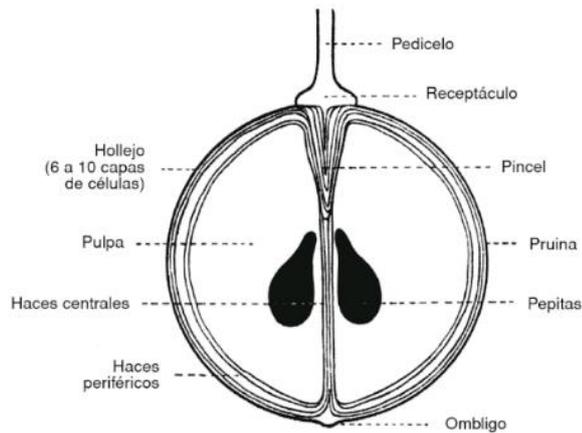


Figura 6: Corte esquemático de un grano de uva.

Fuente: (Hidalgo, p.62, 2011)

2.3.1.2. Hollejo

Es la parte exterior del grano de uva. Tiene por misión encerrar los tejidos vegetales que contienen las sustancias de reserva que acumula el fruto, proteger las semillas como elementos perpetuadores de la especie hasta llegar a su maduración y defender estas estructuras de las agresiones externas. Está formado por tan solo de 6 a 10 capas de células como se observa en la figura 7, sin un límite claro hacia su interior en una zona de transición con la pulpa, donde no se diferencian las células si pertenecen a la pulpa o al hollejo. Respecto del grano de uva, el hollejo representa una fracción variable desde 8 a 20 por ciento. [...]

Las paredes celulares del hollejo son muy anchas, con más del 3 por 100 de su peso fresco; tienen una composición de pectinas más débil que las de la pulpa, con más de 15 por 100 de cutina y proantocianidoles insolubles, mientras que los polisacáridos representan más del 50% de su peso en fresco: celulosa, pectinas, hemicelulosas, xiloglucanos, arabinosilanos y mananos. Entre las paredes celulares de las uvas blancas y tintas no existen diferencias significativas, en cuanto a su estructura y composición, salvo la presencia de antocianos en las variedades tintas. [...]

La zona más externa del hollejo se llama cutícula, siendo una capa de espesor variable según variedades, desde 1,5 a 4,0 micras en vides europeas y de hasta 10,0 micras en las americanas. Se forma en la cara externa de las células

epidérmicas a través de su pared pecto celulósica, con una composición parecida a la de la pruina por su riqueza en lípidos, especialmente en ácidos linoleico y linolénico. Se compone de células de pequeño tamaño, forma aplastada y dispuestas en posición tangencial respecto del grano de uva y con paredes celulares muy gruesas como se muestran en la figura 7. (Hidalgo, 2011, p.65).

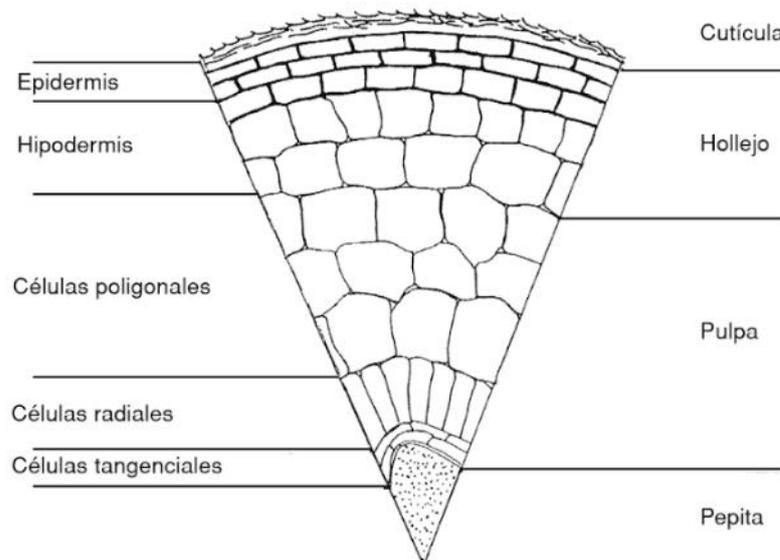


Figura 7: Morfología esquemática de los tejidos de un grano de uva madura.

Fuente: (Hidalgo, p.65, 2011).

2.2.1.3. Pepitas

Constituyen los elementos de la vid encargados de perpetuar la especie por vía sexual, procediendo de los óvulos fecundados contenidos en el pistilo de la flor y desarrollándose desde la fecundación, hasta la fase del evento, momento en el cual la semilla alcanza su maduración fisiológica. La forma externa de las pepitas permite distinguir una cara dorsal casi plana como se aprecia en la figura 8, con dos fosetas separadas por el refe y una cara ventral abombada con el surco central y la chalaza o cicatriz por donde se insertan los vasos conductores; terminando ambas caras por el pico o parte más estrecha de la pepita. Realizando una sección, se distinguen de fuera hacia dentro las siguientes zonas: una cutícula, una epidermis de poco espesor, una envoltura o tegumento externo de células lignificadas y ricas en taninos, una envoltura media y por fin un tegumento interno de naturaleza celulósica y también rico en taninos. Este conjunto de tejidos rodean el albumen, dentro del cual y desplazado hacia la zona del pico de la semilla, se

localiza el embrión compuesto por dos cotiledones, la gémula y la radícula, que darán lugar en la germinación al tallo y la raíz de una nueva vid. En las pepitas, los taninos se encuentran en estado libre y también esterificado con el ácido gálico, siendo más ácidos y astringentes que los del hollejo. (Hidalgo, 2011, p.71).

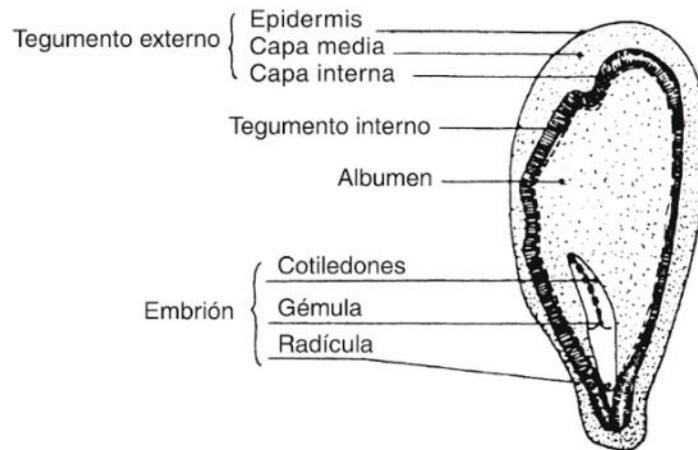


Figura 8: Sección de una pepita.

Fuente: (Hidalgo, p.71, 2011).

El número máximo de pepitas y sus tipos como se aprecia en la figura 9, que puede contener un grano de uva es de cuatro, aunque puede existir desde ninguna pepita, hasta una, dos, tres o cuatro de éstas. Existe una estrecha correlación entre el número de pepitas y el tamaño de la baya, siendo más grande cuando contienen mayor número de semillas; pero, sin embargo, presentando un carácter de menor madurez. La explicación de este fenómeno está, en que la primera necesidad de nutrientes que el grano de uva atiende, es para formar sus semillas, por lo que a mayor número de pepitas, la pulpa resulta más pobre en estas sustancias. Se podría decir por lo tanto, que la madurez de las uvas se debe a un exceso de sustancias de reserva acumuladas en la pulpa y no utilizadas por las pepitas. (Hidalgo, 2011, p.72).

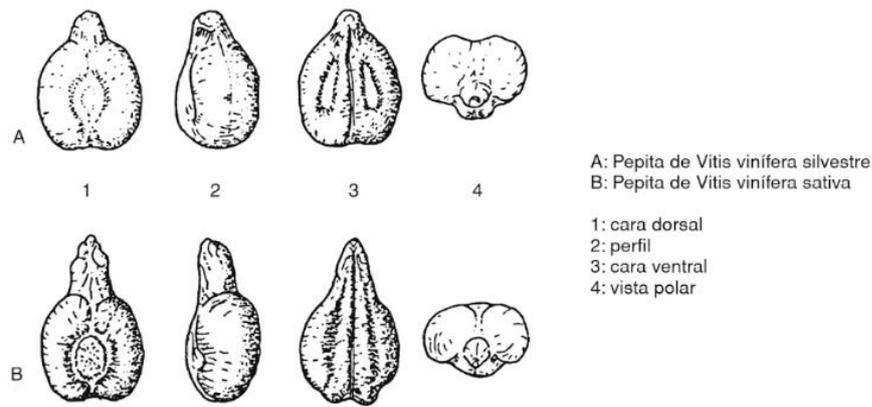


Figura 9: Tipos de pepitas.

Fuente: (Hidalgo, p.72, 2011).

La diferencia de tamaño de las bayas de un mismo viñedo de un año a otro puede llegar a ser del orden de un 25 a 30 por 100, influyendo notablemente la disponibilidad de agua en el suelo y en algunos casos extremos llegando a estallar los grano de uva cuando se produce un exceso de humedad. [...]

Las pepitas representan respecto del peso del grano de uva, hasta un máximo del 6 por 100, puesto que pueden existir bayas apirenas que no contienen semilla alguna y en el extremo contrario llegar a tener hasta cuatro. (Hidalgo, 2011, p.73).

En cuanto a su composición, las pepitas contienen de medidas las siguientes sustancias:

Agua: 25,0 a 45,0 por 100.

Materias glucídicas: 34,0 a 36,0 por 100

Aceite: 13,0 a 20,0 por 100

Taninos: 4,0 a 6,0 por 100

Materias nitrogenadas: 4,0 a 6,5 por 100

Materias minerales: 2,0 a 4,0 por 100

Acidos grasos: 1,0 por 100

2.2.1.4. Pulpa

Es la parte más voluminosa del grano de uva como se observa en la figura 10, representando un 75 a 85 por 100 del peso de éste, estando formada por un tejido parenquimatoso típico cuyo origen son las paredes del ovario, con grandes células ocupadas, casi todo su volumen, por vacuolas, donde se acumula el mosto; representando las partes sólidas (Citoplasma y paredes celulosopécticas) menos de 1 por 100. De sus paredes celulares, las pectinas representan de un 25 a un 50 por 100 de su peso seco, con una alternancia de zonas “lisas” de homogalacturonanos con otras “erizadas” de rammogalaturonanos. (Hidalgo, 2011, p.74).

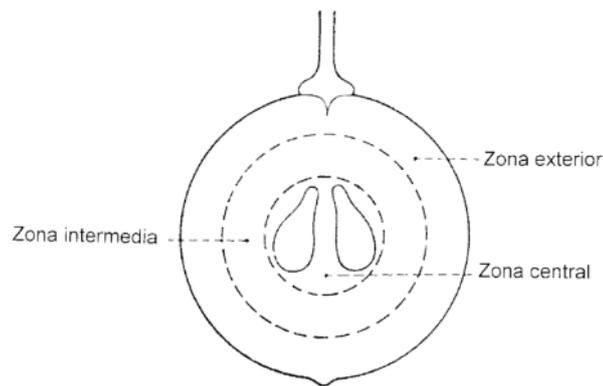


Figura 10: Zonas de la pulpa.

Fuente: (Hidalgo, p.75, 2011).

2.2.1.5. Raspón o escobajo

Es el elemento del racimo de uva que sirve de soporte de las bayas, así como también de alimentación mediante los vasos conductores situados en su interior como se aprecia en la figura 11. En peso representa del orden de un 3,0 a 7,0 por 100 del racimo. Se inserta en un nudo del sarmiento, por una zona del escobajo sin ramificar llamado pedúnculo, seguido de una zona ramificada denominada raquis, de menor sección a medida que se divide y terminando en los pedicelos que soportan los granos de uva. (Hidalgo, 2011, p.78).

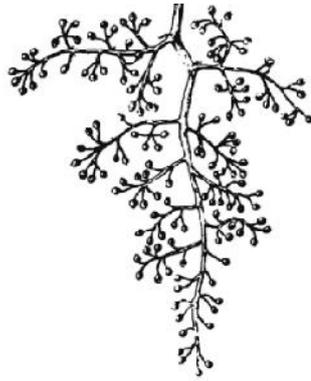


Figura 11: Racimo después de la floración.

Fuente: (Hidalgo, p79, 2011).

Acorde con la estructura del escobajo, así será la forma del racimo de uvas como se ve en la figura 12, cuestión que depende sobre todo de la variedad de vid y en menor cuantía de otros factores ambientales o de cultivo. En general, cuando los elementos del raspón son largos, como en el caso de las uvas de mesa. Los racimos toman un aspecto suelto y lacio, mientras que si son cortos, los racimos vuelven compactos, incluso con los granos de uva deformados por contacto entre ellos en forma poligonal, caso de las variedades de vinificación. Además, dependiendo del tipo de ramificación, los racimos pueden tomar diversas formas como: cónicos, cortos, cónicos largos, cónicos con hombros, cilíndricos, cilíndricos con alas, dobles con alas, etc. Por fin y en función de su tamaño, los racimos pueden ser grandes, medianos o pequeños, existiendo una correlación entre el tamaño del escobajo y el de los granos de uva que soporta. (Hidalgo, 2011, p.79).

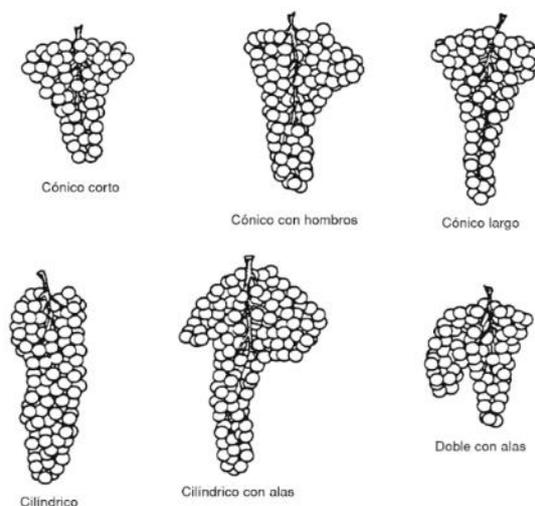


Figura 12: Formas de algunos racimos.

Fuente: (Hidalgo, p79, 2011).

2.2.1.6. Principales características de la producción de la uva en el Perú

La producción de uva en la última década ha crecido a una tasa promedio anual de 15,0%, pasando de 196,6 mil toneladas a 690,0 mil toneladas estos resultados los podemos observar en la figura 13, como resultado principalmente de la mayor demanda mundial; así como, por la apertura de nuevos mercados internacionales, producto de la firma de tratados comerciales del Perú con EEUU, Unión Europea y China. La tendencia de la producción nacional es a seguir creciendo. (Ministerio de agricultura y riego, 2017, p.3).

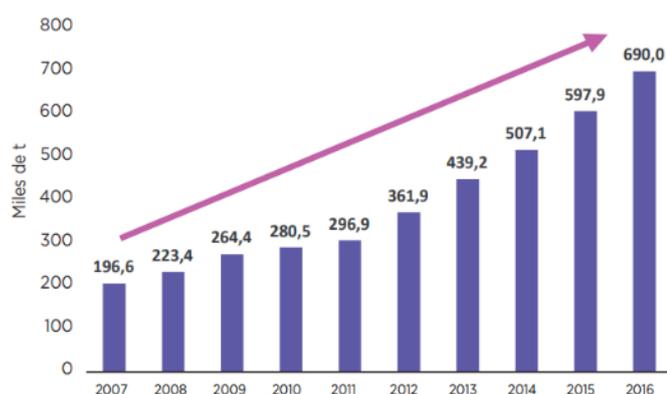


Figura 13: Producción Nacional de Uva.

Fuente: <http://minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017nnovative.com.mx>

El despegue de la producción nacional de uva se ha dado principalmente a través de la ampliación progresiva de la superficie cosechada, la misma que creció a una tasa promedio anual de 9,6% y en menor grado por una mejora sucesiva de los rendimientos por hectárea, la cual se incrementó a una tasa media anual de 4,9%. (Ministerio de agricultura y riego, 2017, p.6).

2.2.2. Proceso de producción del pisco

2.2.2.1 El pisco.

El Pisco es el aguardiente obtenido exclusivamente por la destilación de mostos frescos de “uvas pisqueras” recientemente fermentados, utilizando métodos que mantengan el principio tradicional de calidad establecido en las zonas de producción reconocidas. (INDECOPI, 2006).

“Las zonas productoras de Pisco en el Perú son los departamentos de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna.” [...]

“La destilación del Pisco no existió hasta la llegada de los españoles, quienes introdujeron cepas de uva traídas de España y se establecieron en Ica y Moquegua debido a sus condiciones climáticas y geográficas.” [...]

Es un aguardiente de uvas cuya especial calidad le proporciona un bouquet incomparable en el que se conjugan no solo el cultivo de la vid y la calidad de la tierra, sino el clima y los recipientes en los que se le hacen dormir, las grandes botijas cónicas de barro cocido y a medio enterrar.

Perú lo ha consagrado como Patrimonio Cultural de la Nación y se ha instituido el calendario Cívico del Día del Pisco en la cuarta semana del mes de julio y en septiembre el Festival Nacional. (Neira, 2016, p.21).

2.2.2.1.1. Tipos de uvas pisqueras

El Pisco debe ser elaborado exclusivamente utilizando las variedades de uva de la especie *Vitis vinífera* L, denominadas “Uvas pisqueras” y cultivadas en las zonas de producción reconocidas como se muestra en la figura N°14. Estas son: a)Quebranta, b)Negra Criolla, c)Mollar, d)Uvina, e)Italia, f)Torontel, g)Albilla, h)Moscatel.

Son uvas no aromáticas las uvas Quebranta, Negra criolla, Mollar y Uvina; y uvas aromáticas la uva Italia, Moscatel, Albilla y Torontel. (INDECOPI, 2006).

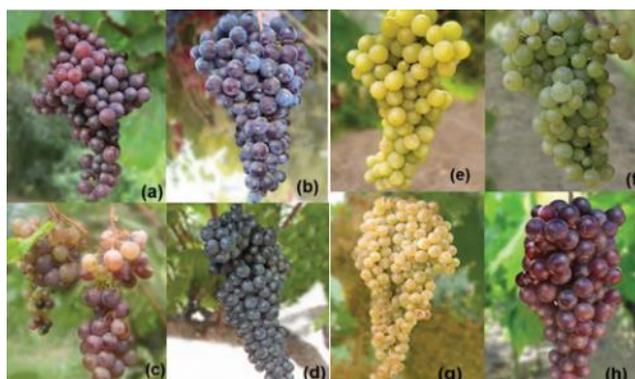


Figura 14: Tipos de uvas pisqueras.

Fuente: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/download/1343/1373>

2.2.2.1.2. Tipos de pisco

- **Pisco Puro:** Especial por su fina destilación y de una sola variedad de uva. Es obtenido solamente de uvas de la variedad no aromática como son: quebranta, mollar y negra corriente. El pisco puro en degustación es un pisco de muy poca estructura aromática en la nariz, o sea, en el olor. Esto permite que el bebedor no se sature o se canse en sus sensaciones gustativas. Posee una complejidad de sabores en la boca. [...]
- **Pisco Mosto Verde:** Proveniente de la destilación de mostos frescos incompletamente fermentados. Es elaborado con mostos que no han terminado su proceso de fermentación. En otras palabras, se destila el mosto antes de que todo el azúcar se haya transformado en alcohol. Es por eso que requiere de una mayor cantidad de uva lo que encarece ligeramente el producto. [...]
- **Pisco Acholado:** Mayor fuerza y grado alcohólico. Proveniente de mostos frescos fermentados y de la mezcla de diferentes variedades de uva. Elaborado con un ensamblaje de varias cepas. Los acholados combinan la estructura de olor de los aromáticos con los sabores de los puros. [...]
- **Pisco Aromático:** Elaborado de uvas pisqueras aromáticas. Es elaborado con cepas de variedades aromáticas: Italia, moscatel, torontel, albilla. En cata los piscos aromáticos aportan a la nariz una gama de aromas a flores y frutas, confirmada en boca con una estructura aromática compleja e interesante, que brinda además una prolongada sensación retro nasal. (Neira, 2016, p.22).

2.2.2.2. Elaboración

2.2.2.2.1. Elaboración artesanal del destilado de uva

Para obtener el Destilado de uva se utiliza una variedad de uva o mezclas de distintas variedades.

- La vendimia: Se realiza entre los meses de marzo a abril y es totalmente anual. Se recogen las uvas cuando se hayan logrado un nivel de madurez de la uva como se observa en la figura 15, es decir cuando estén en nivel de azúcar que el productor prevea para su pisco. El contenido de azúcar debe ser el apropiado para obtener el mayor volumen y la mejor calidad del pisco. La sanidad de las uvas es muy importante y, en general, de la buena calidad de la vendimia, puesto que la maceración es más o menos efectiva dependiendo de las condiciones y características de la uva base, con independencia de las condiciones en las que ésta se produzca (Neira, 2016, p.22).

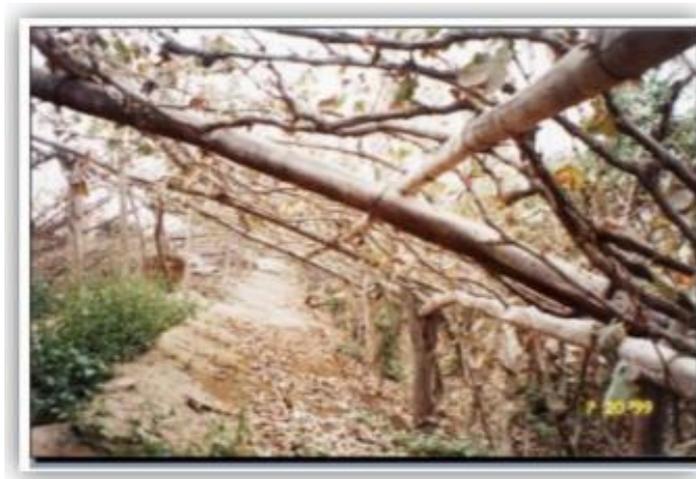


Figura N°15: Viñedos de Uva.

Fuente: <http://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/UASF/95/1/TESIS.pdf>

- El pisado: Es una costumbre transmitida por generaciones y que la practican los productores artesanales como se puede observar en la figura 16. Empieza con el transporte de la uva, el cual se realiza en canastas, trasladándose luego la fruta hacia el lagar, allí como es conocido, tradicionalmente la extracción del jugo se hace con los pies, participando cuadrillas de trabajadores expertos en pisa de uva. Pisan durante varias horas extrayendo gran parte del jugo; posteriormente, con el orujo se formará el “queso” que será presionado fuertemente por un disco de

guarango, terminando así la extracción del jugo o mosto. El mosto es luego distribuido en las cubas de fermentación donde permanecerá 5, 8, 10, hasta 14 días de acuerdo a la temperatura ambiental, a mayor temperatura, mayor velocidad de fermentación. (Neira, 2016, p.23).



Figura N°16: Pisado de la uva

Fuente: <http://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/UASF/95/1/TESIS.pdf>

- La fermentación: El mosto se lleva luego a unos recipientes (tinajas, botijas, pipas) en las que las levaduras que vienen en la uva desde los viñedos transforman principalmente el azúcar del zumo en alcohol y dióxido de carbono. Durante este proceso hay producción de calor, disminución de densidad y aumento de grado alcohólico, el mismo que debe ser vigilado por lo menos una vez al día a fin de regular la temperatura para que no se supere los 38° C porque se produciría la muerte de las levaduras. Almacenado el mosto en las botijas o tinajas de barro para el proceso de fermentación, por un tiempo de 7 a 15 días para la obtención del vino base que se envía a la destilación. [...]

- La destilación: Después de fermentar, se lleva el mosto a las falcas o alambiques, donde se hierve y al evaporarse se obtiene: la cabeza, que está muy cargada de alcohol de elevada concentración y otros componentes livianos de características organolépticas desagradables; el cuerpo (pisco), que es lo que se espera; y la cola, de bajo nivel de alcohol. La cabeza es separada y la cola desechada son compuestos que no se comercializan y deben de retirarse. La cabeza de incluirse en el Destilado de uva, alteraría sus características olfativas y gustativas. El 25

destilado de uva debe de tener una concentración alcohólica de 47°GL (Gay Lussac) al terminar la destilación. (Neira, 2016, p.24).

“• Maduración: Después de la destilación, se lleva el Destilado a reposar en cubas especiales por un periodo mínimo de 3 meses, para luego después del intercambio químico entre sus componentes, adquiera características físicas, químicas y organolépticas estables.” [...]

• Envasado: Después de la maduración, el destilado de uva se envasa. Su comercialización se realiza en envases de vidrio neutro u otro material que no transmita sabores, olores y sustancias extrañas que alteren la calidad del producto, debiendo protegerlo de cualquier contaminación. (Neira, 2016, p.25).

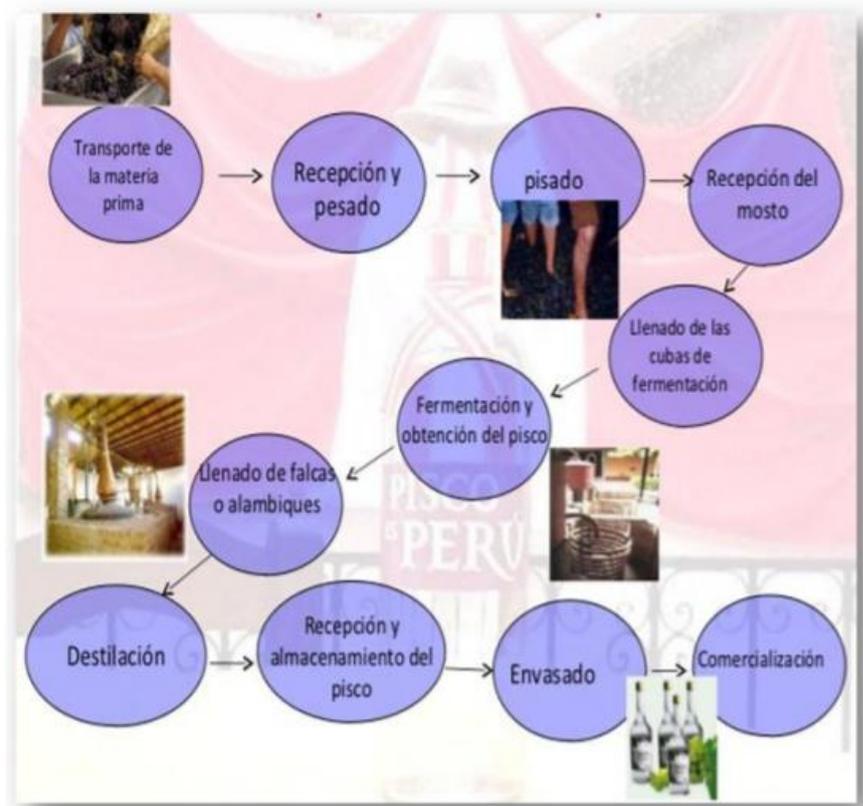


Figura N°17: Proceso artesanal de obtención del destilado de uva.

Fuente: <http://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/UASF/95/1/TESIS.pdf>

2.2.2.2. Equipos para la destilación

La elaboración de Pisco será por destilación directa y discontinua, separando las cabezas y colas para seleccionar únicamente la fracción central del producto llamado cuerpo o corazón. Los equipos serán fabricados de cobre o estaño; se puede utilizar pailas de acero inoxidable. A continuación, se describen estos equipos:

- **Falca**

Consta de una olla, paila o caldero donde se calienta el mosto recientemente fermentado y, por un largo tubo llamado "Cañón" por donde recorre el destilado, que va angostándose e inclinándose a medida que se aleja de la paila y pasa por un medio frío, generalmente agua que actúa como refrigerante como se observa en la figura 18. A nivel de su base está conectado un caño o llave para descargar las vinazas o residuos de la destilación. (Alcázar, 2010, p.14).

Se permite también el uso de un serpentín sumergido en la misma alberca o un segundo tanque con agua de renovación continua conectando con el extremo del "Cañón". (INDECOPI, 2006).

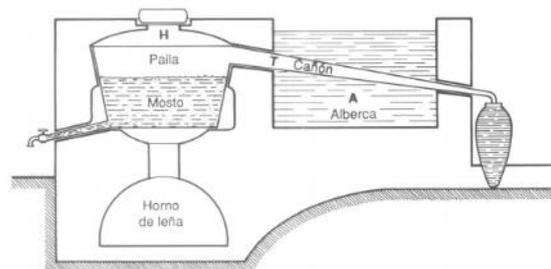


Figura N°18: Falca

Fuente: http://www.elpiscoesdelperu.com/boletines/enero2008/NTP21100_Pisco.pdf

- **Alambique**

Consta de una olla, paila o caldero donde se calienta el mosto recientemente fermentado, los vapores se elevan a un capitel, cachimba o sombrero de moro para luego pasar a través de un conducto llamado "Cuello de cisne" llegando finalmente a un serpentín o condensador cubierto por un medio refrigerante, generalmente agua como se observa la figura 19. (INDECOPI, 2006).

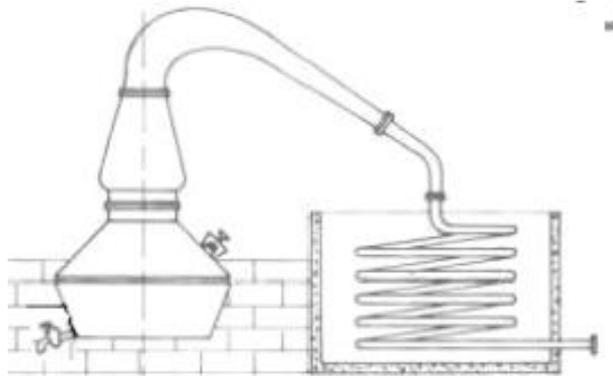


Figura N°19: Alambique

Fuente:http://www.elpiscoesdelperu.com/boletines/enero2008/NTP21100_Pisco.pdf

- **Alambique con calienta vinos**

Además de las partes que constituyen el alambique, lleva un recipiente de la capacidad de la paila, conocido como "Calentador", instalado entre ésta y el serpentín. Calienta previamente al mosto con el calor de los vapores que vienen de la paila y que pasan por el calentador a través de un serpentín instalado en su interior por donde circulan los vapores provenientes del cuello de cisne intercambiando calor con el mosto allí depositado y continúan al serpentín de condensación como se aprecia en la figura 20. (INDECOPI, 2006).

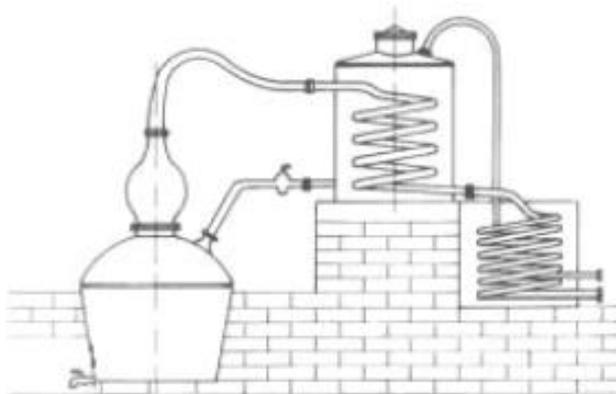


Figura N°20: Alambique con calienta vinos

Fuente:http://www.elpiscoesdelperu.com/boletines/enero2008/NTP21100_Pisco.pdf

2.2.3. Despalilladora – Estrujadora de uva

2.2.3.1. Despalillado

El proceso de despalillado consiste en la separación de la uva que se realiza originalmente de forma manual como se muestra en la figura N°21, la cual consiste en el procesado de cada racimo individualmente sea desgranado por los trabajadores por medio de sus manos, quienes remueven grano por grano y se recolectan en contenedores. [...]

“Resulta necesario si deseamos controlar la calidad en el proceso de fabricación del destilado de uva por dos motivos:” [...]

“- Debe evitar la contaminación del mosto con materiales provenientes del escobajo como son los taninos y materiales minerales Calcio y potasio.” [...]

- El porcentaje en peso del escobajo es de 2.5 %, pero en volumen puede significar un 30% del total de material que se manipula lo que haría necesario el requerimiento de instalaciones y equipos más grandes para manipular los materiales de todo el proceso productivo. [...]

“En esta etapa de la producción los productores pueden considerar como alternativa de opción el uso de un despalillador – estrujador que permita la separación de los granos y la extracción de jugo.” (Neira, 2016, p.38).



Figura N°21: Despalillado manual Bodega La Nieta

Fuente: <http://www.sierracantabria.com/prensa/vendimia-2015-en-rioja/>

2.2.3.1.1. Máquina despalilladora

La gran mayoría de las actuales despalilladoras utilizan el mismo principio básico llamado principio Amos, desarrollado en la década de 1940 en Alemania. Dicho proceso implica primero separar los tallos y uvas antes que se trituren las mismas. Existe una variante de esta máquina en donde las uvas una vez separadas, inmediatamente son pasadas a través de unos rodillos quienes trituran las mismas para liberar su sumo previo a la fermentación. [...]

Existen entonces en la actualidad diversos dispositivos para separar las uvas de los palillos, sin la trituration simultanea de las uvas. Dicho dispositivo utiliza un principio consistente en un tambor perforado giratorio u estático como se ve en la figura 22, el cual está montado de forma horizontal sobre un bastidor, en el centro se encuentra localizada una flecha giratoria provista de paletas mecánicas dispuestas de forma helicoidal, las cuales se encargan de golpear los racimos de uva, los cuáles son alimentados por uno de los extremos del tambor. Las capacidades comerciales disponibles de este tipo máquinas en el mercado se encuentran hasta los 5 000 [kg/h]. (Escoto, p.38, 2015).

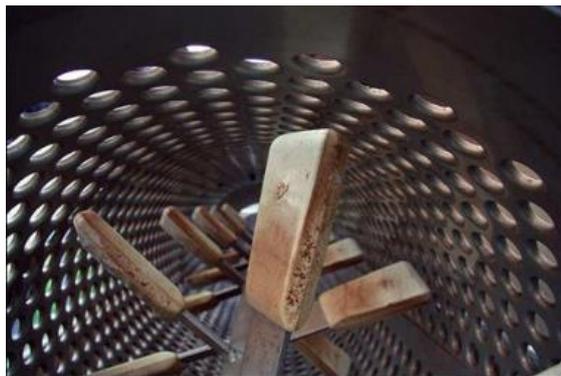


Figura N°22: Despalillado industrial Bodega La Nieta

Fuente:http://posgrados.ciateq.edu.mx/congreso/menu/ponencias/115Manuscrito_Congreso_CIATEQ_Disenodespalilladora_JoseLuisEscoto_22Oct2014.pdf

2.2.3.2. Estrujado

Se pisa la uva en un lagar o recipiente desde el centro hacia los extremos para que la presión que se ejerce sobre los granos sea suficiente como para conseguir extraer el mostro. La pisada de las uvas se puede efectuar con los pies descalzos como se muestra en la figura N°23, la forma más conocida, o con botas de goma,

este método es más práctico y se emplea en las bodegas artesanales. (Utiel-requena, 2015).



Figura N°23: Pisado del a uva en la vendimia

Fuente: <http://utielrequena.org/la-pisada-de-uva-un-sello-distintivo-de-la-vendimia-tradicional/>

2.2.3.2.1. Máquina estrujadora

“El estrujado es una operación de separación del jugo y de las enzimas que acompaña a la uva pisquera desde los viñedos” [...]

El orujo sobrante debe retirarse luego de haberse logrado la mayor recuperación de azúcar que contiene la pulpa por lo que es recomendable utilizar una técnica de agotamiento de la pulpa que queda adherida al hollejo del prensado como se observa en la figura 24. [...]

“Al realizar el prensado o estrujado debe tener en cuenta lo siguiente:” [...]

“- Las instalaciones y las operaciones deben de garantizar la separación y el trasiego del mosto con la mayor limpieza.” [...]

“- Las semillas o pepas deben de quedar enteras al final del prensado para que sus aceites no contaminen el mosto.” [...]

“- Evitar los derrames o pérdidas de mosto para no disminuir el rendimiento de la máquina.” (Neira, 2016, p.40)



Figura N°24: Máquina estrujadora de uva.

Fuente: <http://urbinavinos.blogspot.pe/2013/10/estrujado-y-despalillado-de-los-racimos.html>

Existen diferentes clases de estrujadoras tales como:

- **Las estrujadoras a rodillos**, giran en sentido inverso, uno de otro, lo que permite aplastar la vendimia, la separación de los rodillos regula la intensidad del estrujado; los cilindros pueden ser estriados de diversas formas (estrías simples o helicoidales); pueden girar a velocidades diferentes.
- **Las estrujadoras en láminas**, que no tienen más que un solo cilindro rotativo aplastando las uvas contra una plancha provista de ranuras.
- **Las estrujadoras de perfiles conjugados**, en forma de cruz, capaces de tratar cantidades importantes.
- **Las estrujadoras rotativas horizontales** trabajan por proyección y rotura de las uvas y efectúan al mismo tiempo al despalillado.
- **Las estrujadoras centrifugas verticales** giran a gran velocidad (450 a 550 vueltas por minuto). Estos últimos aparatos ejercen una acción brutal. Las estrujadoras son juzgadas después de su funcionamiento y los resultados de su trabajo: cada uva debe ser reventada, por ello los hollejos no deben ser desmenuzados y los escobajos y las pepitas deben quedar intactos.
“Ciertos daños del estrujado son sin embargo acentuados por la bomba vendimia. La mejor bomba será la que se respete mejor la heterogeneidad de la vendimia estrujada.” (Gonzales, 1999, p.150).

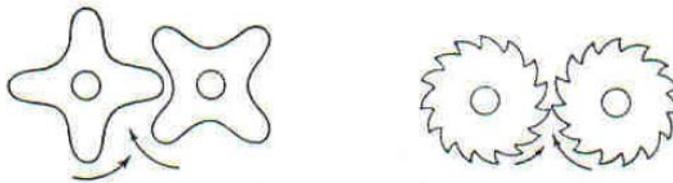


Figura N°25: Tipos de estrujadoras a rodillos; ruedas dentadas y rodillos con estrías.

Fuente: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/328168695-Enologia-Practica.pdf

2.2.4. Descripción de subsistema

2.2.4.1. Despalilladora – Estrujadora a Motor

2.2.4.1.1 Componentes.

- 1 – Sin fin
- 2 – Rodillos de estrujado
- 3 – Resguardo de carga
- 4 – Tolva de carga
- 5 – Resguardo de despalillador
- 6 – Resguardo de la transmisión
- 7 – Motor
- 8 – Panel de control
- 9 – Salida de palillos
- 10 – Salida uva pisada
- 11- Tubería de apoyo

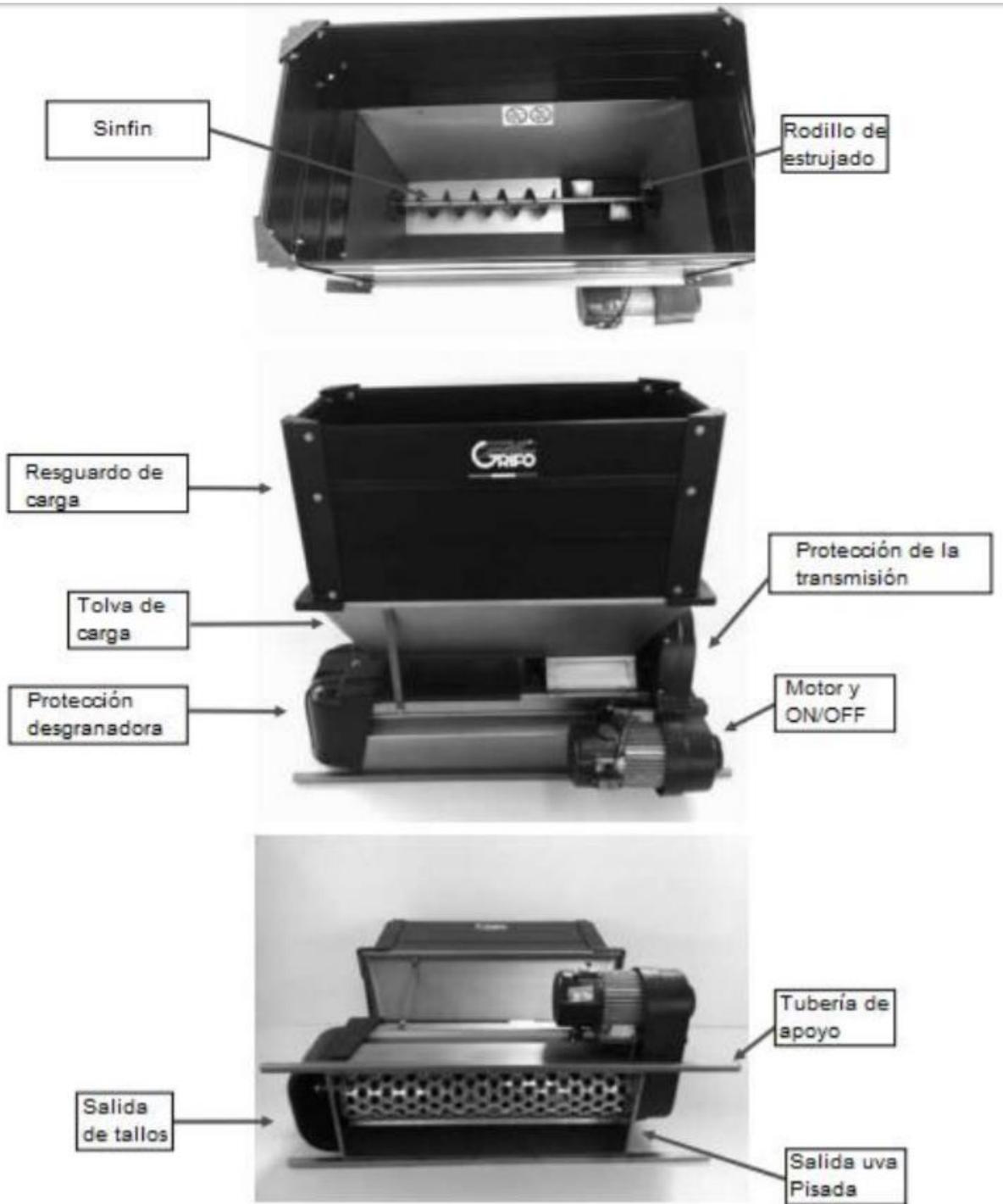


Figura N°26 Despalilladora – Estrujadora a motor

Fuente: Empresa Haldex, Inotex

2.2.4.1.2. Datos Técnicos

Medidas	600	600	1200
Peso	54kg		
Tensión y frecuencia	230V 50Hz		
Dimensiones tolva	900X500mm		
Diámetro sin fin	220mm		
Velocidad motor	1400 rev/min		
Velocidad cóclea	90 rev/min		
Velocidad rodillos	110 rev/min		
Velocidad eje despallador	550 rev/min		
Producción horaria	1500kg		
Temperatura de funcionamiento	5°C a 45°C		
Nivel de ruido	Inferior a 70 dBA		

Alimentación eléctrica	230V 50Hz monofásico
Corriente absorbida	5.5A
Potencia	750w
Grado de protección	IP54

La placa en la máquina se muestran los datos de identificación del fabricante y la propia máquina.

DIMENSIONES

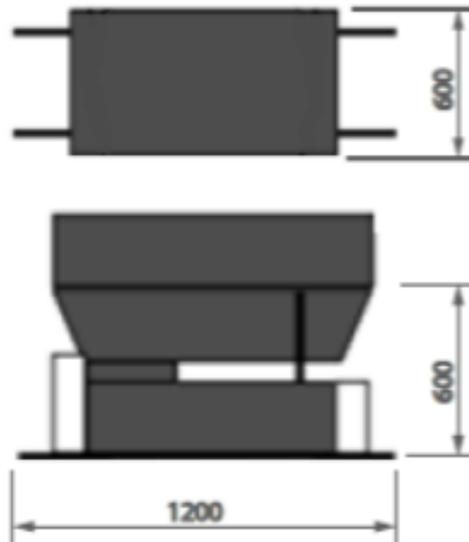


Figura N°27 Datos Técnicos

Fuente: Empresa Haldex, Inotex

2.2.4.1.3. Diagrama de la Máquina Interna.

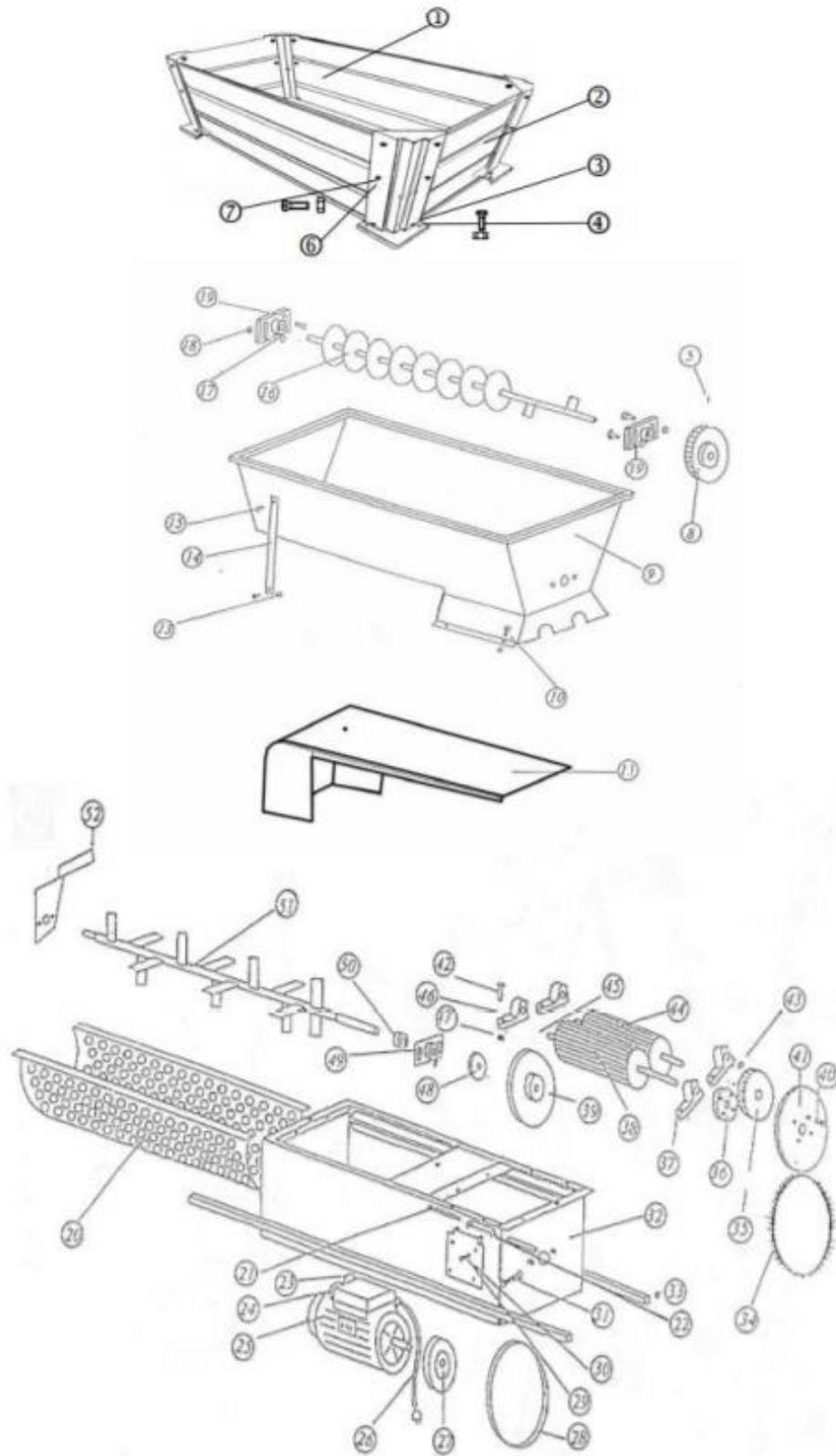


Figura N°28 Datos Técnicos diagrama distribuidor

Fuente: Empresa Haldex, Inotex

CAPÍTULO III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En el presente capítulo, se describe el diseño y la implementación de una maquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos.

3.1 Condiciones iniciales

A. Diseño mecánico

- El material es acero inoxidable AISI 316L y AISI314L son aceros inoxidables bajo en carbono permitiendo reducir los riesgos de corrosión inter-granular
- El peso de la máquina no debe ser superior a 54 Kg.
- Las dimensiones de la máquina no deben superar 600X600X1200mm.
- Las dimensiones de la chumacera de 3 pulgadas.
- Los pernos sujetadores tienen que ser de grado 5.
- Las dimensiones de los pernos sujetadores de la chumacera de 2.5 pulgadas.
- Las dimensiones de la tolva 2.5 m x 0.84 m x 4 cm.
- El tornillo sin fin debe tener un paso de 10 cm entre cada canal.
- Utilizar ruedas para su fácil desplazamiento
- Material que no interfiera con la contaminación del zumo de uva.
- Dimensiones del tornillo sin fin de 900mm.
- Diámetro del tornillo sin fin de 220mm.
- Dimensiones de la tolva 900X500mm.
- Protector de chumacera para evitar la corrosión con el ambiente.

B. Diseño eléctrico

- Suministro eléctrico de 220 VAC, 60 Hz, monofásico.
- Se requiere de un motor monofásico de 1HP como mínimo.
- La velocidad requerida por el motor debe cumplir con 1400 rev/min.
- La velocidad de los rodillos estrujadores deben de tener 110 rev/min.
- La velocidad del despallador debe ser de 550 rev/min para no maltratar la uva.
- La corriente absorbida no debe superar los 5.5A.
- La potencia requerida es de 750W
- La máquina debe contar con el grado de protección IP54 (protección contra polvo y agua).

3.1.1. Diseño mecánico

En esta sección se explica cuáles fueron las consideraciones tomadas de la máquina despalladora – estrujadora que se usó para el desarrollo de la presente tesis.

3.1.1.1. Descripción de estructura.

La estructura metálica a diseñar es la encargada de mantener y soportar un conjunto de componentes que forman parte del sistema de despallado – estrujado capaz de resistir 1500Kg por hora manteniendo su rendimiento a lo largo del tiempo, bajo la acción de agentes exteriores a que ha de estar sometido en la Bodega Mendoza Hermanos.

La estructura metálica estará compuesta por los siguientes sistemas:

- a) Sistema Sinfín: Este sistema nos permite trabajar a bajas revoluciones y evitar que a uva no sea maltratada cuenta con 220 mm de tamaño. Realiza la función de trasladar, desengranar y conducir la uva desde la tolva de alimentación hasta los rodillos de estrujado.
- b) Sistema de rodillos de estrujado: Este sistema está compuesto por dos rodillos con rotación contrapuesta y con forma de estrella. Uno de los rodillos es el que

conduce y el otro es el conducido a una velocidad de 110 rev/min. Hacen que la uva pase entre ellos y se produzca el consiguiente aplastamiento de la misma.

- c) Sistema de resguardo de carga: Este sistema presenta una caja de protección de la carga de manera de evitar cualquier contacto con los elementos móviles. A más, también se aumenta con ella la capacidad de carga de la máquina.
- d) Sistema de tolva de carga: Este sistema es por donde comienza la alimentación de la máquina cuenta con 900X500 mm, está construida para alimentar y regular la entrada de uva en la despalilladora, alimentando a estas por gravedad por la parte superior.
- e) Sistema regulador despalillador: Este sistema permite que los desechos producidos en la despalilladora se extraigan directamente por un extremo, evitando así que caigan en el depósito inferior con la uva pisada. Si la salida de los tallos se obstruye se debe apagar la máquina antes de limpiar el mecanismo por seguridad del operador.
- f) Sistema del motor: Este sistema cuenta con un motor eléctrico que cuenta con una potencia de 750W, es aquel que nos permite realizar el movimiento de rotación de toda la máquina.
- g) Sistema de panel de control: Este sistema es el que nos permite encender y apagar la unidad ON/OFF, además cuenta con un interruptor de parada de emergencia de la máquina por si se presenta una falla u obstrucción en el funcionamiento.
- h) Sistema de salida de tallos: Este sistema nos permite que los tallos salgan por el extremo de la máquina, evitando así la caída de estos al interior del depósito contenedor de pisada de uva.
- i) Sistema de salida de uva pisada: Este sistema nos permite que la salida de la uva sea por gravedad y que vaya directamente a un depósito inferior o a un contenedor.

- j) Sistema de tubería de apoyo. Este sistema es el más importante, es aquel que se utiliza como apoyo de la máquina (encima de un contenedor) y para trasladarla (como mínimo dos personas), ya que la máquina cuenta con un peso de 54Kg.

3.1.1.2. Características físico – mecánicas de la uva

Para realizar el diseño de la máquina, se debe tener conocimiento de las características físico mecánicas del racimo de la uva, sus características están definidas como la dureza del grano de uva, así como la fuerza requerida para removerla del palillo, según datos obtenidos de forma experimental por Lombard en 2011 presentado en la siguiente tabla N°3.

Tabla N°3. Requisitos para desprendimiento de uva del escobajo.

	Promedio
Fuerza de desprendimiento de fruta	1.33 N
Tensión de desprendimiento	1.94 Mpa
Rigidez de la fuerza	0.88 kN m ⁻¹
Rigidez de la energía	0.93 kN m ⁻¹

Fuente: Elaboración propia

$$Fd = FI \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Fd: Fuerza de desprendimiento de fruta

FI: Fuerza de impacto de la paleta

Reemplazamos en la fórmula 1 podremos halla la fuerza que se requiere para el desprendimiento de cada uva del racimo.

$$Fd = 1.33 N$$

$$Td = \frac{m \times g}{\pi \times d} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

Td: Tensión de desprendimiento

m: masa

g: gravedad

d: diámetro

Reemplazamos en la formula 2 podremos hallar la tensión de desprendimiento que se egerce en cada grano del racimo, se tomó un global de diversas muestras para llegar a tomar los valores representandos a continuación.

$$Td = \frac{1,0 \times 10^{-3} \times 9,81}{\pi \times 1,6^{-3}} = 1,94 \text{ Mpa}$$

$$Rg = FT \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Rg: Rigidez de la fuerza

FT: Fuerza perpendicular al tronco

Reemplazamos en la fórmula 3 podremos halla la rigidez que presenta el tallo para evitar que el grano se caiga.

$$Rg = 0,88 \text{ kN m}^{-1}$$

$$Re = Cp \times Fe \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

Re: Rigidez de la energía

Cp: Constante del palillo

Fe: Fuerza empleada

Utilizando la fórmula 4 podemos hallar la rigidez de energía que presenta cada palillo por la fuerza empleada por la paleta para el desgarro de esta.

$$Re = 10 \times 0,093 \text{ kN m}^{-1}$$

3.1.1.3. Selección de material

La selección del material depende ya que los componentes de la máquina en contacto con el zumo de la uva, deben cumplir con los requerimientos para no contaminar el zumo, el cual contiene un alto porcentaje de acidez (pH), esto se considera debido a un agente que ataca químicamente ciertos metales. El acero inoxidable es muy utilizado en las industrias agroalimentarias.

El material que se utiliza para nuestra máquina despalilladora es acero inoxidable de las características AISI 316L, ya que supera SO₂ (Dióxido de azufre) como podemos observar en la tabla N°4, las características se pueden observar en la siguiente tabla N°4.

Tabla N°4. Selección de material

	AISI 316L	AISI 304L
Normas involucradas	ASTM – A 240 / A 480	ASTM – A 240 / A 480
Propiedades mecánicas:		
Esfuerzo Fluencia (Min.)	205 Mpa	170 Mpa
Esfuerzo Tracción (Min.)	485 Mpa	485 Mpa
Elongación (Min.)	40%	40%
Propiedades físicas:		
Dureza Max. (Brinell)	217	201
Densidad	7.96 g/cm ³	7.93 g/cm ³
Propiedades químicas:		
C	0.03% Max.	0.03% Max.
Mn	2.00% Max.	2.00% Max.
Si	0.75% Max.	0.75% Max.
Cr	16.00 – 18.00%	18.00 – 20.00%
Ni	10.00 – 14.00%	8.00 – 12.00%
Mo	2.00 – 3.00%	

P	0.045% Max.	0.045% Max.
S	0.03% Max.	0.03% Max.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.4. Dimensionado

Los cálculos estructurales se realizaron a través del software SolidWorks, se tomaron en consideración la interacción de las partes de la máquina, gracias a esto el programa nos permite simular la máquina en el programa para ver su funcionamiento.

3.1.1.4.1. Tolva

La tolva a utilizar tendrá las siguientes dimensiones:

- a) Dimensiones de altura máxima es de 900mm
- b) Dimensiones de anchura máxima es de 500mm

Estas medidas son tomadas para una producción por hora de 1500Kg, el objetivo es obtener un zumo de 12000Kg de uva en total, el cual será procesado en 8 horas, a comparación de forma artesanal que toma un tiempo de 14 horas.

En el momento de cosechar la uva, se utilizan contenedores de 20Kg, por este medio calculamos el volumen de uva, y asumiendo una densidad de los racimos = 1[Kg/ dm³] en la fórmula 5 reemplazamos los valores; el volumen de la tolva requerida (Vtolva):

$$Vt = \frac{Vu}{MV} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Vt: Volumen de uva

MV: Modelado receptor de uva

$$Vt = \frac{1200}{0,8} = 15000[dm^3]$$

Modelando la tolva se puede apreciar en la siguiente figura N°29.

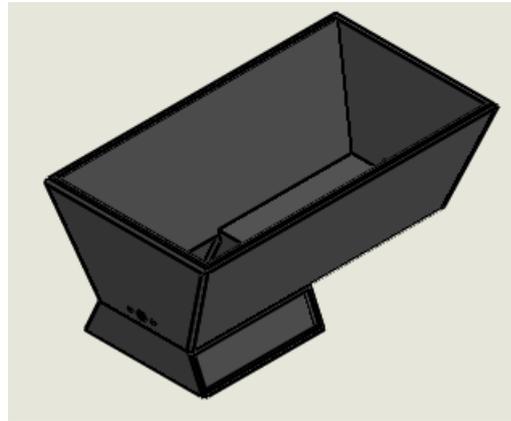


Figura N°29 Tolva receptora de uva

Fuente: Elaboración propia de la tolva

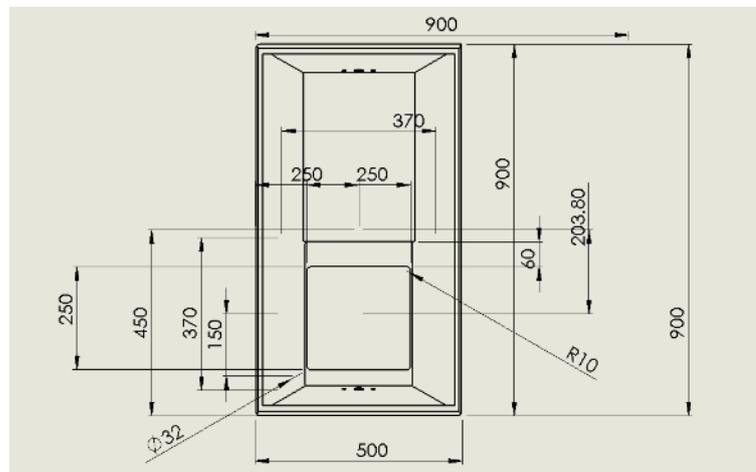


Figura N°30 Dimensionado de Tolva

Fuente: Elaboración propia dimensiones de la tolva

Como se puede observar en la figura N°30 en el dimensionado la tolva presenta una gran capacidad de 900X500 mm el cual ayuda para que el tornillo sin fin realice su movimiento helicoidal con mayor facilidad, evitando la fricción de las paredes con el tornillo.

3.1.1.4.2. Rejilla o tambor

La rejilla o tambor debe contar con perforaciones para realizar la función de ser el tamiz sobre el cual las uvas sean separadas de los palillos y sean canalizadas a los contenedores

localizados por debajo de la máquina, por tanto, sus dimensiones están ligadas al diámetro promedio de las uvas de las cepas objetivo de nuestro estudio, se demuestra en la siguiente tabla un comparativo de las dimensiones de granos de uva a utilizarse.

Tabla N°5. Tamaño de uva de diferentes cepas

Variedad	Características de hoja adulta			Características del racimo			Características de la baya		
	Tamaño Hoja adulta mm	Nº lóbulos	Long. peciolo mm	Long. racimo mm	Ancho racimo mm	Long. pedúnculo mm	Long. bayas mm	Ancho bayas mm	Long. pedicelo mm
Torontel	100,6 A	5 B	86,1 A	166,8 A	115,4 A	28,1 A	16,5 C	15,3 C	7,2 BC
Italia	100,6 A	5 B	79,5 A	206,4 AB	127,9 AB	28,6 A	23,0 D	17,2 CD	9,0 D
Mollar	108,5 AB	3 A	87,4 A	254,6 CD	150,0 BC	28,2 A	16,6 C	16,8 CD	6,6 ABC
Quebranta	113,5 ABC	5 B	80,8 A	206,9 AB	141,9 ABC	18,0 A	17,7 C	15,5 C	6,8 ABC
Negra criolla	114,6 ABC	5 B	100,4AB	209,3 B	132,5 AB	53,8 B	12,1 B	12,5 B	6,6 ABC
Albilla	127,8 ABC	5 B	95,0 AB	259,0 D	164,8 C	50,3 B	13,3 B	13,0 B	7,9 CD
Moscatel	134,6 BC	5 B	97,0 AB	214,9 BC	129,5 AB	50,2 B	13,1 B	13,5 B	5,6 A
Uvina	137,7 C	5 B	115,1 B	189,2 AB	112,5 A	62,9 B	9,42 A	9,3 A	6,3 AB

Variedad	Fenología					Crecimiento	
	Época brotamiento días	Época floración días	Época comienzo envero días	Madurez fisiológica baya días	Comienzo agostamiento días	Long. entrenudos mm	Diámetro entrenudos mm
Torontel	30,3 ABCDE	38,6 AB	67,6 BC	70,4 D	40,4 ABC	93,4 BC	8,6 AB
Italia	30,4 ABCDE	38,1 A	66,8 B	59,1 BC	38,9 C	69,4 A	9,2 AB
Mollar	21,0 A	40,0 ABC	57,0 A	64,0 BCD	31,5 A	107,8 C	9,4 AB
Quebranta	23,4 B	41,5 CDE	67,2 B	57,8 B	32,7 AB	98,0 C	10,0 B
Negra criolla	26,7 D	42,3 DE	73,8 D	66,4 CD	33,6 B	100,0 C	9,7 B
Albilla	25,2 CD	40,9 CDE	70,0 C	66,0 CD	31,8 A	72,8 AB	9,0 AB
Moscatel	21,6 A	40,7 BCD	70,0 C	60,1 BC	31,6 A	90,8 ABC	9,2 AB
Uvina	24,4 BC	43,1 E	73,3 D	46,9 A	32,8 AB	103,1 C	8,1 A

Fuente: Facultad de ciencias agropecuarias

Se puede observar según los detalles de la tabla N°5 que el tamaño mayor de la uva que nos podemos encontrar en el procesado de despallado es de 13,50mm, el cuál es importante saber ya que los agujeros no pueden ser superiores a este diámetro ya que se pueden pasar palillos.

Según las dimensiones apreciadas las perforaciones que debe tener la rejilla serían las siguientes:

- a) Perforaciones chicas entre 20 – 25mm
- b) Perforaciones medianas entre 25 – 30mm
- c) Perforaciones grandes entre 30 – 35mm

Se recomienda poner las perforaciones más grandes en la parte inicial de la rejilla, ya que es por donde empieza el racimo completo y es donde se encuentran la mayor cantidad de granos grandes.

Para la distribución de las perforaciones se consideró alternantes de 60° , que garantice el menor daño posible al tambor, lo cual garantiza que el 46.28% se encuentre perforada, con 9,39 perforaciones por centímetro cuadrado.

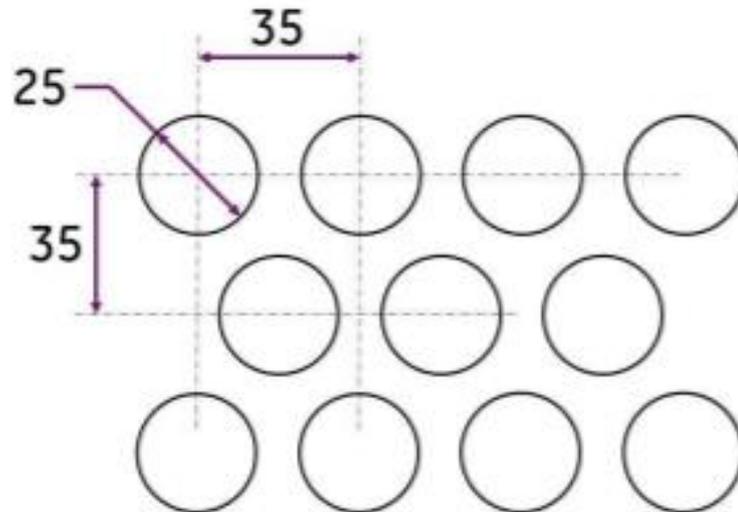


Figura N°31 Diámetro de orificios del tambor

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la distribución de los agujeros en la figura N°31 deben realizarse de forma pareja para que la distribución sea adecuada para que las paletas puedan empujar sin ningún atraco en las paredes del tambor.

Dado que la capacidad para el proyecto es sumamente alto (12 t/h), se decide utilizar el dimensionado de 900mm de largo por 400mm de diámetro. Este tamaño cuenta con el volumen suficiente para procesar la cantidad de uva; en volumen y masa, que se definió en la sección de requerimientos de diseño.

3.1.1.4.3. Paletas

Para hallar la geometría y características de las paletas de la máquina, se tomó como referencia las máquinas existentes en el mercado como en Francia, Italia y España, esta distribución que existe en las paletas se rigen a 5 parámetros fundamentales como se muestra en la figura N°32:

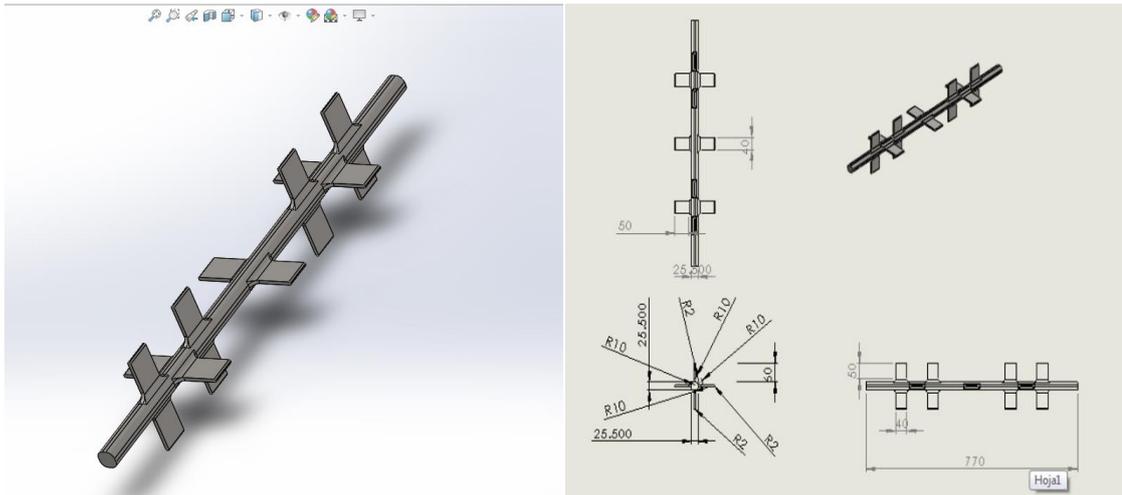


Figura N°32 Paletas del despalillador

Fuente: Elaboración propia

- La fuerza de impacto que dependerá sobre to
- Su forma geométrica, la cual permite un impacto más efectivo en el racimo de uva.
- El material con el que se elabora, por eso las puntas deben ser forradas con hule o caucho.
- El ángulo de impacto.

Partiendo de los resultados arrojados por Lombard el cuál es un dato clave optado por todos los fabricantes, la velocidad tangencial es de 7,5m/s.

La velocidad (N) en un juego de poleas está dada por la siguiente ecuación:

$$N = \frac{v}{\pi \times D} \dots\dots\dots (6)$$

Utilizando la fórmula 6 podremos hallar la velocidad del juego de poleas, la cual nos permite el movimiento del eje helicoidal, los rodillos y el tambor para el funcionamiento de la máquina despalilladora – estrujadora.

Dónde:

$$V = 7,5 \text{ m/s} = 450 \text{ m/min}$$

D= 0,384m (diámetro de giro de las paletas)

Remplazamos en la ecuación 6 obteniendo:

$$N = \frac{450}{\pi \times 0,384} = 374,019 [rpm]$$

Ya que se tiene la velocidad, se utilizan los cálculos del diámetro del tambor= 400[mm], y considerando una separación entre paletas y tambor de 8 [mm], se tiene que el diámetro del eje con todo y paletas debe ser= 384[mm], esto nos da una longitud de la paleta de 192 [mm].

Los materiales a utilizar son el acero inoxidable para el eje tubular, con un diámetro exterior de 12,7 [mm] y espesor de pared de 2[mm]. Para el extremo de la paleta, se utilizará un material de goma de 70x50[mm] y un espesor de 6[mm]. Las paletas estarían soldadas a la flecha utilizando soldadura TIG. El peso aproximado de cada paleta es de 0.2 Kg.

Las paletas irán distribuidas a lo largo del eje obedeciendo un arreglo helicoidal, para lo cual se parte de los 360° con una separación de 50 [mm] entre paleta y paleta. Sobre el eje de 900 [mm] caben hasta 16 paletas dejando una separación en los extremos del tambor de 75[mm]. Las 16 paletas se distribuirán helicoidalmente a un paso angular de $360^\circ / 16 = 22.5^\circ$.

La paleta deberá hacer contacto con el racimo en toda el área de la punta de goma de 70x50 [mm], también debemos tener en cuenta que debemos darle un avance a los racimos de uva que ingresan para el despalillado. Es por ello que debemos darle un ángulo de 5° respecto al eje axial.

3.1.1.4.4. Flecha

Para la función que cumplirá en la máquina despalilladora – estrujadora y por ser una pieza de gran volumen se tiene que analizar la posibilidad de que fuese hueca. Las características mecánicas entre un eje hueco y un eje macizo son similares o en algunos casos hasta mejores. El uso de un eje macizo se justifica más en aplicaciones donde el peso es un aspecto crítico a cuidar en el diseño, el cual no es nuestro caso.

El cálculo de los parámetros de la flecha se basa en el diagrama de fuerzas mostrado en la fig. N°33.

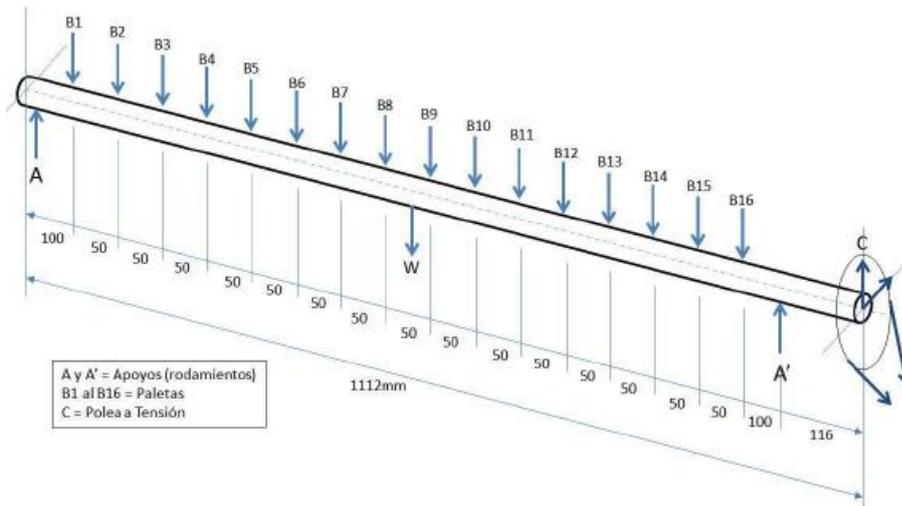


Figura N°33 Diámetro de orificios del tambor diagrama

Fuente: Elaboración propia

GRADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	LIMITE DE FLUENCIA (MPa)	ELONGACIÓN (% EN 50 mm)	DUREZA BRINELL MAX.	PROPIEDADES PARA TRABAJO EN FRÍO
AISI 304	515	205	40	202	Muy Buena
AISI 304 L	485	170	40	183	Muy Buena
AISI 316	515	205	40	217	Buena
AISI 316L	485	170	40	217	Buena
AISI 310 S	515	205	40	217	Buena

Figura N°34 Resistencia a la tracción del acero inoxidable 304L.

Fuente: <https://www.cga.com.co/images/document/ficha-304-304L.pdf>

Utilizaremos la fórmula 7 para poder hallar la fuerza de corte requerida para el corte de las piezas de acero inoxidable para la fabricación de la tolva y del tambor despalillador.

$$F_c = F_t \times 0,58 \text{ (Para el acero inoxidable)} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

F_c: Fuerza de corte

F_t: Fuerza de tensión

$$F_c = 485 \times 0,58 = 281.3 \text{ [Mpa]}$$

El esfuerzo cortante a cualquier distancia es:

$$\sigma_{\max} = \frac{T_c}{J} = \frac{T \times r}{J} \dots \dots \dots (8)$$

Utilizando la fórmula 8 podremos hallar el esfuerzo cortante para la distancia de los agujeros del tambor.

Donde:

σ_{\max} = Límite de cedencia al corte

T = Torque aplicado

C=r=Radio del eje

J=Momento polar de inercia

De la fórmula de momento polar de inercia en un objeto circular se tiene que:

$$J = \frac{1}{2} \pi r^4$$

$$\sigma_{\max} = \frac{T \times r}{\frac{1}{2} \times \pi \times r^4} = \frac{2T}{\pi \times r^3}$$

Por tanto, para T= 57,19 [Nm] y despejando el radio (r), se tiene que:

$$3 \sqrt{\frac{2 \times T}{\sigma_{\max} \times \pi}} = 3 \sqrt{\frac{2 \times 57,198457 \text{ [N} \times \text{m]}}{281300000 \text{ [Pa]} \times 3,1416}} = 0,0050586 \text{ [m]} = 5,06 \text{ [mm]}$$

Por lo tanto el diámetro mínimo de la flecha sería de 10,12 [mm]

Los tubos de las paletas serán de ½” y el diámetro exterior de la flecha será de 1.5”, con un peso de 9.9524 [Kg] de peso como se muestra en la figura N°35.

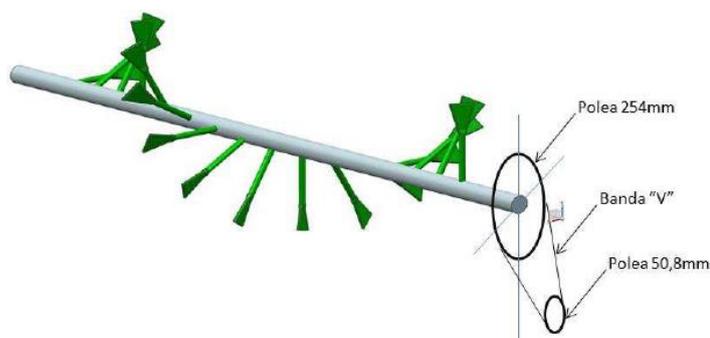


Figura N°35 Flecha.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.4.5. Chumaceras

Es una pieza mecánica de metal, con una muesca que descansa y gira cualquier eje de maquinaria. Es un soporte para eje con un rodamiento interior que generalmente es esférico para que el eje se centre y descansa en él.

Las chumaceras son auto lubricadas de bajo mantenimiento como se aprecian en la figura N°36. Se requieren 3 chumaceras por cada máquina las cuales se fijaran en los laterales de la máquina despalladora – estrujadora a través de 4 tornillos de 2” con cabeza hexagonal.

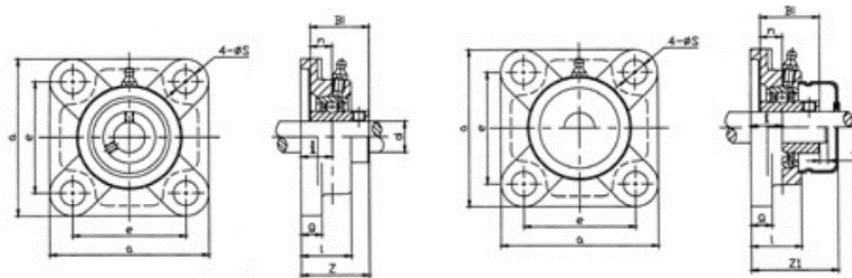


Figura N°36 Plano de chumacera de pared Marca Accor.

Fuente: <http://www.accorbearings.com/uploads/1468399147-2401Ct.pdf>

UCF207-20	1-1/4																	UC207-20		
UCF207-21	1-5/16																	UC207-21		
UCF207-22	1-3/18		117	92	19	16	34	14	3	55	44.4	42.9	17.5	M12	7/16			UC207-22	F207	1.6
UCF207-23	1-7/16																	UC207-23		
UCF207		35																UC207		

Figura N°37 Características de Chumacera de pared Marca Accor.

Fuente: <http://www.accorbearings.com/uploads/1468399147-2401Ct.pdf>

Mediante estas características podemos escoger para nuestro proyecto una chumacera de 1”1/4 de pared como se muestra en la figura N°38 para la sujeción del tornillo sin fin y del tambor despallador.



Figura N°38 Chumacera de pared Marca Accor.

Fuente: <http://www.accorbearings.com/uploads/1468399147-2401Ct.pdf>

3.1.1.4.6. Tornillo sin fin

El tornillo sin fin como se aprecia en la figura N°39 es aquel que nos permite desplazar los racimos de uvas desde la tolva hasta los rodillos, para que luego sigan por las paletas del despallado dentro del tambor, su velocidad del tornillo sin fin es de 90 rpm.

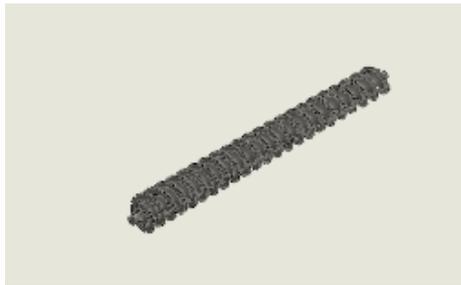


Figura N°39 Tornillo sin fin

Fuente: Elaboración propia

Con la medida de 90 mm requerida utilizando el programa SolidWorks realizamos el diseño del eje, colocándole sus cuchillas transportadoras de la uva como se muestra en la figura N°40.

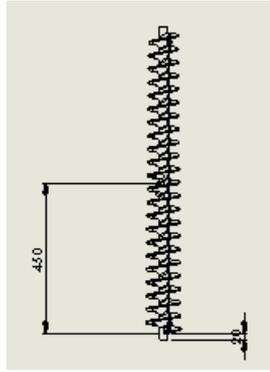


Figura N°40 Tornillo sin fin dimensionado

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.4.7 Elección del tipo e correa o faja

Para determinar el tipo de correa recomendable a utilizar en la transmisión se requiere conocer, lo siguiente:

Potencia consumida por la máquina ó potencia nominal del motor. Lo ideal es conocer la potencia consumida, en razón a que no siempre la potencia de motor que utilizamos en una transmisión corresponde a la exigida por la máquina; en muchos casos aprovechamos motores que tenemos en stock de potencias superiores a la exigida por la máquina. Los Hp se multiplican por 0.746 para pasar a Kw

Velocidad de rotación de la polea menor, generalmente la velocidad del motor, en otros casos en que necesitemos que la máquina quede con una velocidad superior a la del motor, entonces la velocidad corresponderá a la de la máquina.

Potencia efectiva (Pe) de la transmisión. Para determinar el valor de la potencia efectiva, debemos considerar la carga de trabajo que va recibir la transmisión; para ello utilizamos los valores de la tabla N°6 (Fs) y la fórmula siguiente:

$$Pe = \text{Potencia consumida} \times Fs$$

Si tenemos la potencia en Hp

$$Pe = Hp \times 0.746 \times Fs$$

Tabla N°6 Factores de servicio

CLASE DE TRABAJO	EJEMPLOS DE MÁQUINAS ACCIONADAS	TIPOS DE MÁQUINAS MOTRICES					
		Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Normal			Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Elevado		
		Horas de Servicio Diarias			Horas de Servicio Diarias		
		Menos de 10	De 10 a 16	Más de 16	Menos de 10	De 10 a 16	Más de 16
Ligero	Agitadores para líquidos. Aspiradores. Bombas y compresores centrifugos. Transportadores de cinta para carga ligera. Ventiladores y bombas hasta 7,5 Kw.	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Mediano	Amasadoras. Cizallas y prensas. Cribas rotativas y vibrantes. Generadores y excitatrices. Máquinas herramientas. Maquinaria para artes gráficas. Maquinaria para lavanderías. Transportadores de cinta para carga pesada. Ventiladores y bombas a partir de 7,5 Kw.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Pesado	Ascensores. Bombas de desplazamiento positivo. Centrifugadores. Compresores de pistón. Maquinaria para labrar madera. Maquinaria para cerámicas. Maquinaria para papeleras. Maquinaria Textil. Molinos de martillos. Sierras alternativas. Elevadores de cangilones. Transportadores de Tornillo.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Extra Pesado	Grúas Montacargas. Machacadoras y molinos (mandíbulas, conos, bolas, barras, etc). Maquinaria para caucho y plásticos.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

Fuente: (Rexion de Colombia, P.10, 2005)

Motor (Arranque normal) = 1.5 HP y 1400 RPM

Velocidad requerida en el tornillo sin fin= 350 rpm

Velocidad requerida en el despalillador debe ser= 550 rpm

Horas promedio diarias de trabajo = Menos de 10 Horas

Tipo de correa a utilizar = Sección trapezoidal clásica

Potencia efectiva:

$$Pe=1.5*0.746*1.2= 1.3428 \text{ Kw}$$

Las revoluciones por minuto de la polea menor = 350 rpm; la velocidad requerida para el tornillo sin fin (350) es menor que la velocidad del despalillador (550 rpm), lo que significa que el tornillo sin fin tendrá una polea más pequeña que la del despalillador.

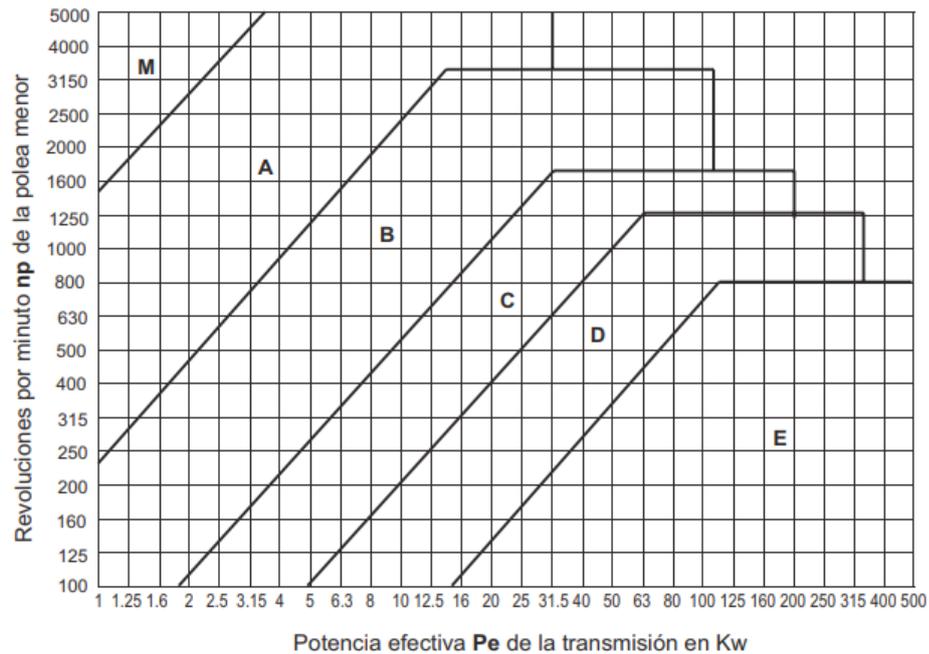
Ahora apoyados en la tabla N°7 hacemos la intersección entre la potencia efectiva de la transmisión (eje x), con las revoluciones por minuto de la polea (eje y). Los valores a utilizar en la tabla son:

Potencia efectiva de la transmisión = 0.895 Kw

Revoluciones por minuto de la polea menor= 350 rpm

Revoluciones por minuto de la polea mayor= 550 rpm

Tabla N°7 Elección de la sección de las correas clásicas



Fuente: (Rexion de Colombia, P.11, 2005)

En la tabla encontramos que el punto de intersección en el área de B es para el tornillo sin fin. La correa a utilizar es la de TIPO A.

En la tabla encontramos que el punto de intersección en el área A es para el despalillador. La correa a utilizar es la de tipo A.

Fórmula general para calcular la velocidad de una transmisión

$$R.P.M \text{ eje motriz} \times D_{pm} = R.R.M \text{ eje conducido} \times D_{pc}$$

R.P.M eje motriz= Generalmente velocidad del motor y/o eje auxiliar que transmite movimiento.

Dpm? Diámetro de la polea motriz; generalmente la polea del motor y/o eje que transmite movimiento.

R.P.M eje conducido= Generalmente velocidad de la máquina y/o de eje auxiliar (contraeje)

Dpc=Diámetro de la polea conducida; generalmente la polea de la máquina y/o de eje auxiliar (polea que recibe el movimiento del motor).

A partir de la fórmula general obtenemos:

$$\text{R.P.M eje motriz} = \frac{\text{R.P.M eje conducido} \times D_{pc}}{D_{pm}}$$

$$D_{pc} = \frac{\text{R.P.M eje motriz} \times D_{pm}}{\text{R.P.M eje conducido}}$$

$$D_{pm} = \frac{\text{R.P.M eje conducido} \times D_{pc}}{\text{R.P.M eje motriz}}$$

$$\text{R.P.M eje conducido} = \frac{\text{R.P.M eje motriz} \times D_{pm}}{D_{pc}}$$

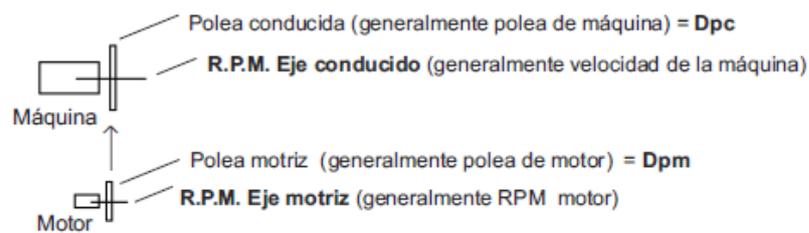


Figura N°41 Diagrama polea conducida y motriz

Fuente: (Rexion de Colombia, P.12, 2005)

Tenemos un motor de 1750 R.P.M con una polea de 3'' tipo A y necesitamos mover un eje despalillador que debe girar a 550 R.P.M ¿Qué polea le debemos colocar?

$$\text{R.P.M eje motriz} = 1400 \text{ R.P.M (motor)}$$

$$D_{pm} = \text{Diámetro de polea motriz} = 3'' \text{ polea motor}$$

$$\text{R.P.M eje conducido} = 550 \text{ R.P.M (Despalillador)}$$

$$D_{pc} = \text{Diámetro polea conducida}$$

$$D_{pc} = \frac{\text{R.P.M eje motriz} \times D_{pm}}{\text{R.P.M eje conducido}}$$

$$D_{pc} = \frac{1400 \text{ R.P.M} \times 3''}{550 \text{ R.P.M}} = 7.63''$$

Tenemos un motor de 1400 R.P.M con una polea de 3'' tipo A y necesitamos mover un tornillo sin fin que debe girar a 350 R.P.M ¿Qué polea le debemos colocar?

$$\text{R.P.M eje motriz} = 1400 \text{ R.P.M (motor)}$$

Dpm= Diámetro de polea motriz= 3'' polea motor

R.P.M eje conducido= 350 R.P.M (Tornillo sin fin)

Dpc= Diámetro polea conducida

$$D_{pc} = \frac{R.P.M \text{ eje motriz} \times D_{pm}}{R.P.M \text{ eje conducido}}$$

$$D_{pc} = \frac{1400 R.P.M \times 3''}{350 R.P.M} = 12.0''$$

Distancia mínima y máxima entre ejes para el despalillador

Distancia mínima = $0.7 (3+7.63) = 7.441''$

Distancia máxima= $2 (3+7.63) = 21.26''$

Distancia mínima y máxima entre ejes para el tornillo sin fin

Distancia mínima = $0.7 (3+12) = 10.5''$

Distancia máxima= $2 (3+12) = 30.0''$

3.1.2. Descripción de Subsistemas

3.1.2.1. Despalilladora

La despalilladora está formada por un tambor horizontal, el cual cuenta con una superficie cilíndrica que es la rejilla la cual presenta orificios de diámetro variable entre 20 a 35 mm, separadas entre 9,32 a 11 mm entre sí.

El cilindro despalillador gira lentamente a una velocidad variable entre 10 a 90 r.p.m., penetrando los granos a despalillar por un extremo del mismo, saliendo los palillos o raperos por el extremo opuesto y pasando los granos desgranados a través de los orificios de la rejilla ya mencionada, gracias a la ejecución de un eje despalillador situado en su interior y que gira en sentido contrario a una velocidad superior de 200 a 300 r.p.m., el cual está conformado por un eje de giro que atraviesa el tambor de lado a lado, que está conformado por paletas de puntas planas recubiertas de goma colocadas perpendicularmente a este, distribuidas de forma helicoidal a lo largo del mismo, para facilitar el movimiento de los granos y de los raspones en el interior del tambor.

3.1.2.1.1. Calculo de la potencia

De acuerdo al mecanismo de funcionamiento de la máquina la potencia requerida para su funcionamiento la hallamos con la siguiente fórmula:

$$P_{TOTAL} = P_{TSF} + P_{HEL} \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

P_{TSF} : Potencia del transportador de tornillo sin fin

P_{HEL} : Potencia del eje helicoidal

3.1.2.1.2. Calculo de la potencia del transportador de tornillo sin fin

La potencia del tornillo es hallada con la siguiente ecuación 10 para el proceso de despalillado de los racimos de uva:

$$P_{TSF} = P_H + P_N + P_S \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

P_{TSF} : Potencia del tornillo sin fin

P_H : Potencia de transporte de material

P_N : Potencia de accionamiento del tornillo sin fin en vacío

P_S : Potencia del elevación del tornillo si se encuentra inclinado.

Aplicamos los cálculos tomando los siguientes datos iniciales:

Diámetro del tronillo: $D = 22\text{cm}$.

Paso: $P = 10\text{ cm}$.

Revoluciones: $n = 90\text{rpm}$.

Longitud del tornillo sin fin: 90cm .

$$PH = \frac{l * \alpha * g}{3600} = \frac{0,9 * 1,2 * 9,81}{3600} = 0,002943 [Kw]$$

$$PN = \frac{D * l}{3600} = \frac{0,22 * 0,9}{20} = 9,9 * 10^{-3} [Kw]$$

$$PS = 0$$

Entonces tenemos:

$$P_{tsf} = 0,002943 + 9,9 * 10^{-3} + 0 = \frac{0,01284 * 1HP}{0,74569} = 0.0172 [HP]$$

$$V_{atsf} = \frac{p*n}{60} \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

Vatsf: Velocidad atmosférica.

$$V_{atsf} = \frac{0,10 * 90}{60} = 0,15 [m/s]$$

Vatsf: Es la velocidad de avance del tornillo sin fin

3.1.2.1.3. Cálculo de la potencia del eje helicoidal despalillador

Para comenzar con el cálculo de la potencia del eje helicoidal es importante saber el tiempo que nos toma procesar en la máquina despalilladora un racimo de uva.

Se tendrá que tomar un racimo el cual quedara despalillado hasta el proceso final de su recorrido a través del eje helicoidal, para ello calculamos el tiempo en función de la velocidad de recorrido y del avance del tambor de despalillado.

El tiempo de despalillado lo calculamos de la siguiente manera:

Datos:

$$Ph = 14cm.$$

$$n = 550rpm$$

$$\lambda = 0,5$$

$$lt= 70cm.$$

Con los datos descritos los emplearemos en la fórmula 12:

$$V_{uva} = \frac{ph * n * \lambda}{60} \dots\dots\dots (12)$$

$$= \frac{0,14 * 550 * 0,5}{60} = 0,642 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Con los datos descritos los emplearemos en la fórmula 13:

$$T_d = \frac{lt}{V_{uva}} \dots\dots\dots (13)$$

$$T_d = \frac{0,7}{0,642} = 10,90[s]$$

Ph: Paso del helicoidal

n: Revoluciones del eje del helicoidal

λ: Es el factor de arrastre de los racimos de uva

lt: Es la longitud del tambor

V_{uva}: Velocidad de arraste de la uva por el tambor

T_d: Tiempo de despalillado

Después de haber calculado la velocidad de transporte del tornillo sin fin que aproximadamente son 15 cm/s, y sabiendo que el paso del tornillo es de 10 cm como se aprecia en la figura N°42 y con el tiempo de despalillado del primer racimo, podemos obtener la cantidad de masa introducida en el tambor despalillador en un proceso:

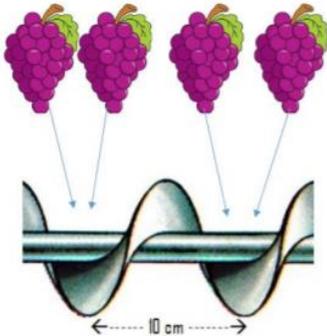


Figura N°42 Uvas en el eje helicoidal

Fuente: Diseño de equipos Agroindustriales

Utilizaremos la fórmula 14 para poder saber la distancia requerida de los discos helicoidales para el transporte de las uvas en el proceso de despalillado.

$$Distancia = V_{atsf} * Td \dots \dots \dots (14)$$

Donde:

V_{atsf} : *Velocidad atmosferica*

Td : *Tiempo de despalillado*

$$Distancia = 0,15 * 10,90 = 1.638 [m]$$

Esta distancia que hallamos nos permite saber los pasos del tornillo, debido a las dimensiones de los racimos de uvas y a su longitud, la cual nos permite insertar 3 racimos por paso, lo que equivale que se pueden insertar 1 kilo de uva al tambor en este tiempo (10,90 segundos).

3.1.2.2. Estrujadora

3.1.2.2.1. Estrujadora de rodillos

Formada por dos rodillos (de acero inoxidable), uno va fijo a la estructura y el otro gira con el tornillo sin fin, lo que permite aplastar la uva entre ellos como se muestra en la figura N°43. La separación de los rodillos regula la intensidad de estrujado.

Los racimos de uva son estrujados al final del recorrido por el tornillo sin fin donde se encuentran dos rodillos separados a una distancia regulable, que permite estrujar, y tanto el raspón como la uva caen a un tambor perforado, dotado de varias paletas rotatorias encargadas de que la uva traspase las perforaciones y expulse los raspones al final. Los rodillos se colocan en paralelo alojados en cajas excéntricas para poder regular su separación en función del tamaño del grano y del grano de estrujado que queremos obtener. Los rodillos giran a velocidad baja para no maltratar la uva.



Figura N°43 Rodillos estrujadores de uva.

Fuente: <http://urbinavinos.blogspot.com/2013/10/estrujado-y-despalillado-de-los-racimos.html>

3.1.3. Diseño eléctrico

En esta sección se explica cuáles fueron las consideraciones tomadas de la maquina despalladora – estrujadora que se usó para el desarrollo de la presente tesis.

3.1.3.1. Motor Eléctrico

Un motor eléctrico de corriente alterna es la opción más viable, porque se pretende utilizar la energía eléctrica disponible en la bodega.

Para la selección del tipo y tamaño del motor eléctrico a ser utilizado, se tomaron las siguientes consideraciones de diseño de la figura N°44.

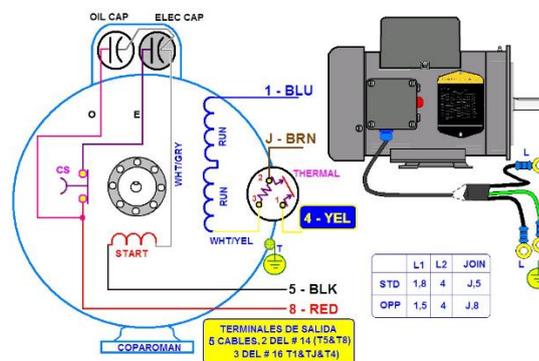


Figura N°44 Diagrama del motor eléctrico monofásico con AC

Fuente: <https://coparoman.blogspot.com/2016/12/diagramas-de-motores-electricos.html>

3.1.3.2 Velocidad de rotación

Se acoplará la flecha de la máquina al motor, mediante un juego de 2 poleas que actúan como un reductor de velocidad la cual la hallaremos en la fórmula 15, dicho sistema se puede apreciar en la siguiente figura N°45:

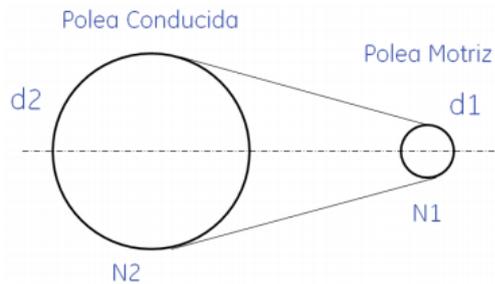


Figura N°45 Transmisión de poleas.

Fuente: Elaboración propia.

$$N_{salida} = N2 (motor) / K1 \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

Nsalida=Número de revoluciones en el eje de paletas=373 [rpm]

N2=Número de revoluciones en el motor = 1400 [rpm]

k1= Relación de transmisión del primer juego de poleas.

Reemplazando la ecuación se tiene:

$$K_1 = 1750 / 373 = 4,691$$

Con los valores de k1 se encuentra el juego de poleas que cumplan con las relaciones de transmisión.

Para la selección del primer juego de poleas en el catálogo se escoge una de las siguientes características.

d1=diámetro de la polea del motor= 50.8 [mm]= 2 [in]; [Ver anexo A6]

Dado que el diámetro de la polea conducida está dado por la ecuación:

$$K_1 = N_1/N_2 = d_2/d_1 \dots\dots\dots (16)$$

$$d_2 = 4,691 \times 50,8 = 238,34 \text{ [mm]}$$

Del catálogo de poleas, se escoge un diámetro de polea estándar, el cual se encuentra lo más cercano al diámetro calculado arriba:

$$d_{2catálogo} = 254 \text{ [mm]} = 10 \text{ [in]}$$

De este modo usando la fórmula 16, el número de revoluciones ajustado en el eje de paletas será:

$$N_{salida} = \frac{1750}{\frac{254}{50,8}} = 350 \text{ [rpm]}$$

Una vez obtenida la velocidad rotacional requerida en el eje porta paletas se observa que esta no corresponde a una velocidad estándar en motores asíncronos, de modo que se necesitara reducir la velocidad del motor a través del uso de un sistema de poleas.

3.1.3.3 Alimentación de la máquina

El sistema de paletas está formado por un total de 16 brazos (paletas) acoplados al eje, dichas paletas se encargaran de golpear los racimos de uva que se encuentran siendo procesadas como se puede observar en la figura N°46 el proceso es muy rápido el giro de las poleas. La fuerza requerida va depender de la cantidad de uva que se vierta a la máquina.



Figura N°46 Rotación de las paletas despalladoras

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.4 Potencia requerida

Esta medida en Watts [W] o caballos de potencia [HP], para el caso de la máquina despalladora –estrujadora, se considera que el motor realiza el trabajo de transportar la uva a lo largo del tambor venciendo la resistencia del mismo. El tambor también deberá ser capaz de hacer girar el eje de tornillo sin fin y el eje de paletas como se encuentran distribuidas en la figura N°47, los cuales encontrarán una resistencia provocada por el golpeteo con los racimos de la uva, así como también vence la resistencia al giro en los rodamientos causada por su peso estimado del eje con el tornillo sin fin y con las paletas.

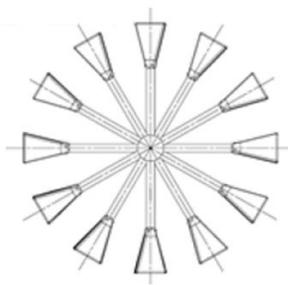


Figura N° 47: Paletas de la máquina.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.5 Potencia requerida del motor

Para la potencia requerida, se usará un cuadro de las máquinas existentes en el mercado, de las cuales se extrae principalmente la potencia del motor utilizado como se muestra en la Tabla N°8.

Tabla N°8. Comparación de máquinas existentes en el mercado

Fabricantes	Motor		Capacidad (t/h)	Despalilla y Estruja
	HP	Tipo		
Fabricante 1	2.4	Monofásico	3 a 5	No
Fabricante 2	3.0	Monofásico	5.0	Sí
Fabricante 3	2.5	Monofásico	5 a 7	Sí
Fabricante 4	3.0	Monofásico	8 a 10	Sí
Fabricante 5	3.0	Monofásico	12 a 14	Sí
Fabricante 5	3.0	Monofásico	10 a 12	Sí
Fabricante 6	2.7	Monofásico	3.5 a 4	Sí
Fabricante 7	2.0	Monofásico	3.5 a 4	No
Fabricante 8	2.0	Monofásico	7 a 10	Sí
Fabricante 9	2.0	Monofásico	2.5 a 3	No
Fabricante 10	2.0	Monofásico	12.0	No

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior podemos observar lo siguiente:

- Los fabricantes incorporan el proceso de estrujado luego del despalillado, lo cual nos lleva a requerir de una mayor potencia en el motor eléctrico.
- La capacidad de nuestra máquina es de 1,5 [t/h].

Teniendo en cuenta ambos detalles, se podría usar un motor con una potencia de 1.0 Hp para realizar el proceso de despalillado – estrujado de la Uva.

Buscando en catálogo, se encuentra un motor comercial de 2 velocidades 1400 [rpm] en alta y 550 [rpm] en baja.



Figura N°48 Motor monofásico de 1 HP.

Fuente:http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf

Potencia CP	Tipo	Catálogo Spiridon	Velocidad nominal r.p.m.	Tensión nominal Volt	Corriente nominal A	Factor de servicio	Corriente a F.S. A	Peso neto kg	Long. L mm
Arranque por capacitor, base rígida, con balero									
0.25	1RF30524YC31	A7B10000005060	1760	127*	5.4	1.6	6.0	7.4	254
0.33	1RF30534YC31	A7B10000005071	1755	127*	6.6	1.5	7.4	8.6	271
0.50	1RF30544YC31	A7B10000005072	1745	127*	9.5	1.3	10.0	9.2	271
0.75	1RF30554YC41	A7B10000009468	1735/1720	127/220	12.7/5.8	1.25	14.0/7.0	12.6	291
1.0	1RF30564YC41	A7B10000009469	1745/1720	127/220	16/7.4	1.15	16.9/8.2	15.4	313
1.51)	1RF30574YB41	1RF30574YB41	1740/1720	127/220	13.8/7.2	1.15	15.2/8.3	14.3	313
21)	1RF30584YB41	1RF30584YB41	1730/1710	127/220	18.2/9.6	1.0	---	15.4	313

Figura N°49 Características Motor monofásico de 1 HP.

Fuente:http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf

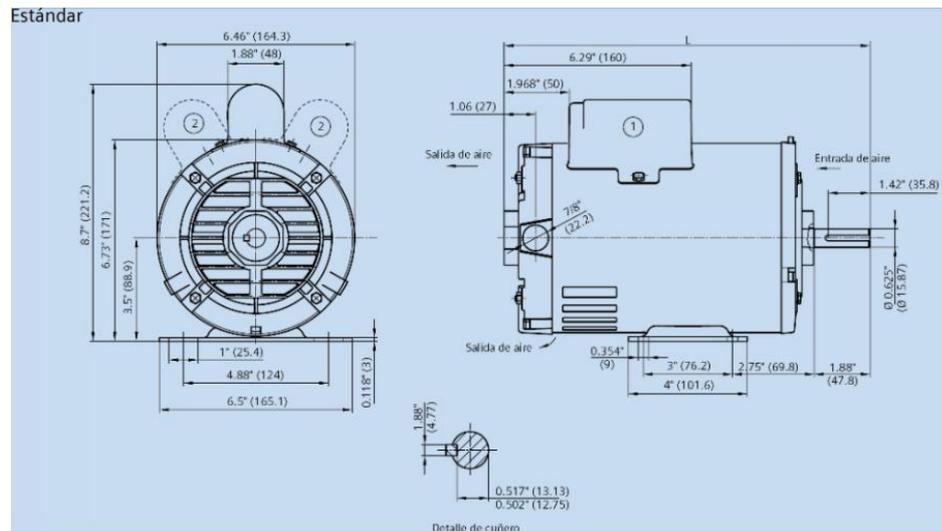


Figura N°50 Plano de Motor eléctrico monofásico Marca Siemens.

Fuente: http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6825/mod_resource/content/1/Motores%20NNM.pdf

3.1.3.6 Dimensiones del motor

Se tomará en cuenta el espacio disponible por debajo del tambor y la tolva de la máquina, entre los soportes estructurales de la máquina despalilladora – estrujadora, el espacio máximo disponible es 1200 x 600 [mm].

3.1.3.7 Fuente de alimentación voltaje y potencia

Para el voltaje y frecuencia del motor, se tomara en cuenta la línea de alimentación residencial de baja tensión de 220 Voltios, a una frecuencia nominal de 60 Hz.

3.1.3.8 Marcha-Paro, Start-Stop para motor monofásico

La máquina despalilladora-estrujadora tendrá un sistema de marcha-paro como se aprecia en la figura N°51 para poder tener mejor funcionalidad, y poder conectar-desconectar de una forma más fácil ante una posible emergencia.



Figura N°51 Control de encendido y apagador

Fuente: <https://adajusa.es/cajas-botoneras-con-mandos-ya-instalados/caja-botonera-start-stop-piloto-completa-adj-e.html>

Se trata de hacer un circuito para un motor monofásico, los materiales son los siguientes:

-Botonera con pulsador de marcha.

-Otro pulsador de paro.

-Pilotos de tensión de red, y funcionamiento.

-Cableado de 1Kv.

-Un contactor de 2 polos.

-Terminales.

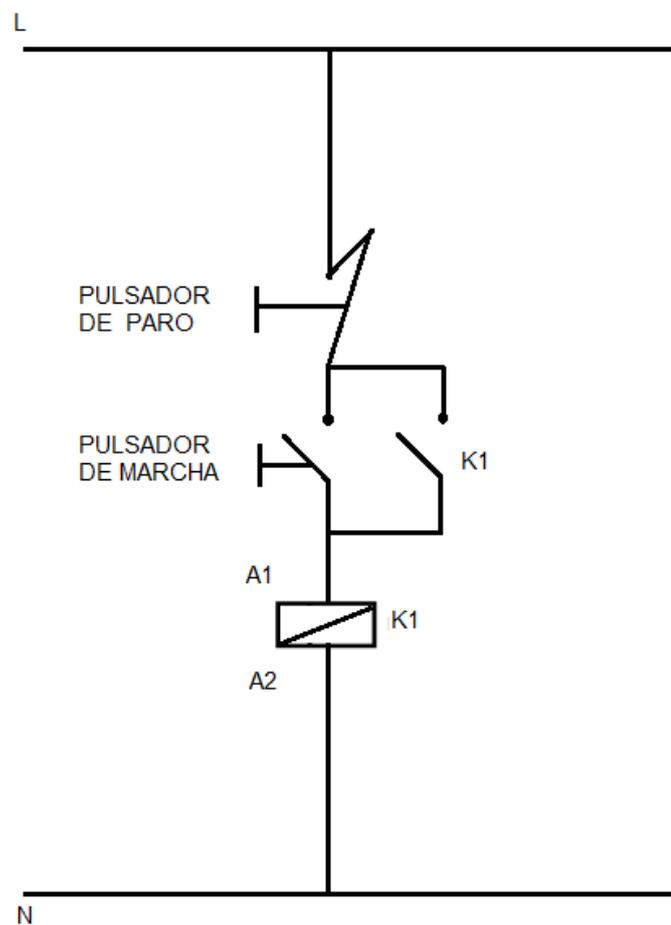


Figura N°52 Esquema del circuito de mando.

Fuente: Elaboración propia

Mediante este circuito observado en la figura N°52 podremos controlar el equipo para el encendido y el apagado del mismo por el operador si percibe alguna anomalía durante el proceso de producción.

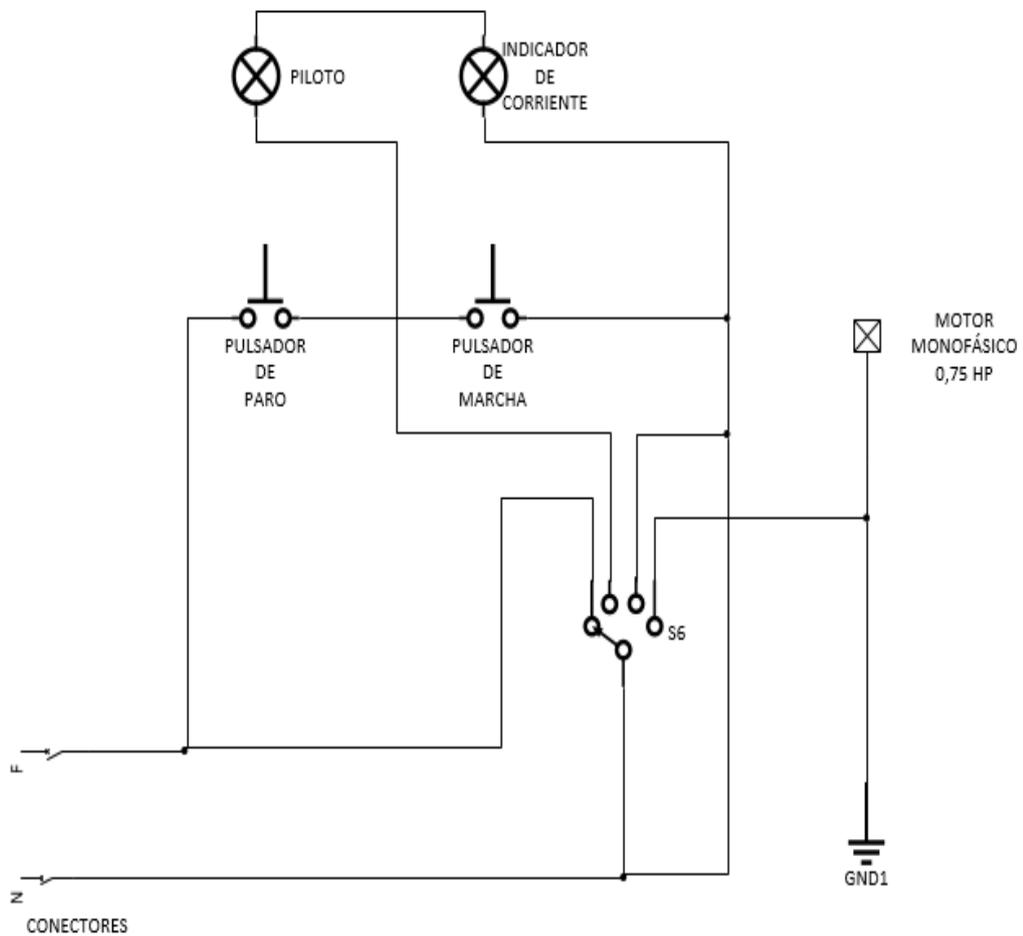


Figura N°53 Esquema de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia

Mediante este circuito observado en la figura N°53 podremos apreciar el funcionamiento de todo el mecanismo.

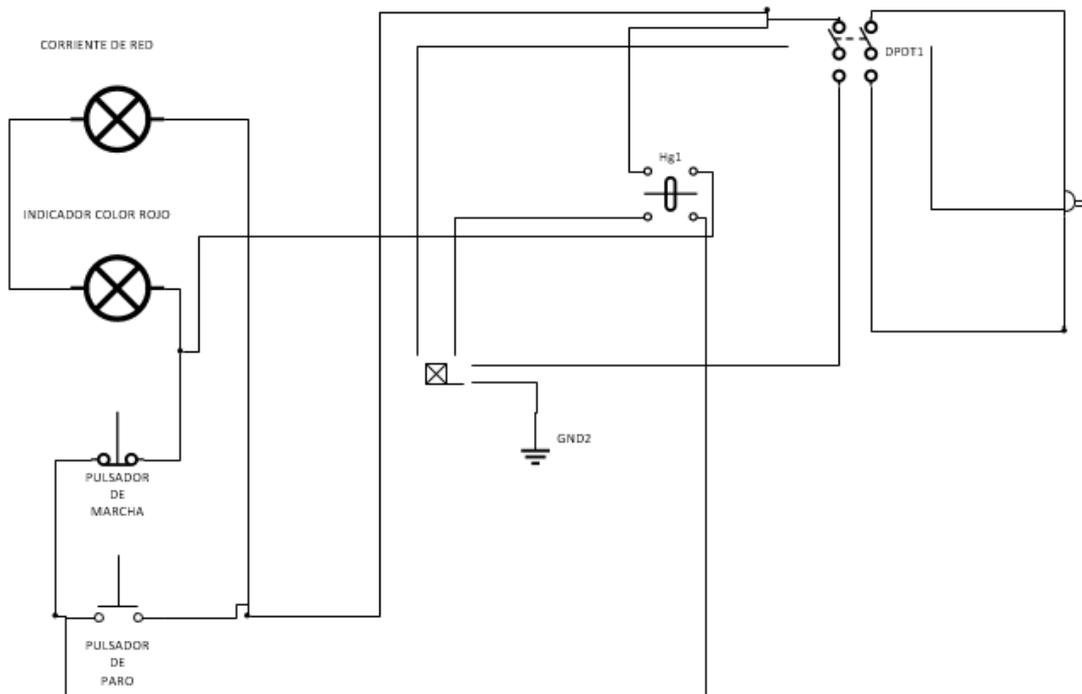


Figura N°54 Esquema de cableado para poner en marcha la máquina.

Fuente: Elaboración propia

Mediante este circuito observado en la figura N°54 podremos apreciar el cómo se distribuyó el cableado interno del motor con los pulsadores de encendido y apagado.

3.1.3.9 Calculo de la selección de los cables conductores para la alimentación de la máquina.

Para la selección de cables conductores para la alimentación de la máquina se tomaron como referencia los siguientes datos:

Motor: 1Hp

Potencia: 0,75KW

V: 220 Voltios

$$Corriente = \frac{Potencia}{Voltaje} \dots\dots\dots (17)$$

Reemplazamos los valores obteniendo:

$$Corriente = \frac{750 \text{ Watts}}{220 \text{ Voltios}} = 3,41 \text{ Amperios}$$

Según el código Nacional de Electricidad “Los conductores de un equipo derivado que alimenta a un motor utilizado con un régimen de servicio continuo, deben tener la capacidad de conducción no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor.

Siendo así la corriente será:

$$Corriente = 3.41 * 1.25 = 4.26 \text{ Amperios}$$

Luego nos vamos al catálogo de Indeco y ubicamos el tipo de cable TTRF-70 (NLT/NMT) y trabajamos con el cuadro que es para servicio liviano (NLT) de la figura N° 55, el cual podemos ver a continuación.

TABLA DE DATOS TECNICOS NLT

CALIBRE	SECCION NOMINAL	N° HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
N°xAWG	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15

Figura N°55 Tabla de datos técnicos NLT

Fuente: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000586.pdf>

De acuerdo al amperaje hallado podemos trabajar con un cable de sección nominal de 2x1.31 mm², ya que cuenta con 15 Amperios y es lo más cercano a nuestro amperaje; aun así la sección del cable nos permite tener la seguridad de que trabajara bien, no calentara y no se quebrara el cable con facilidad.

$$Relación \text{ de amperajes para cable seleccionado} = \frac{15 \text{ Amperios}}{4.26 \text{ Amperios}} = 3.5$$

Con este resultado podemos concluir que para el tipo de cable elegido estaríamos teniendo una sobredimensión de 3.5 veces lo requerido.

3.1.3.10. Potencia de pérdida en la línea

Se puede hallar la potencia que perdemos en la línea del cable ya hallado anteriormente con la siguiente fórmula.

$$P_{pL} = R_L \times I^2 \dots\dots\dots (17)$$

Donde:

R_L = Resistencia en la línea

p = Constante de proporcionalidad

Para el cobre y el aluminio $\rho = \frac{0.017 \Omega \cdot mm^2}{m}$

$$R = 0.017 \times (3/1.31) = 0.038 \Omega$$

Reemplazamos en la fórmula 17 obteniendo los siguientes resultados:

$$P_{pL} = 0.038 \times (3.41)^2$$

$$P_{pL} = 0.441 \text{ Watts}$$

3.2. Implementación del sistema

En este fragmento se realizará la implementación del prototipo del sistema despalillador – estrujador, comenzando con la construcción de toda la estructura de la máquina y instalación eléctrica.

3.2.1. Instalaciones mecánicas

Para la elaboración de la estructura se utilizó una escala de 1:5 frente al diseño real que se demostró anteriormente, tomando cada detalle de esta para realizar el prototipo. En la figura N°56 se muestra el transcurso de transformación de la estructura de lijado y pintado para evitar la corrosión.



Figura N°56 Estructura oxidada y en mal estado

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura N°57, podemos observar que se retiran maderas apolilladas, se lija toda la estructura y lista para pintar con spray anti-corrosión



Figura N°57 Estructura lijada

Fuente: Elaboración propia

Luego de tener toda la estructura exterior lijada procedemos a pintalo con spray marca loro anti oxidante de la figura N°58.



Figura N°58 Spray anti – corrosión

Fuente: Elaboración propia

Despues de haber pintala la estructura como se puede observar en la figura N°59, se procede a dejar secar 24 horas para que la pintura no se salga.



Figura N°59 Estructura pintada

Fuente: Elaboración propia

Para la construcción de la tolva de igual manera se tomó como referencia el diseño anterior del mismo, respetando las medidas para la precisión mecánica del sistema como el alto de la tolva, el sistema de poleas ya mencionado, el recorrido del tornillo sin fin mediante el funcionamiento de la polea de 6 pulgadas. En la fig N°60 se muestra el proceso elaborado el ensamblaje del tornillo sin fin con la chumaceras y la polea.



Figura N°60 Partes de la tolva

Fuente: Elaboración propia

Luego de que se aseguró la parte del tornillo sin fin como se muestran en la figura N°61, se instaló el rodillo en la parte final del sin fin para el estrujado.



Figura N°61 Colocación de tornillo sin fin

Fuente: Elaboración propia

Se recibe el estrujado, el cual cae en el tambor como se aprecia en la figura N°62 que cuenta internamente con unas paletas que transportan los palillos y el zumo de uva gracias a una polea de 3 pulgadas que se encuentran interconectada en V con el motor, el motor también cuenta con una polea de 3 pulgadas con doble ranura en A.



Figura N°62 Tambor despallador

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Instalación eléctrica

Para la instalación eléctrica del prototipo se tomó en cuenta la capacidad del motor, para que pueda realizar todo el trabajo sin generar un esfuerzo excesivo en este y se llegue a malograr, los cálculos ya se realizaron anteriormente, el motor es un motor de 0,75Hp Monofásico por lo que se colocó el mando de Start/Stop el cual suministra 220VAC como se muestra en la figura N°63 para el funcionamiento del prototipo.



Figura N°63 Colocación de mando en motor 0,75Hp

Fuente: Elaboración propia

La máquina solo posee dos dispositivos en el panel de control. Un interruptor de encendido y apagado, y otro de emergencia como se muestra en la figura N°64 por si ocurre un mal funcionamiento de la máquina y se pare para diagnosticar la falla si es interna o externa, o si un personal está sufriendo un accidente en la parte del despalillado o estrujado.

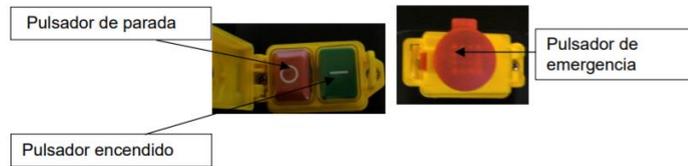


Figura N°64 Descripción del panel de control

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS

Este capítulo corresponde a las pruebas y resultados del sistema implementado siendo los resultados obtenidos en cada una de las pruebas planteadas del sistema el indicativo de la eficiencia del diseño realizado y comprobó el cumplimiento de los objetivos propuestos.

4.1. Pruebas

Se realizó las pruebas de funcionamiento del sistema despalillador – estrujador en la Bodega Hermanos Mendoza con la finalidad de comprobar y verificar el sistema despalillador – estrujador.

Las pruebas realizadas nos permitieron comprobar la correcta instalación del sistema despalillador – estrujador y la selección adecuada de cada componente utilizado en la implementación para el control de traspaso de la uva el inicio de la tolva hasta el final del estrujador para la obtención del zumo de uva, siendo estos componentes el tornillo sin fin, con rodillos estrujadores, paletas despalilladoras, el tambor, las poleas, las chumaceras, el motor correspondiente con la potencia necesaria para el funcionamiento correcto y continuo en cada procedimiento.

4.1.1. Prueba 1

Consiste en accionar la máquina con el controlador de encendido y apagado de la máquina, este comienza dándole la orden al motor, el cual por medio de su polea acciona las demás poleas y activa la tolva. Esta prueba es para verificar que el tornillo sin fin transporta la uva de inicio hacia el final del tornillo donde se encuentran los rodillos.

4.1.2. Prueba 2

Consiste en que el tornillo sin fin empuje en la parte final con unos rodillos acoplados al mismo y uno fijo en la estructura de la tolva que permita semi – estrujar la uva.

4.1.3. Prueba 3

Consiste en que la uva estrujada se recibe en la parte del tambor el cual con el movimiento giratorio de las paletas dirige los palillos al exterior de la maqueta por el final del tambor.

4.1.4. Prueba 4

Consiste en que el tambor en el momento de expulsar los palillos envíe el zumo de uva al contenedor y poder medir la cantidad de litros obtenidos por kilos de uva vertidas desde inicio a fin, para luego ser llevado al destilado en el alambique para el procesado del pisco.

4.2. Resultados.

A continuación, presentamos los resultados de cada prueba con su respectiva explicación del proceso realizado.

4.2.1. Resultado de la prueba 1

En la prueba número 1 se asignó en colocar la tolva en la parte superior de la maqueta, en la cual se activa por medio del controlador de encendido y apagado como se muestra en la figura N°65, el cual acciona las poleas para activar los rodillos y el tornillo sin fin, ya que por esta se colocarán los racimos de uva, estos se colocan en la tolva como se muestra en la figura N°66, en el inicio del tornillo sin fin.



Figura N°65 Sistema de encendido y motor monofásico

Fuente: Elaboración propia



Figura N°66 Colocación de uva en parte inicial del tornillo sin fin

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°67 se puede observar como la uva es transportada consecutivamente por el tornillo sin fin en un tiempo de 0,5 segundos.



Figura N°67 Posición central de la uva transportada

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°9 se pueden apreciar las pruebas realizadas en el transporte de la uva hasta el tornillo sin fin.

Tabla N°9 Pruebas de transporte de uva por el tornillo sin fin

Pruebas	Tiempo transcurrido
1	0.51s
2	0.52s
3	0.51s

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Resultado de la prueba 2

En la prueba número 2 realizada se puede observar como en la parte final de la tolva se encuentra un rodillo fijo, y en el tornillo sin fin unos acoples de rodillo para el estrujado de la uva con una distancia entre ellas de 1.5 cm para no estrujar la pepa como se muestra en la figura N°68 previa instalación.



Figura N°68 Sistema de rodillos en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°69 se muestra como se estruja la uva que a sido transportada de inicio a fin de la tolva y empujadas al sistema de rodillos.

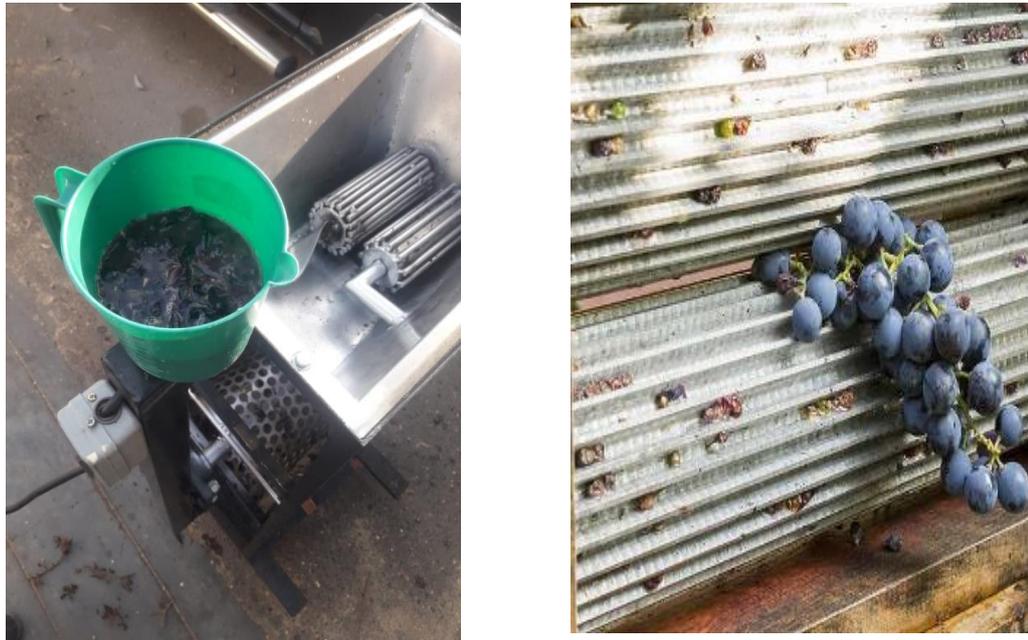


Figura N°69 Sistema de rodillos en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Resultado de la prueba 3

En la prueba número 3 se designó que el zumo de uva con palillos sea capturado por el tambor que se muestra en la figura N°70 con las paletas para que este sistema procese los desechos que no se utilizan en el zumo de uva, los cuales son los palillos por la parte final del tambor.



Figura N°70 Sistema de tambor

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°71 se muestra como los palillos son arrojados de la máquina en un tiempo estimado de 3s, el cuál nos permite colocar más uva para empezar de nuevo con el proceso.



Figura N°71 Sistema de tambor en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Resultado de la prueba 4

En la prueba número 4 se asigno para recibir en el contendor la cantidad en litros del zumo otorgada por la máquina después de haber expulsado los palillos por el tambor por la parte trasera de la máquina como se muestra en la figura N°72.

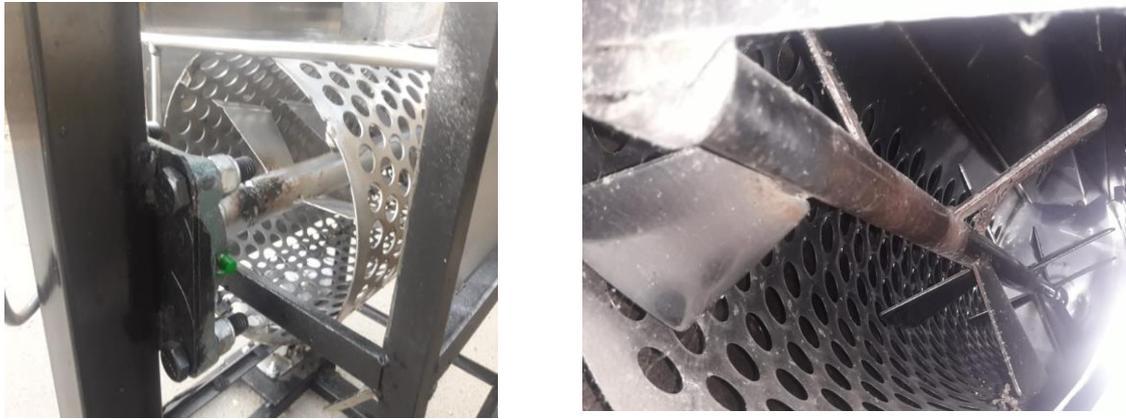


Figura N°72 Sistema de tambor

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber procesado la uva por el estrujado y el despalillado logramos obtener las siguientes muestras como se observa en la figura N°73.



Figura N°73 Zumo de uva extraído

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los resultados obtenidos en la tabla N°10 con el procesado de la máquina podemos apreciar que se puede obtener mayor cantidad de producción del zumo de uva, que de la manera artesanal.

Tabla N°10 Pruebas de zumo de uva por kilo

Pruebas	Litros (1000 ml) por Máquina	Litros (1000 ml) forma artesanal
1	650 ml	566 ml
2	670 ml	570 ml
3	665 ml	590 ml

Fuente: Elaboración propia

Representación gráfica de la gran diferencia que existe de forma industrial vs forma artesanal como se muestra en la figura N°73.

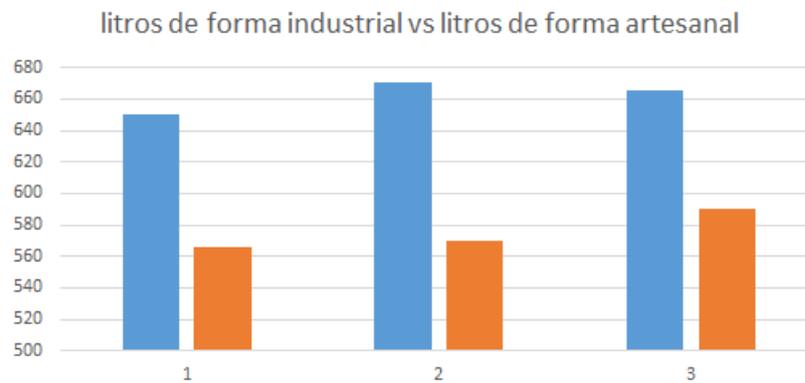


Figura N°73 Gráfico diferencial de pruebas industriales vs artesanales

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo diseñar e implementar una máquina despalilladora – estrujadora para la obtención del zumo de uva para la elaboración del pisco en la Bodega Mendoza Hermanos obteniendo de esta investigación las siguientes conclusiones:

- 1) Fue posible diseñar e implementar un sistema mecánico despalillador para mejorar el proceso de obtención del zumo de uva, para ello en las pruebas uno, dos se demostró que la máquina transporta la uva por el tornillo sin fin hasta la zona de los rodillos, donde la uva es estrujada.
- 2) Fue posible diseñar e implementar un sistema mecánico estrujador para mejorar el proceso de obtención del zumo de uva en un 85%, para ello en las pruebas tres y cuatro se demostró que la máquina estruja los granos a una mayor velocidad y mejorando los tiempos de producción.
- 3) El proceso despalillador – estrujador nos permite tener un porcentaje de un 15% de mayor cantidad de zumo que de forma artesanal como se puede observar en el capítulo cuatro, que gracias a esto en la bodega están interesados en implementar la máquina.
- 4) Fue posible diseñar e implementar un sistema eléctrico para la máquina despalilladora – estrujadora permitiendo el control de encendido y apagado de la misma.
- 5) La máquina fue construida con acero inoxidable por su excelente resistencia a la corrosión. Además se puede limpiar y desinfectar fácilmente debido a los espacios que presenta la máquina. También se puede dismantelar fácilmente las partes de la máquina, para una limpieza en tiempos relativamente cortos, por ello se usaron piezas fáciles de soltar, como por ejemplo: las tapas ubicadas cerca al cilindro despalillador y el recipiente donde caerá el zumo de uva obtenido. La máquina a su vez cuenta con un drenado total, evitando zonas de acumulación.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

De la presente investigación podemos mencionar las siguientes observaciones y recomendaciones.

- 1) El proceso mecánico puede ser mejorado implementando un nivel más para que el tornillo sin fin sea más largo, permitiendo poder colocar más cantidad de uva y supervisar nuestro proceso industrial a distancia.
- 2) Es posible mejorar la calidad del productor implementando un sistema de inteligencia artificial detectando la materia prima en buen estado a través de un sensor e informando en que porcentaje de madurez se encuentra el grano de uva.
- 3) El proceso de la máquina puede ser mejorado implementando un sistema electrónico, reemplazando el sistema de control ON/OFF por un PLC, esto es para obtener un mejor proceso de producción de uva ya que todo el sistema es de proceso continuo.
- 4) Proponemos que en futuras investigaciones se debe incorporar una etapa de automatización mediante PLC's, lo cual permitirá mejorar el manejo completo de la unidad por etapas según lo deseado y a su vez un sistema de alarmado especificando que parte se ha dañado en la máquina.
- 5) Proponemos que en futuras investigaciones se debe incorporar una bomba de succión, para que el zumo de uva pase directamente al lagar y se realice un segundo estrujado.
- 6) Se recomienda utilizar un sistema de protección como un guarda motor de 10 amperios para el motor utilizado en la máquina el cual se encuentra especificado en el anexo 05 de los anexos eléctricos. Este guarda motor protegerá el motor de una posible sobrecarga, evitando que consuma más corriente y llegue a quemarse, el guarda motor permite detectar el exceso de consumo y automáticamente cortará la corriente del motor hasta que se enfríe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

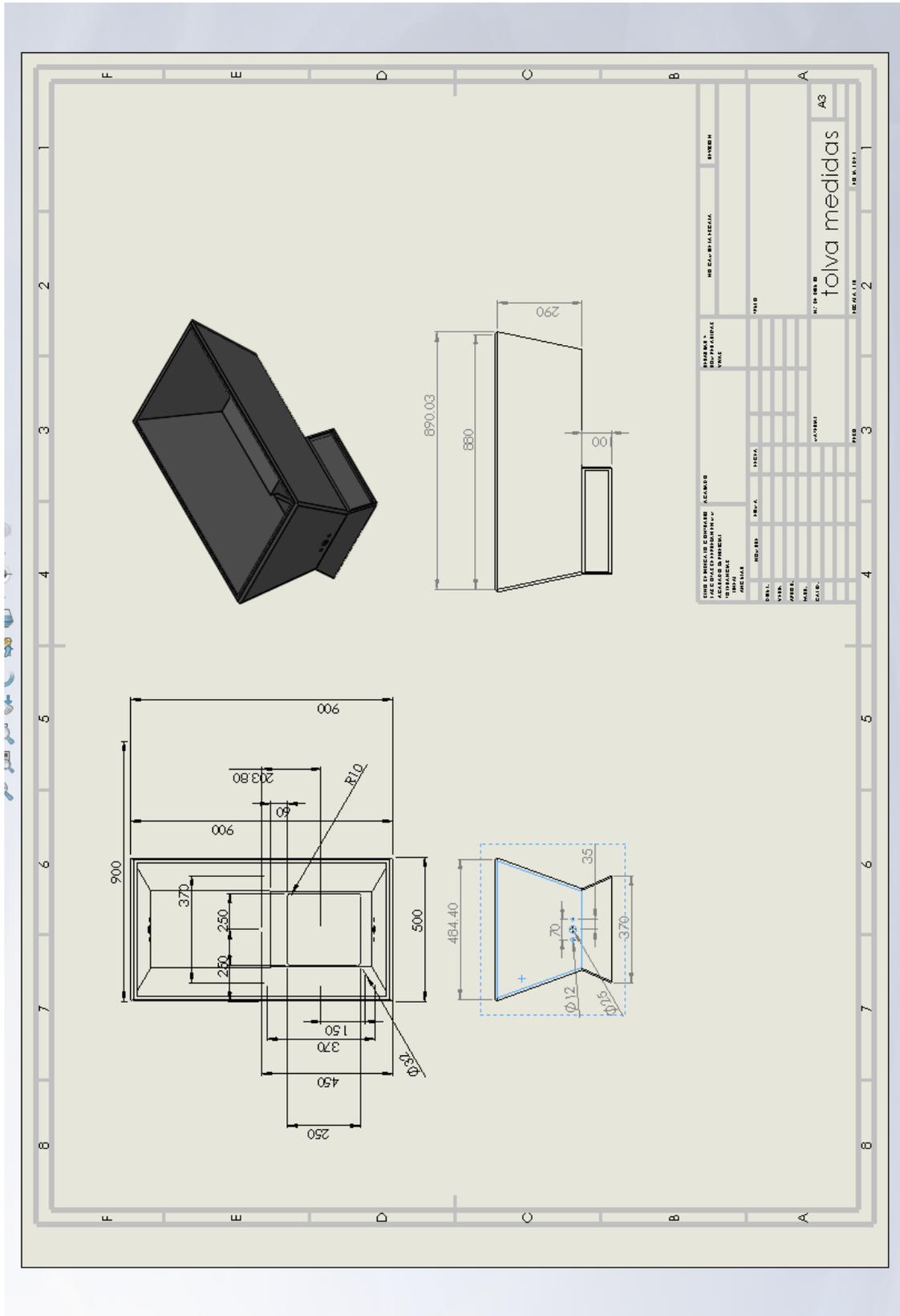
- Alcázar, C. (2010). *Análisis de la producción del pisco en la región de Tacana*. (Tesis de pregrado.) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.
- Becerra, J., Montero C. (2017). *Análisis económico de producción Nacional de Uva Fresca en Perú*. Perú: Editorial del Ministerio de Agricultura y Riego.
- Escoto, J. (2015). *Diseño de una máquina despalilladora de racimos de uva para la elaboración de vino artesanal*. (Tesis de maestría.) Universidad CIATEQ A.C.
- Estrujado y despalillado de los racimos de uva – Bodegas*. (Fecha de consulta 13 de Julio de 2018). Obtenido Lenntech:
<http://urbinavinos.blogspot.com/2013/10/estrujado-y-despalillado-de-los-racimos.html>
- Hidalgo, J. (2011). *Tratado de enología*. Mexico: Editorial Ediciones Mundi – Prensa.
- Neira, M. (2016). *Mejoramiento de la calidad del destilado de uva, tecnificando su proceso productivo, en el distrito de río grande, provincia de conde suyos, región y departamento de Arequipa*. (Tesis de pregrado.) Universidad Autónoma San Francisco, Arequipa – Perú.
- Palomino, C. (2017). *Elaboración de licor de sauco (Sambucus nigra L.) en barricas de madera de castaño en el laboratorio de agroindustrias utea – Abancay*. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica De Los Andes, Apurímac – Perú.
- Robles, L. (2013). *Diseño de un sistema mecatrónico para la extracción del zumo de limones*. (Tesis de pregrado.) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú.
- Vendimia 2015 en Rioja*. (Fecha de consults: 7 agosto de 2018). Obtenido de Lenntech: <http://www.sierracantabria.com/news/vendimia-2015-en-rioja/>

Vinos utiel – requena 2015. (Fecha de consulta 4 de Septiembre de 2018). Obtenido de
Lenntech: <https://utielrequena.org/tag/vinos-utiel-requena-2015/>

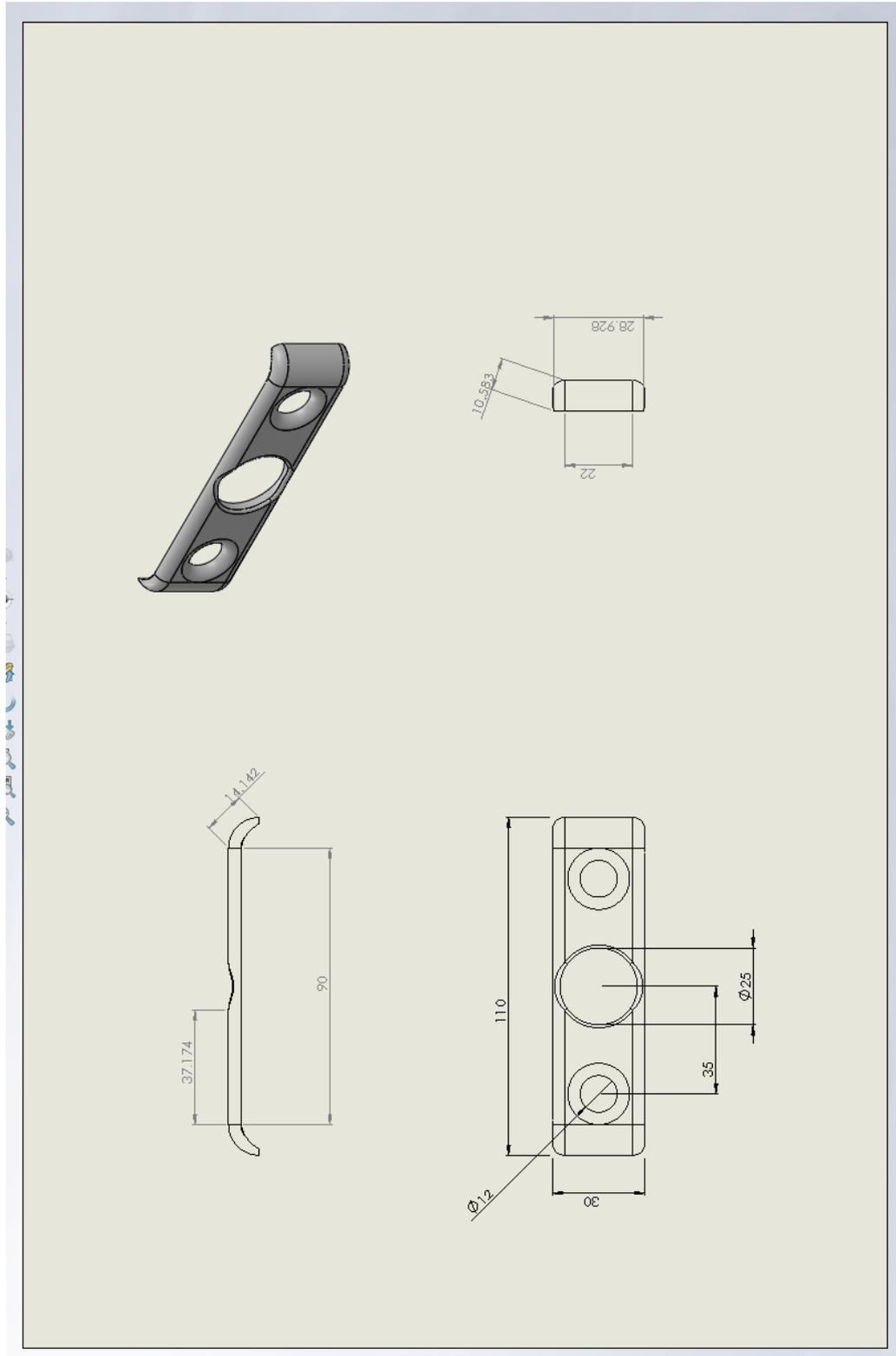
ANEXOS

ANEXOS MECÁNICOS

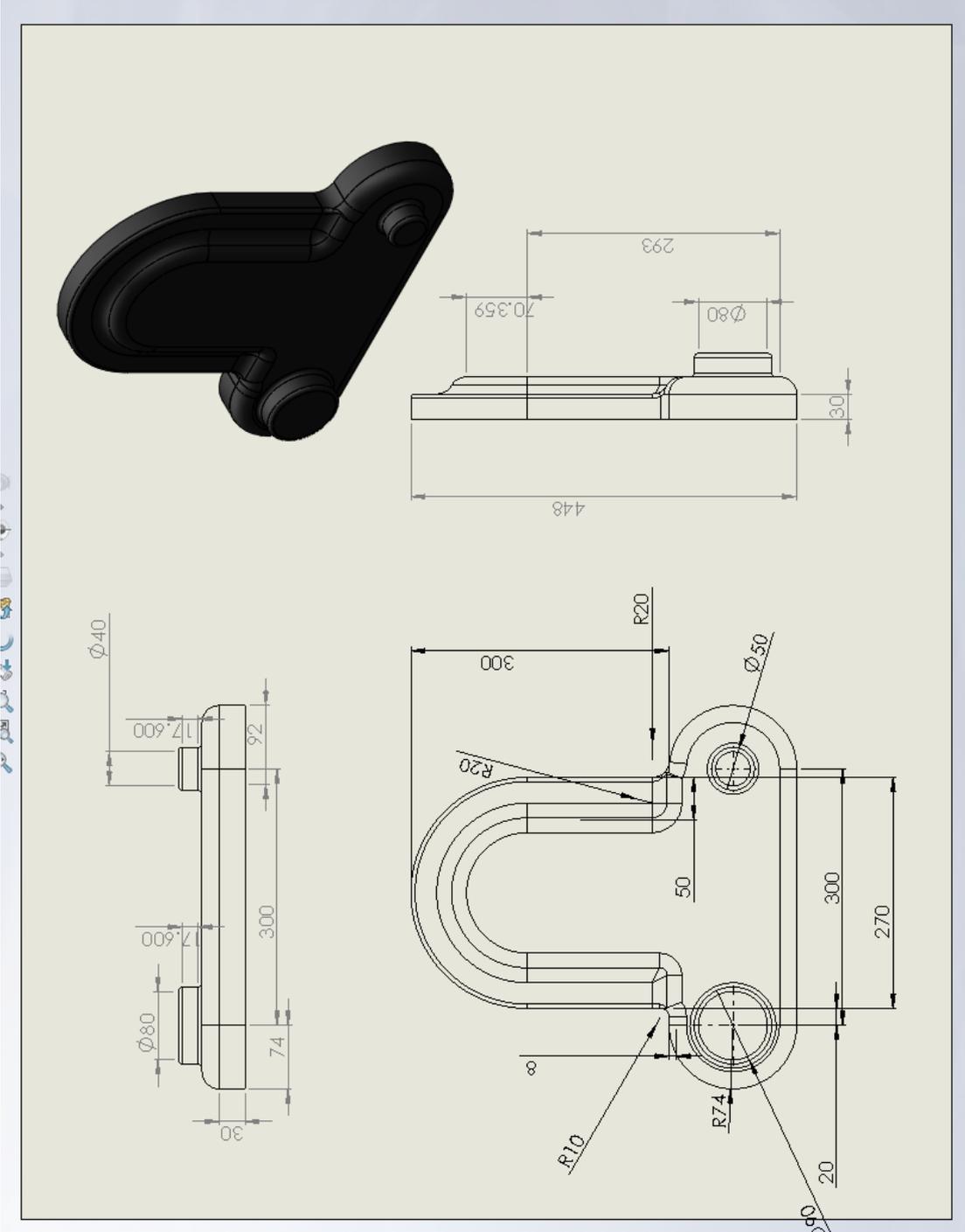
ANEXO 01. SISTEMA DE TOLVA ALIMENTADORA DE UVA



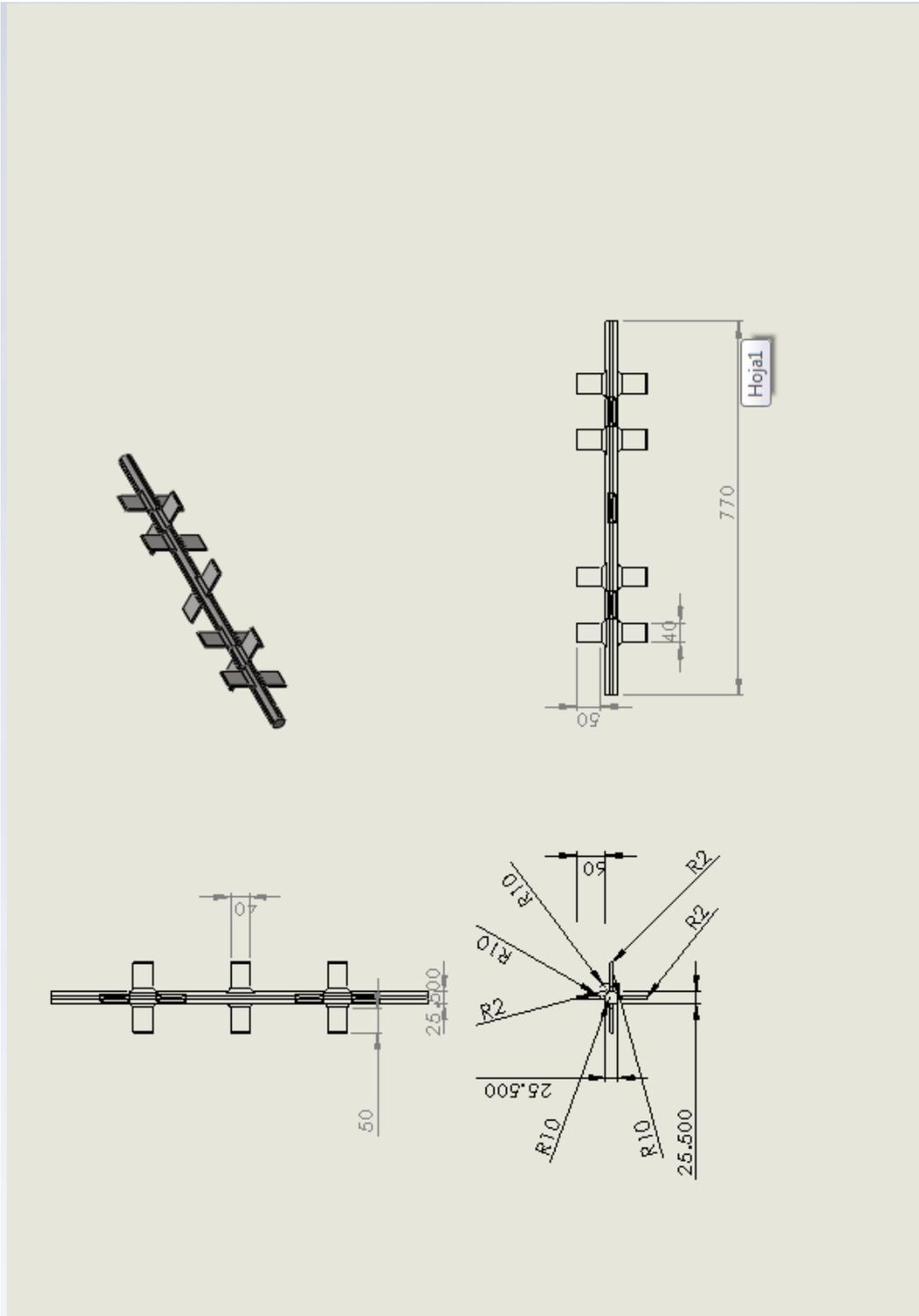
ANEXO 02. SEGURO DEL SISTEMA DEL EJE DESPALILLADOR



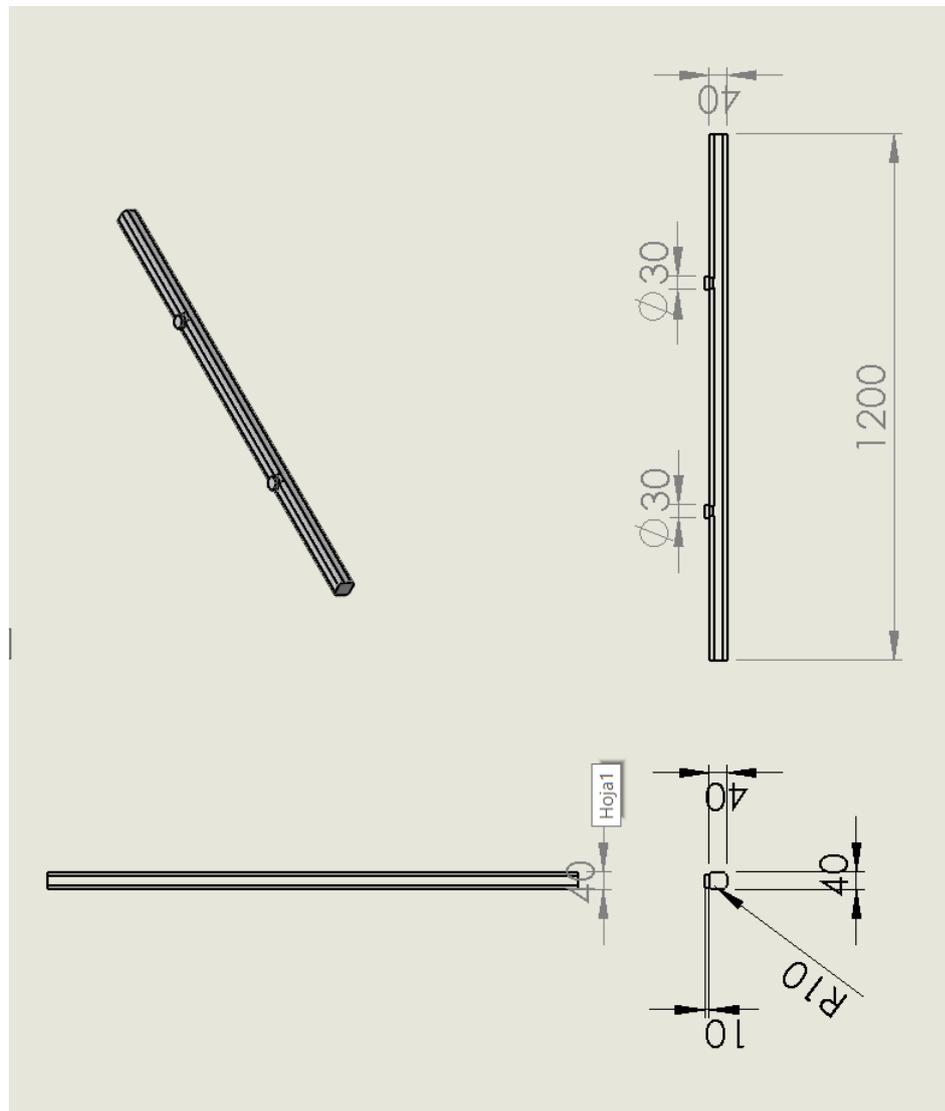
ANEXO 03. COBERTOR DE PROTECTOR PARA EVITAR LA TIERRA Y AGUA.



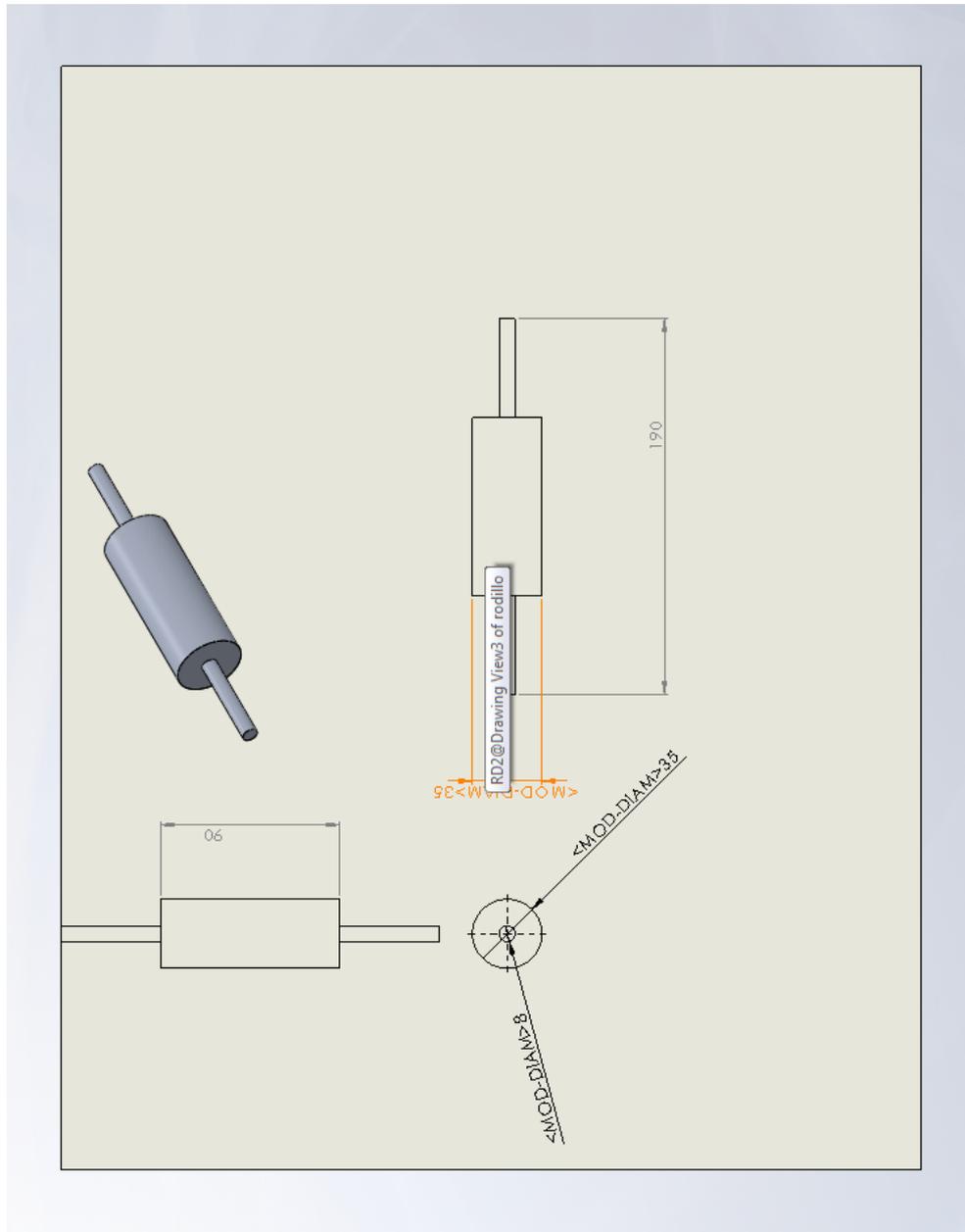
ANEXO 05. PALETAS DESPALILLADORAS



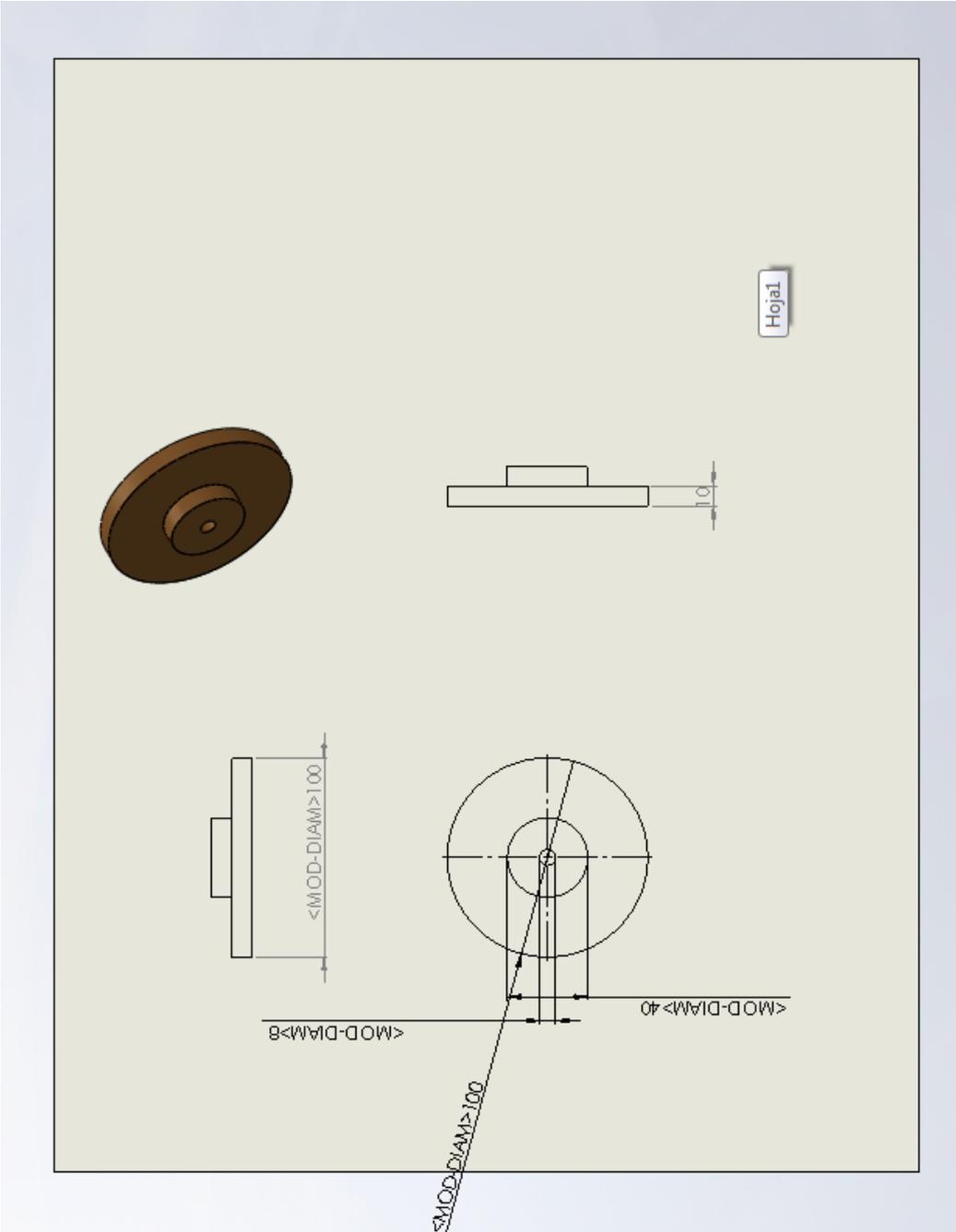
ANEXO 06 PATAS QUE SOPORTAN TODA LA ESTRUCTURA MECÁNICA



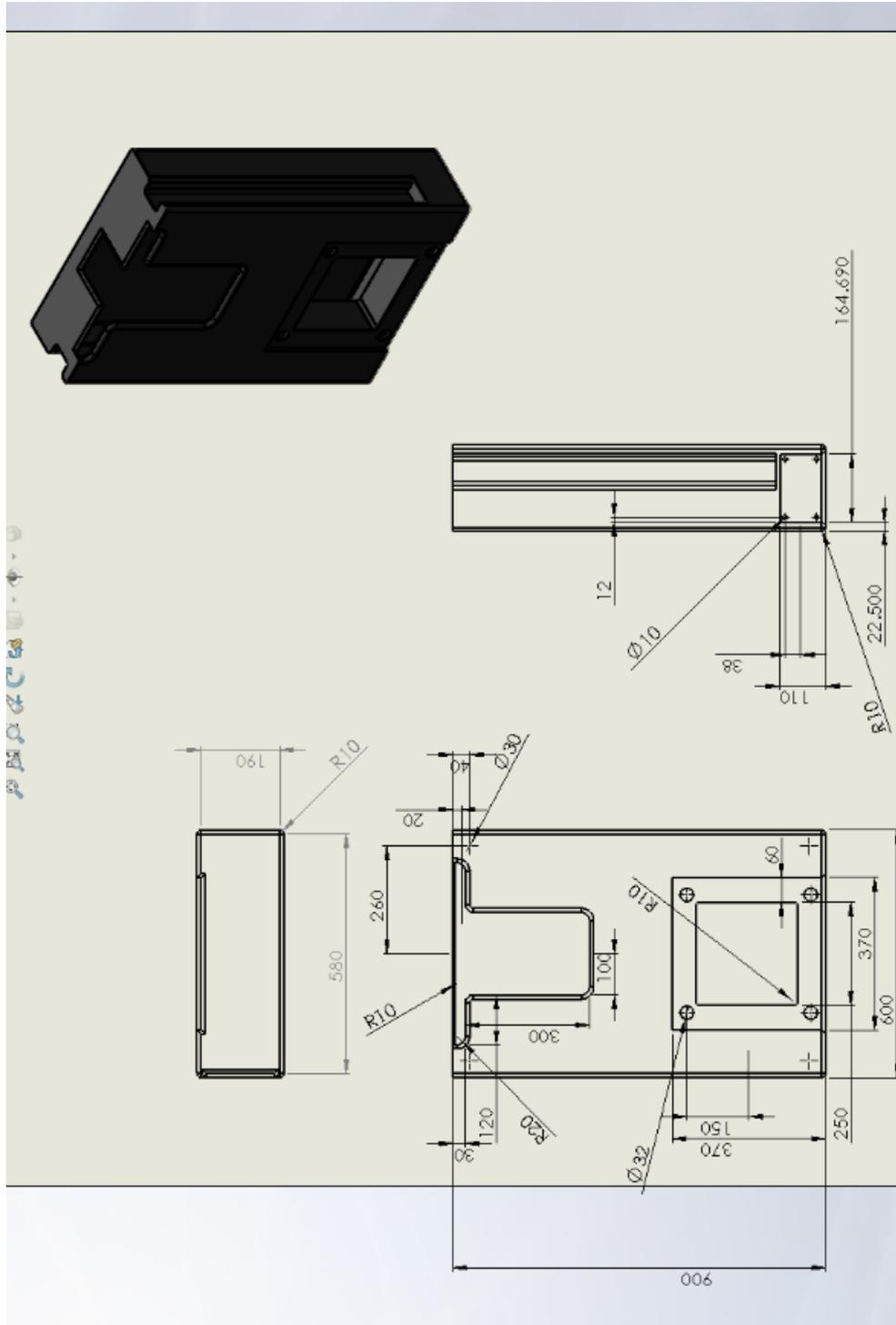
ANEXO 07 RODILLOS DE LA PARTE DE LA ESTRUJADORA



ANEXO 08 POLEAS QUE PERMITEN EL MOVIMIENTO DE LOS MECANISMOS INSTALADOS EN LA MAQUINA DESPALILLADORA-ESTRUJADORA



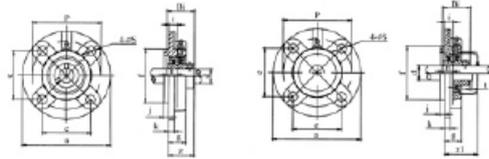
ANEXO 09 LACADA (COMO SE VE POR DENTRO LA ESTRUCTURA MECANICA)



ANEXO 10 CHUMACERA DE PARED DE 4 HUECOS

ACCOR	Ball bearings units	UCFC
--------------	---------------------	------

UCFC



Unit No.	Shaft Dia d		Dimensions(mm)																Bolt Used		Bearing No.	Housing No.	Housing Weight (kg)
	(in)	(mm)	a	p	e	i	s	j	k	g	f	t	z1	z	Bi	n	mm	in					
UCFC201-8	1/2																			UC201-8			
UCFC202-9	9/16																			UC202-9			
UCFC202-10	5/8																			UC202-10			
UCFC203-11	11/16																			UC203-11			
UCFC 204-12	3/4		100	78	55.1	10	12	5	7	20.5	62	2	35.5	28.3	31	12.7	M10	3/8	UC204-12	FC204	0.55		
UCFC201	12																		UC201				
UCFC202	15																		UC202				
UCFC203	17																		UC203				
UCFC204	20																		UC 204				
UCFC205-13	13/16																		UC205-13				
UCFC205-14	7/8																		UC205-14				
UCFC205-15	15/16		115	90	63.6	10	12	6	7	21	70	2	38.5	29.7	34.1	14.3	M10	3/8	UC205-15	FC205	0.8		
UCFC205-16	1																		UC205-16				
UCFC205	25																		UC205				
UCFC206-17	1-1/16																		UC206-17				
UCFC206-18	1-1/8																		UC206-18				
UCFC206-19	1-3/16		125	100	70.7	10	12	8	8	23	80	2	41	32.2	38.1	15.9	M10	3/8	UC206-19	FC206	1		
UCFC206-20	1-1/4																		UC206-20				
UCFC206	30																		UC206				
UCFC207-20	1-1/4																		UC207-20				
UCFC207-21	1-5/16																		UC207-21				
UCFC207-22	1-3/8		135	110	77.8	11	14	8	9	26	90	3	47	36.4	42.9	17.5	M12	7/16	UC207-22	FC207	1.2		
UCFC207-23	1-7/16																		UC207-23				
UCFC207	35																		UC207				
UCFC208-24	1-1/2																		UC208-24				
UCFC208-25	1-9/16		145	120	84.8	11	14	10	9	26	100	3	52	41.2	49.2	19	M12	7/16	UC208-25	FC208	1.45		
UCFC208	40																		UC208				
UCFC209-26	1-5/8																		UC209-26				
UCFC209-27	1-11/16		160	132	93.3	10	16	12	14	26	105	3	51	40.2	49.2	19	M14	1/2	UC209-27	FC209	2.1		
UCFC209-28	1-3/4																		UC209-28				
UCFC209	45																		UC209				
UCFC210-29	1-13/16																		UC210-29				
UCFC 210-30	1-7/8																		UC210-30				
UCFC210-31	1-15/16		165	138	97.6	10	16	12	14	28	110	4	53.5	42.6	51.6	19	M14	1/2	UC210-31	FC210	2.1		
UCFC210-32	2																		UC210-32				
UCFC210	50																		UC210				

ANEXO 11 SELECCIÓN DE MATERIAL DE ACERO INOXIDABLE PARA LA ESTRUCTURA

PROPIEDADES FÍSICAS MEDIAS DE LOS ACEROS AUSTENÍTICOS

Densidad Kg/m ³	7.9
Módulo de Elasticidad GPa	193
Módulo de Poisson	0.28
Calor Específico J/kg °K	500
Conductividad Térmica W/mK	A 100°C 16.2
Resistividad Eléctrica 10 ⁻⁸ Ωm	A 500°C 21.5
	725
Coefficiente de expansión térmica $\mu\text{m/mK}$	0-100°C 16.5
	0-315°C 17.2
	0-540°C 17.9
	0-700°C 18.5
Propiedades magnéticas	No magnético, aunque se convierte en ligeramente magnético cuando se trabaja en frío.

PROPIEDADES MECÁNICAS A TEMPERATURA AMBIENTE

GRADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	LÍMITE DE FLUENCIA (MPa)	ELONGACIÓN (% EN 50 mm)	DUREZA BRINELL MAX.	PROPIEDADES PARA TRABAJO EN FRÍO
AISI 304	515	205	40	202	Muy Buena
AISI 304 L	485	170	40	183	Muy Buena
AISI 316	515	205	40	217	Buena
AISI 316L	485	170	40	217	Buena
AISI 310 S	515	205	40	217	Buena

* RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN MPa A ELLEVADAS TEMPERATURAS CON EXPOSICIONES CORTAS

GRADO	TEMPERATURA (°C)				
	100	300	500	700	900
304	530	480	400	270	90
316	540	500	450	320	120
310	540	510	470	340	130

* MÁXIMA TEMPERATURA DE SERVICIO RECOMENDADA EN CONDICIONES OXIDANTES

GRADO	SERVICIO CONTINUO (°C)	SERVICIO INTERMITENTE (°C)
304	325	350
316	325	370
310	1150	1035

* Los valores dados en estas tablas son promedios y no deben ser usados para propósitos de diseño

ANEXO 12 FACTORES DE SERVICIO

Elaborado por REGION DE COLOMBIA www.region.com.co

Tabla 1: FACTORES DE SERVICIO

CLASE DE TRABAJO	EJEMPLOS DE MÁQUINAS ACCIONADAS	TIPOS DE MÁQUINAS MOTRICES					
		Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Normal			Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Elevado		
		Horas de Servicio Diarias			Horas de Servicio Diarias		
		Menos de 10	De 10 a 16	Más de 16	Menos de 10	De 10 a 16	Más de 16
Ligero	Aglitadores para líquidos. Aspiradores. Bombas y compresores centrífugos. Transportadores de cinta para carga ligera. Ventiladores y bombas hasta 7.5 Kw.	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Mediano	Avasadoras. Cizallas y prensas. Cribas rotativas y vibrantes. Generadores y excitatrices. Máquinas herramientas. Maquinaria para artes gráficas. Maquinaria para lavanderías. Transportadores de cinta para carga pesada. Ventiladores y bombas a partir de 7.5 Kw.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Pesado	Ascensores. Bombas de desplazamiento positivo. Centrifugadores. Compresores de pistón. Maquinaria para labrar madera. Maquinaria para cerámicas. Maquinaria para papeleras. Maquinaria Textil. Molinos de martillos. Sierras alternativas. Elevadores de cangilones. Transportadores de Tomillo.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Extra Pesado	Grúas Montacargas. Machacadoras y molinos (mandíbulas, conos, bolas, barras, etc). Maquinaria para caucho y plásticos.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

Nota:

Motores de Corriente Alterna con par de Arranque Normal (hasta 2 veces el par nominal): Sincronos, Monofásicos, Trifásicos (arranque directo, estrella-triángulo y por anillos rozantes). Motores de corriente continua en derivación. Motores de combustión interna de varios cilindros y turbinas a más de 600 r/min.

Motores de corriente alterna con par de arranque Elevado (superior a 2 veces el par nominal): Monofásicos, Trifásicos. Motores de corriente continua: conexión serie y "compound". Motores de combustión interna de un solo cilindro o de varios a menos de 600 r/min. Ejes de transmisión.

Ejemplo:

Que tipo de correa debemos utilizar para la transmisión en una sierra circular para corte de madera, según la siguiente información:

- Motor (arranque normal) = 7 HP y 3.450 RPM
- Velocidad requerida en la sierra = 3.500 RPM
- Horas promedio diarias de trabajo = 10.0 Horas
- Tipo de correa a utilizar = Sección trapezoidal clásica (M, A, B, C, Etc)

Solución:

Calculamos primero la potencia efectiva → $P_e = 7 \cdot 0.746 \cdot 1.3 = 6.79 \text{ Kw}$

ANEXO 13 ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE LAS CORREAS CLÁSICAS

Elaborado por REXON DE COLOMBIA www.rexon.com.co

Donde:

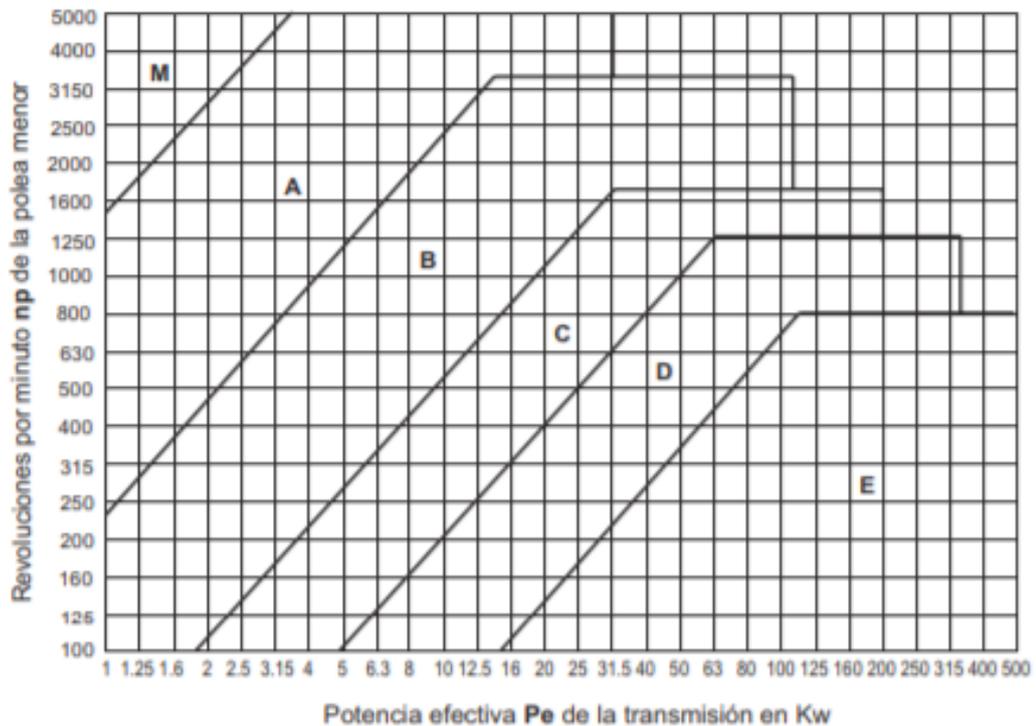
- Pe = Potencia Efectiva
- 0.746 = Factor de Conversión de Hp a Kw
- 1.3 = Factor de Servicio de la sierra (Ver tabla FACTORES DE SERVICIO)

Las revoluciones por minuto de la polea menor = 3.500 RPM; la velocidad requerida para la sierra (3.500) es mayor que la velocidad del motor (3.450 RPM), lo que significa que la sierra tendrá una polea más pequeña que la del motor.

Ahora apoyados en la tabla ELECCIÓN DE LA SELECCIÓN DE LAS CORREAS CLÁSICAS hacemos la intersección entre la potencia efectiva de la transmisión (eje X), con las revoluciones por minuto de la polea (eje Y). Los valores a utilizar en la tabla son:

- Potencia efectiva de la transmisión = 6.89 Kw
- Revoluciones por minuto de la polea menor = 3.500 RPM

Gráfica 1: Elección de la Sección de las Correas Clásicas



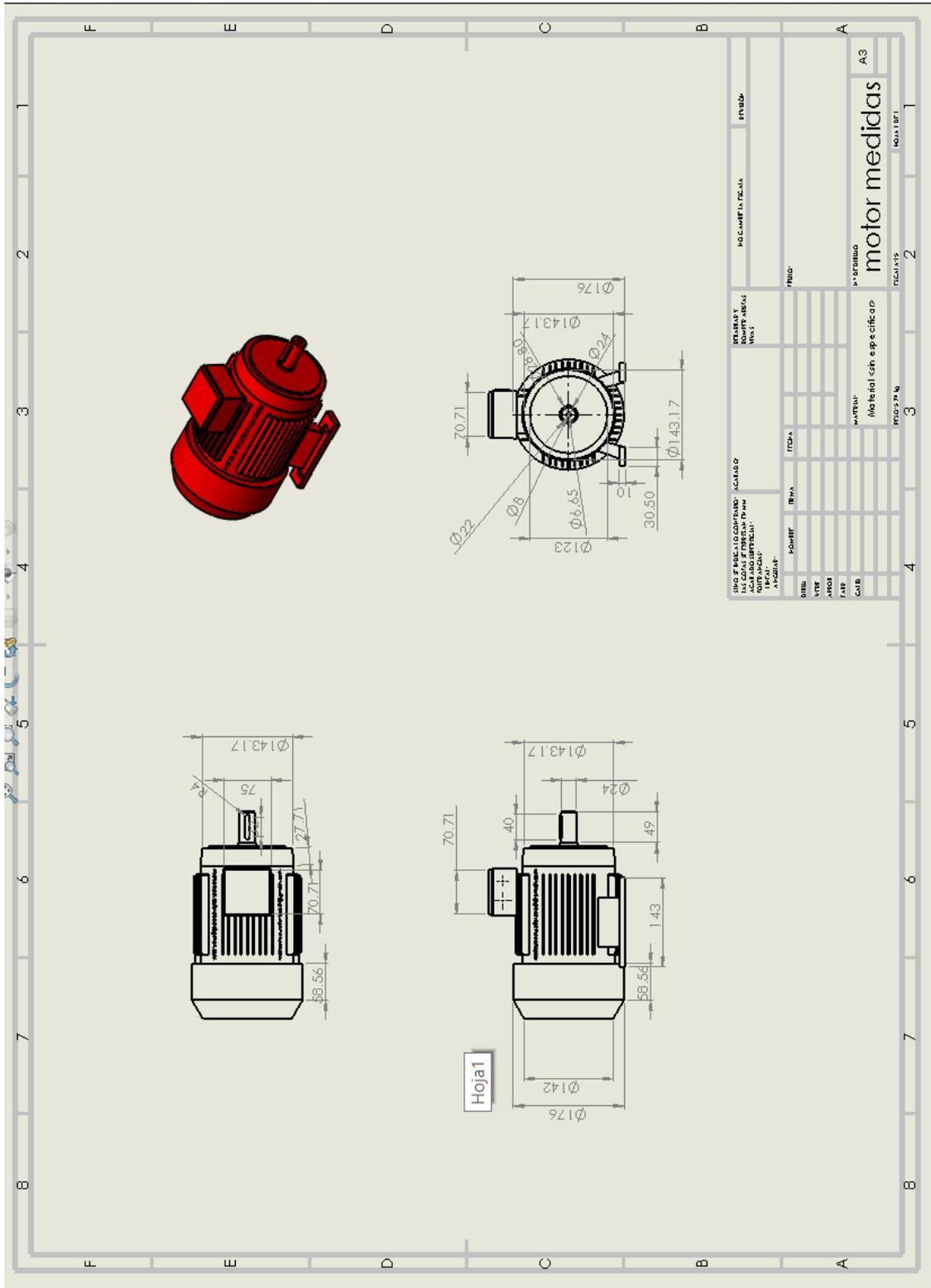
En la tabla encontramos el punto de intersección en el área de A; La correa a utilizar es la TIPO A.



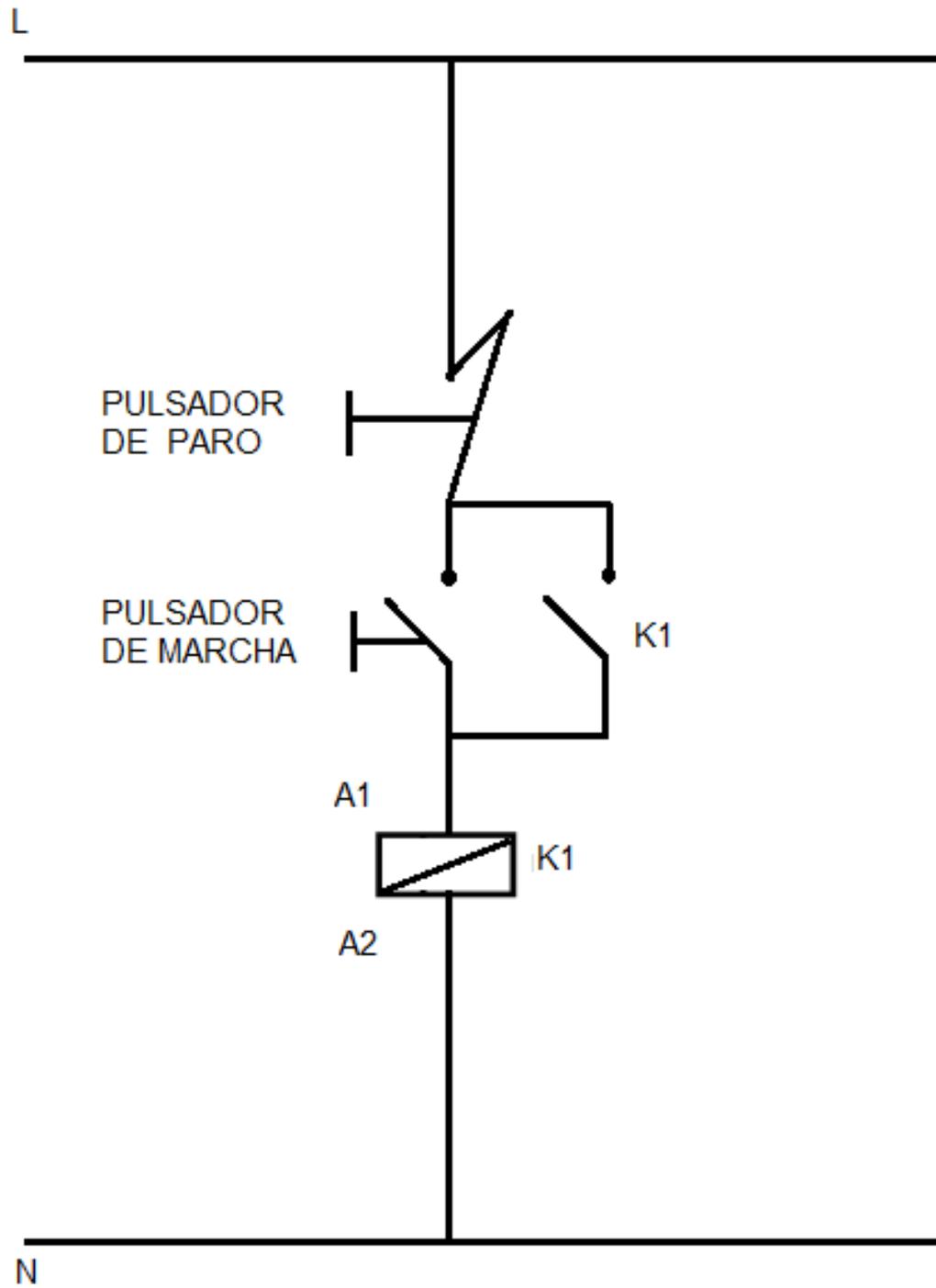
ANEXOS

ELECTRICOS

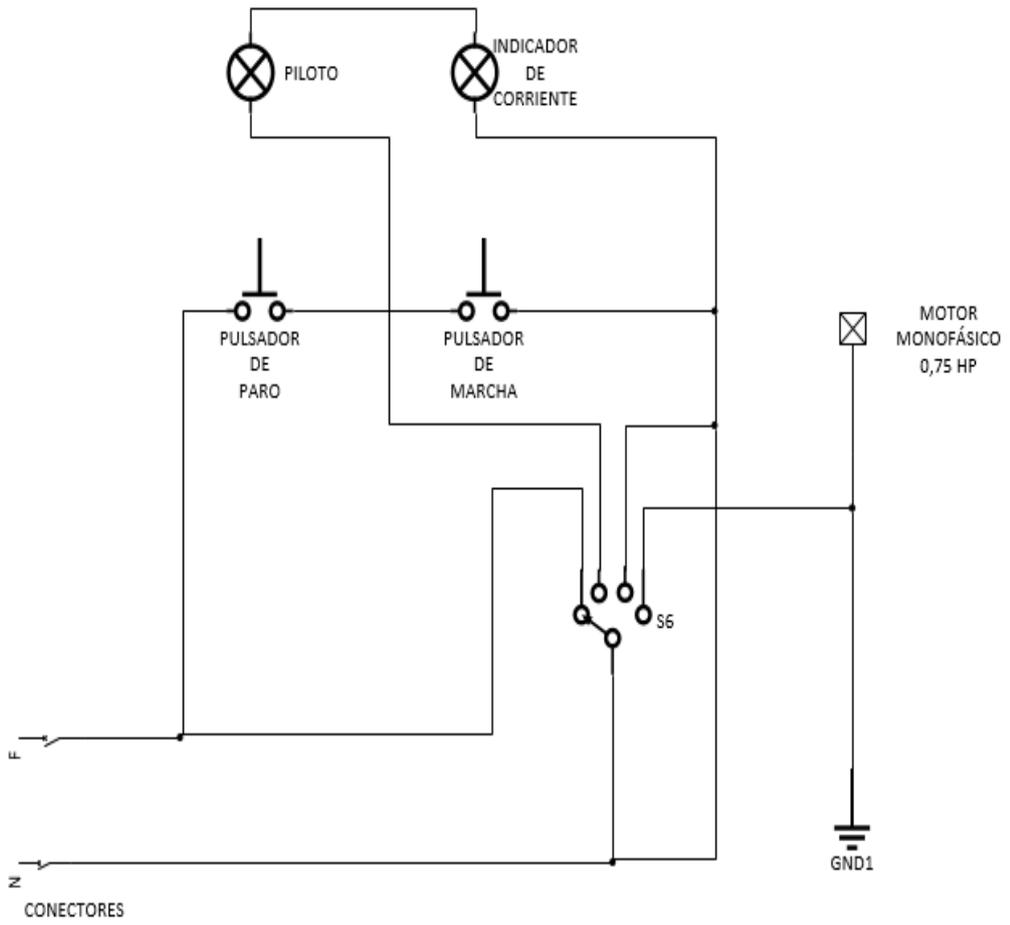
ANEXO 01 MOTOR MONOFASICO ENCARGADO DE ENERGIZAR TODO LA MÁQUINA DESPALILLADORA – ESTRUJADORA



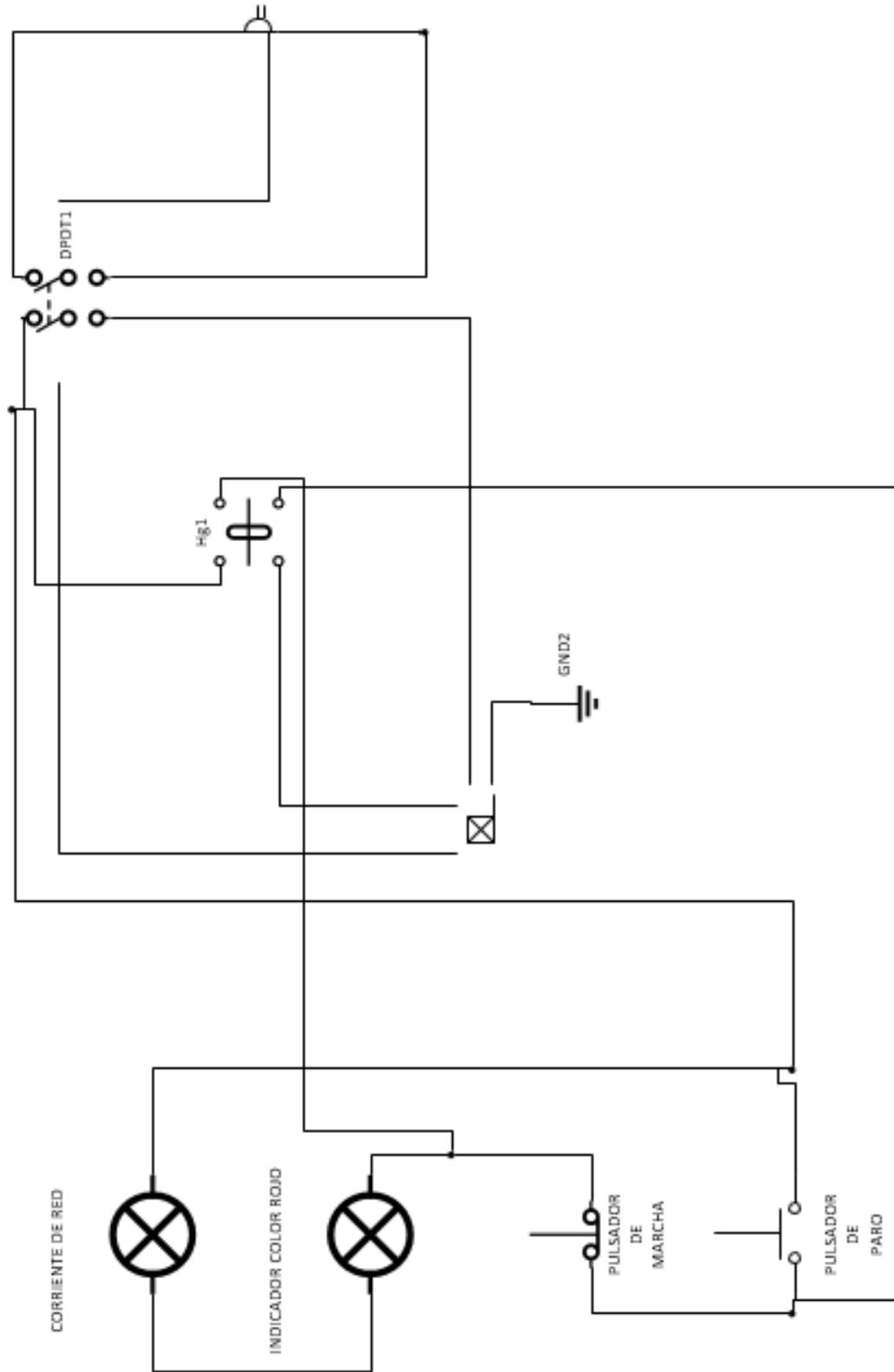
ANEXO 02 ESQUEMA DEL CIRCUITO DE MANDO



ANEXO 03 ESQUEMA DEL CIRCUITO DE MANDO



ANEXO 04 ESQUEMA DE CABLEADO PARA PONER EN MARCHA LA MAQUINA



ANEXO 05 TABLA PARA SELECCIONAR GUARDA MOTOR

MONOFASICO: TENSION 220 V			POTENCIA		
Sección mm ²	Corriente Ampere	Guarda Motor Ampere	KVA	KW	HP
1.5	3.9	6	0.43	0.37	0.5
1.5	5.2	10	0.65	0.55	0.75
2.5	6.6	10	0.86	0.75	1
2.5	9.6	16	1.3	1.1	1.5
2.5	12.7	16	1.73	1.5	2
4	18.6	20	2.6	2.2	3
6	24.3	32	3.5	3	4
6	29.5	32	4.33	3.7	5
10	29.6	40	4.7	4	5.5
16	42.2	50	6.5	5.5	7.5
16	54.4	63	8.66	7.5	10
KVA = HP x 0.866			10.6	9	12
KW = HP x 0.74			13	11	15
KVA = KW x 1.16			17.3	15	20
HP = KW x 1.36			21.6	18.5	25
MONOFÁSICO			26	22	30
P = U . I . cos ø			34.6	30	40
I = P / U . n . cos ø			43.3	37	50
			52	45	60
TRIFÁSICA			65	55	75
P = U . I . 1,73 . cos ø			86.6	75	100
I = P / U . 1,73 . n . cos ø			106	90	125
U = Tensión en Voltios			130	110	150
I = Corriente en Ampere					
cos ø = Factor de potencia del circuito					
n = rendimiento del motor					

ANEXO 06 CABLE TTRF MARCA INDECO

TTRF-70 (NLT / NMT)

Usos

En aparatos sujetos a desplazamientos, arrollamientos o vibraciones y para todo tipo de equipos móviles. Servicio liviano NLT (SVTO) y servicio medio pesado NMT (SJTO).

Descripción

Dos, tres o cuatro conductores de cobre electrolítico recocido, flexible, cableado en haz, aislados con PVC, trenzados, relleno de PVC y cubierta exterior común de PVC.

Características

Gran flexibilidad, terminación compacta; resistente a la abrasión, humedad y al aceite. Retardante a la llama.

Marcación

INDECO S.A. TTRF-70(NLT / NMT) <Sección> 300/500 V
Marca a solicitud: <Año> <Nombre Cliente> <Metrado Secuencial>

Calibres

NLT : 18 AWG - 14 AWG.
NMT: 12 AWG - 10 AWG.

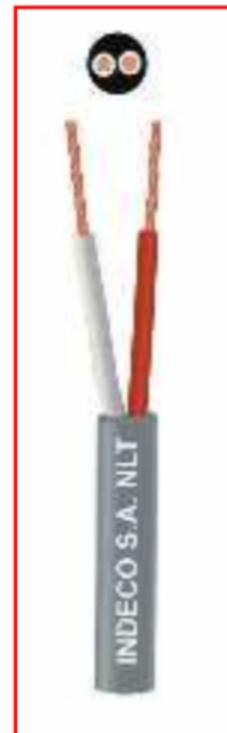
Embalaje

En rollos estándar de 100 metros.

Colores

Aislamiento: 2 conductores: blanco y negro.
 3 conductores: blanco, negro y rojo.
 4 conductores: blanco, negro, rojo y amarillo.

Cubierta Exterior: Gris.



Norma(s) de Fabricación
NTP 370.252
Tensión de servicio
0.3/0.5 kV
Temperatura de operación
70°C

ANEXO 07 TABLAS DE DATOS TECNICOS NLT Y NMT INDECO

TABLA DE DATOS TECNICOS NLT

CALIBRE	SECCION NOMINAL	Nº HILOS	DIAMETRO HILO	ESPESORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
NºxAWG	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15

TABLA DE DATOS TECNICOS NMT

CALIBRE	SECCION NOMINAL	Nº HILOS	DIAMETRO HILO	ESPESORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
NºxAWG	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 12	2x3.31	61	0.255	0.8	1.1	10.5	164	25
2 x 10	2x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12	226	30
3 x 12	3x3.31	61	0.255	0.8	1.1	11.2	204	20
3 x 10	3x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12.7	285	25
4 x 12	4x3.31	61	0.255	0.8	1.2	12.4	251	20
4 x 10	4x5.26	98	0.255	0.8	1.4	14.3	358	25