

**DISEÑO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA EL  
LAVADO, SECADO Y TRANSPORTE DE CACAO COMO APORTE A LA  
PRIMERA ETAPA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE CACAOS  
FINOS DE LA SEDE GUATIGUARÁ DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**JHON FREDDY FLÓREZ VESGA  
KARLA IBETH PINZÓN CRUZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2020**

**DISEÑO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA EL  
LAVADO, SECADO Y TRANSPORTE DE CACAO COMO APORTE A LA  
PRIMERA ETAPA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE CACAOS  
FINOS DE LA SEDE GUATIGUARÁ DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**JHON FREDDY FLÓREZ VESGA  
KARLA IBETH PINZÓN CRUZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Director:  
WILLIAM PINTO HERNÁNDEZ  
Dr. en Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2020**

## DEDICATORIA

*A mis padres, Henry y Gladys, por ser mi mayor motivación en la ejecución de mis sueños y metas. Siempre he contado con su apoyo y respaldo en las decisiones que he tomado a largo de mi proceso de formación personal y profesional.*

*A mi hermano del alma, Edison Flórez, por ser mi ejemplo inmediato a seguir, siendo el primer profesional de nuestro núcleo familiar. Por su apoyo y acompañamiento desinteresado en mi proceso.*

*A mi tía Sofia Flórez y a mi primo Jorge Escobar Flórez, por ser un apoyo extra y muy importante en el sendero personal y profesional que he recorrido a lo largo de mi vida. Son un ejemplo de esfuerzo, constancia y unión familiar, gracias por estar pendiente de mi proceso de formación.*

*¡Por ustedes y para ustedes!*

**Jhon Flórez**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mis padres Luz Elena y Carlos Humberto por los innumerables esfuerzos para que hoy pueda culminar este sueño, por su amor y su confianza, por ser siempre mi momento de tranquilidad y mi polo a tierra.*

*A mis abuelas María del Carmen y Margarita por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, por ser esperanza en este lindo camino y a Dios por permitir que hoy estén presentes en este triunfo.*

*A mis hermanos Yudy, Jessica, David y por su puesto a mi sobrina Sofía por sus valiosas compañías, por ser mi mayor motivo de superación y por el incalculable amor que siempre me han dado.*

*A mis maestros por el tiempo y el cariño con el que siempre quisieron transmitir sus conocimientos para mi crecimiento profesional y personal.*

*A mis amigos y compañeros porque fueron apoyo en los infinitos tropiezos.*

*Este triunfo no es sólo mío, por ustedes y para ustedes agradecimiento eterno.*

**Karla Ibeth Pinzón Cruz**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Un especial y sincero agradecimiento a Cristian Alejandro Cuervo Rubio por su gran apoyo en la ejecución del diseño del sistema realizado en el software SolidWorks, por su ayuda desinteresada y su compromiso con el grupo del proyecto.*

*Un especial y cariñoso agradecimiento al señor Gilberto Gil quien de manera desinteresada nos brindó su experiencia y conocimiento en la Industria de ventilación para tener una mayor claridad del tema.*

## CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN .....	15
1. OBJETIVOS.....	17
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. MARCO TEÓRICO .....	18
2.1 CACAO .....	18
2.2 CACAO EN COLOMBIA .....	19
2.2.1 Características del productor de cacao.....	21
2.3 CACAO EN SANTANDER .....	22
2.4 CULTIVO Y COSECHA .....	24
2.5 LAVADO .....	27
2.5.1 Lavado en húmedo .....	28
2.6 SECADO.....	32
2.6.1 Ventiladores.....	32
2.6.2 Ventiladores centrífugos.....	33
2.6.3 Selección de ventiladores.....	36
2.6.4 Curva característica de un ventilador.....	40
2.7 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	41
2.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	42
3. DISEÑO CONCEPTUAL.....	44
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO A IMPLEMENTAR .....	44
3.2 FUNCIÓN DE CALIDAD .....	44
3.2.1 Requerimientos del consumidor:.....	44
3.2.2 Requerimientos del diseñador: .....	45
3.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS .....	48
3.3.1 Lavado y transporte .....	48

3.3.2 Secado.....	51
3.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	54
3.4.1 Lavado y transporte .....	54
3.4.2 Secado.....	55
3.5 ALTERNATIVAS DE DISEÑO COMPLETO DEL SISTEMA DE LAVADO Y SECADO.....	56
3.5.1 Selección de alternativa de diseño completo .....	58
4. CÁLCULOS Y/O SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	59
4.1 SISTEMA DE LAVADO.....	59
4.1.1 Aspersores.....	59
4.1.2 Tubería.....	63
4.1.3 Bomba.....	63
4.1.4 Cepillos .....	69
4.1.5 Motor.....	71
4.1.6 Transmisión .....	74
4.1.7 Filtros .....	74
4.2 SISTEMA DE SECADO .....	75
4.2.1 Banda transportadora de secado.....	75
4.2.2 Elevadores .....	79
4.2.3 Motor.....	80
4.2.4 Ventilador centrifugo .....	84
4.2.5 Ducto para circulación del aire.....	88
4.3 EJES Y CHUMACERAS .....	89
4.3.1 Ejes.....	89
4.3.2 Chumaceras.....	90
5. ANÁLISIS DE COSTOS.....	96
5.1 COSTOS DE OPERACIÓN .....	100
6. MANUAL DE USO Y GUÍA DE MANTENIMIENTO .....	103
6.1 FUNCIONAMIENTO .....	103
6.2 MANTENIMIENTO.....	104

7. RESULTADOS.....	105
8. CONCLUSIONES .....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	110
ANEXOS .....	113

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Matriz de calidad para el lavado y transporte.....	46
Tabla 2. Criterios para tabla QFD del sistema de lavado y transporte .....	46
Tabla 3. Calificación para tabla QFD del sistema de lavado y transporte .....	47
Tabla 4. Matriz de calidad para el sistema de secado .....	47
Tabla 5. Criterios para tabla QFD del sistema de secado.....	47
Tabla 6. Calificación para tabla QFD del sistema de secado .....	48
Tabla 7. Alternativas de Lavado según los criterios .....	54
Tabla 8. Calificación para las alternativas de lavado .....	54
Tabla 9. Alternativas de secado según los criterios .....	55
Tabla 10. Calificación para las alternativas de secado .....	55
Tabla 11. Factor de fricción “Ft” accesorios según diámetro nominal. ....	67
Tabla 12. Medición experimental fuerza de fricción. ....	72
Tabla 13. Materiales Chumaceras NTN.....	93
Tabla 14. Serie acero chumacera tipo brida cuadrada. ....	94
Tabla 15. Rodamiento de bolas de acero inoxidable. ....	95
Tabla 16. Resumen de costo unitarios de elementos .....	96

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Fruto de cacao.....	18
Figura 2. Partes del cacao.....	19
Figura 3. Tipos de cacao.....	21
Figura 4. Producción en Colombia por departamentos.....	23
Figura 5. Proceso de obtención del grano de cacao.....	24
Figura 6. Herramientas para la obtención del cacao.....	26
Figura 7. Corte de mazorca de cacao, evidenciando la falta de lavado y secado previo.....	26
Figura 8. Análisis del proceso en contexto.....	27
Figura 9. Depósito de inmersión.....	30
Figura 10. Lavado por banda con aspersores y cepillos.....	31
Figura 11. Lavado por aspersion en tambor giratorio.....	31
Figura 12. Elementos de un ventilador centrífugo.....	33
Figura 13. Formas de conos de succión. a) Cilíndricas. b) Cónicas. c) Abocinada. d) Compuesta. e) Guiada con álabes directores.....	34
Figura 14. Tipos de alabes. a) Curvados hacia adelante. b) Radiales. c) Curvados hacia atrás.....	35
Figura 15. Curva característica de un ventilador con aire en condiciones estándares.....	41
Figura 16. Alternativa 1 lavado.....	48
Figura 17. Alternativa 2 lavado.....	49
Figura 18. Alternativa 3 lavado.....	50
Figura 19. Alternativa 1 de secado.....	51
Figura 20. Alternativa 2 de secado.....	52

Figura 21. Alternativa 3 de secado .....	53
Figura 22. Alternativa 1.....	56
Figura 23. Alternativa 2.....	57
Figura 24. Aspersión cono lleno.....	59
Figura 25. Aspersor ProMax Quick FullJet.....	61
Figura 26. Plantilla de pedido boquilla ProMax Quick FullJet. ....	62
Figura 27. Tanque de recirculación y suministro.....	65
Figura 28. Coeficientes de pérdidas “K” de accesorios de tubería.....	68
Figura 29. Resultados EES bomba.....	68
Figura 30. Cepillo cilíndrico con fibras de nylon.....	70
Figura 31. Malla de filtración partículas de mayor tamaño.....	75
Figura 32. Malla de filtración partículas de menor tamaño.....	75
Figura 33. Banda modular 030A48. ....	76
Figura 34. Piñón Z10. ....	77
Figura 35. Elevador banda de secado. ....	80
Figura 36. Resultados EES motor secado .....	83
Figura 37. Curva característica de diferentes tipos de ventiladores industriales....	84
Figura 38. Curva característica de los ventiladores BD1300 y BD700.....	86
Figura 39. Ventilador BD-1300.....	88
Figura 40. Sección transversal del ducto .....	88
Figura 41. Eje sistema lavado.....	89
Figura 42. Eje sistema secado.....	90
Figura 43. Tamaños de rodamiento según tamaño de eje.....	91
Figura 44. Cotización total del sistema de lavado y secado .....	97
Figura 45. Sistema de lavado .....	105
Figura 46. Sistema de secado .....	106
Figura 47. Sistema completo .....	107

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Catálogo Aspersores. SPRAYING SYSTEMS CO.....	113
ANEXO B. Cotización aspersores. SPRAYING SYSTEMS CO.....	114
ANEXO C. Catalogo PAVCO .....	115
ANEXO D. Cotización tubería y accesorios. ....	117
ANEXO E. Catálogo bomba centrífuga. ....	118
ANEXO F. Cotización cepillos.....	122
ANEXO G. Catálogo motor lavado.....	123
ANEXO H. Cotización piñones y cadena .....	124
ANEXO I. Catálogo PLADESAN .....	125
ANEXO J. Elevador. ....	129
ANEXO K. Precios PLADESAN .....	130
ANEXO L. Catálogo motor secado y precio.....	131
ANEXO M. Catálogo de selección de ventiladores .....	132
ANEXO N. Cotización de ventiladores.....	133
ANEXO O. Cotización Filtros .....	134
ANEXO P. Cotización chumaceras.....	135
ANEXO Q. Cotización materiales en acero inoxidable .....	136
ANEXO R. Planos Sistema.....	137

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO Y ANÁLISIS DE COSTOS DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA EL LAVADO, SECADO Y TRANSPORTE DEL CACAO COMO APORTE A LA PRIMERA ETAPA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE CACAOS FINOS DE LA SEDE GUATIGUARÁ DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.\*

**AUTOR:** JHON FREDDY FLOREZ VESGA, KARLA IBETH PINZÓN CRUZ.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** SISTEMA MECÁNICO, CACAO, PRODUCTO, LAVADO, SECADO

**DESCRIPCIÓN:** Hasta el momento la industria cacaotera en Colombia ha prescindido de la automatización en procesos de lavado y secado de la mazorca, debido a que es una materia que no se aprovecha o que en su defecto es usada como abono para la misma planta, pero hoy en día se avanza estudios en lo que se busca dar uso completo a este producto, aprovechando el 100% del fruto y contribuyendo así con el cuidado y conservación del medio ambiente, dando además un valor económico al mismo y aportando una mayor sostenibilidad al gremio.

Para esto se plantea el diseño de una máquina capaz de lavar y secar la mazorca de cacao, con capacidad de producción de dos (2) toneladas mensuales. Con el fin de cumplir el objetivo de la máquina se usará un sistema de lavado por aspersión que garantice el retiro de impurezas de la superficie, utilizando rodillos rotativos que además de facilitar la limpieza permitan el desplazamiento del fruto hasta la sección de secado donde por medio de un elevador será desplazado por el interior de un ducto de aire el cuál será impulsado por un ventilador centrífugo.

El diseño de la máquina se llevó a cabo con ayuda de herramientas CAD (Solidworks) donde se puede evidenciar los resultados y posteriormente hacer un análisis de costos de esta teniendo en cuenta productos comercializados y cotizados en el territorio nacional.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Fisicomecánica. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: William Pinto Hernández, Dr. en Ingeniería Mecánica

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN AND COSTS ANALYSIS OF A MECHANICAL SYSTEM FOR WASHING, DRYING AND TRANSPORTATION OF COCOA AS A CONTRIBUTION TO THE FIRST STAGE OF PRODUCTION OF FINE COCOA PILOT PLANT FROM THE GUATIGUARÁ HEADQUARTERS OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER\*

**AUTHOR:** JHON FREDDY FLOREZ VESGA, KARLA IBETH PINZÓN CRUZ.\*\*

**KEY WORDS:** MECHANICAL SYSTEM, COCOA, PRODUCT, WASHING, DRYING

**DESCRIPTION:** Until now, the cocoa industry in Colombia has dispensed with automation in cob washing and drying processes because it is a material that is not used or, failing that, is used as fertilizer for the same plant, but nowadays, studies are being carried out in order to give full use to this product, taking advantage of 100% of the fruit and thus contributing to the care and conservation of the environment, also giving an economic value to it and providing greater sustainability to the union.

For this, the design of a machine capable of washing and drying the cocoa pod is proposed, with a production capacity of two (2) tons per month. In order to meet the objective of the machine, a spray washing system will be used to guarantee the removal of impurities from the surface, using rotating rollers that, in addition to facilitating cleaning, allow the fruit to move to the drying section, where by means of an elevator will be displaced inside an air duct which will be powered by a centrifugal fan.

The design of the machine was carried out with the help of CAD tools (Solidworks) where the results can be evidenced and later an analysis of its costs was made, taking into account products marketed and quoted in the national territory.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physicomechanics. School of Mechanical Engineering. Director: William Pinto Hernández, Dr. in Mechanical Engineering

## INTRODUCCIÓN

Por su ubicación geográfica, climas y diversidad de suelos, Colombia cuenta con constantes oportunidades de mejora, crecimiento y desarrollo en el sector agropecuario, una de estas oportunidades se ve reflejada en la producción de cacao.

El cacao es una planta originaria de la cuenca del Amazonas; existiendo evidencia de su cultivo y consumo en esa parte del mundo desde hace 5.500 años. Produce un fruto del mismo nombre que se puede utilizar como ingrediente para alimentos, medicinas, cosméticos, entre otros. Además, cuenta con un alto índice de grasas (sobre todo saturadas, y en menor medida, monoinsaturadas y poliinsaturadas), hidratos de carbono y proteínas, pero también contiene magnesio, fósforo, potasio, teobromina, cafeína, antioxidantes y agua. Los productos finales del cacao se destacan por tener un elevado aporte de energía, por lo que suele indicarse para aquellas personas que realicen actividades deportivas o ejercicio físico de manera intensa.

El interés en la producción de cacao radica en las oportunidades económicas que presenta esto para el país, al ser reconocido mundialmente por su calidad, esto según la Organización Mundial del Cacao – ICCO, el 95 %o el cacao exportado por Colombia se considera como fino y de aroma (ICCO, 2011 y 2015). Esta categoría es un vector diferenciador en el mercado mundial, y Colombia puede constituirse en un potencial comercializador de productos con calidad diferenciada y ventajas económicas en los nichos de mercados de los cacaos especiales.

Este proyecto tiene como propósito el diseño y análisis de costos de una máquina capaz de implementar en la industria cacaotera procesos de lavado y secado de la mazorca, una automatización que permita el mejoramiento en la calidad de producción.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema mecánico para el lavado, secado y transporte del Cacao en su primera etapa de producción como aporte a la planta piloto de cacaos finos de la sede Guatiguará de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de contribuir al cumplimiento del compromiso misional de la misma.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un sistema mecánico de lavado, secado y transporte del cacao al inicio del proceso con el fin de mejorar la higiene del fruto que cumpla con 1 tonelada de producción diaria.
- Diseñar los sistemas mecánicos bajo los parámetros de la resolución 683 de 2012 del reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben llevar los materiales destinados a estar en contacto con los alimentos para consumo humano.
- Realizar un análisis de costos para la construcción del sistema mecánico para la producción requerida por planta piloto de cacaos finos de la sede Guatiguará de la Universidad Industrial de Santander.
- Generar manual de uso e instrucciones básicas de mantenimiento de los sistemas mecánicos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 CACAO

El cacao es un alimento altamente nutritivo que se posiciona en el tercer lugar después del azúcar y el café en el mercado mundial. Su demanda se centra en compañías chocolateras, americanas y europeas, y es utilizado en la fabricación de diferentes productos como reposterías, bebidas frías y calientes, dulcerías, productos cosméticos, entre otros.

**Figura 1. Fruto de cacao**



Fuente: OKO CARIBE. Cacao fermentado tipo hispaniola orgánico. [En línea]. Disponible en: <https://oko-caribe.com>

Su cultivo se da principalmente en África, a pesar de que su origen sea americano. Tres grandes productores de África son Costa de Marfil, Ghana y Nigeria. Los mayores productores de cacao en América Latina son Brasil, Ecuador, México y Colombia.

**Figura 2. Partes del cacao**



Fuente: YABARANA. Tepuy venezolanos. 29 de mayo de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://yabarana.blogspot.com>

## **2.2 CACAO EN COLOMBIA**

La federación nacional de cacao (FEDECACAO) señala que, en Colombia, el cacao es un cultivo tradicional en la economía campesina, donde se da en parcelas de tamaño pequeño o mediano con un promedio de 3.3 hectáreas.

El cultivo de cacao se establece en un rango de altura de 0 a 1.200 metros sobre el nivel del mar, los terrenos ubicados en esta altura están clasificados como óptimos, sin restricciones para este cultivo. El periodo vegetativo del cacao comprende en general a los 3 primeros años, aunque este periodo puede variar de acuerdo con el tipo de cacao cultivado. La densidad de siembra es de aproximadamente 1.000 árboles por hectárea.

Existen dos picos de productividad durante el año en el territorio nacional: uno comprendido en los meses de abril-diciembre-enero y el otro entre los meses noviembre- diciembre-enero.

En Colombia el cacao se cultiva en casi todo su territorio, pero se centraliza en cuatro zonas agro-geológicas.

- Montaña santandereana, en los departamentos de Santander y Norte de Santander
- Valles interandinos secos que comprende los departamentos de Huila, sur de Tolima y norte de Magdalena.
- Bosque húmedo tropical en las zonas de Urabá, Tumaco, Catatumbo, Arauca, Meta y Magdalena.
- Zona cafetera Marginal Baja: Gran Caldas, suroeste de Antioquia y norte de Tolima.

La producción colombiana se centra en los cacaos “comunes” y de calidad “premium”, ambos son finos de sabor y aroma. Desde el punto botánico, en el territorio nacional existen tres tipos de cacao: criollo, forastero y el híbrido o trinitario. El cacao criollo es el más fino, caracterizado por su agradable sabor y su exquisito aroma. El cacao forastero es el de menor calidad, en cuanto a sabor y aroma, pero con un alto contenido de grasa, lo cual lo hace de buena calidad para la industria. El cacao híbrido o trinitario, es el cacao resultado del cruce genético entre el cacao y criollo y el cacao forastero.

**Figura 3. Tipos de cacao**



Fuente: CACAO NATIVO. Tipos de cacao. [En línea]. Disponible en: <http://cacaonativo.blogspot.com/2016/10/tipos-de-cacao.html>

Adicional a estos tipos de cacaos, en Colombia se está desarrollando otro tipo denominado “clon”, que es una combinación de cacao criollo y cacao trinitario. Dichos clones son multiplicados vegetativamente mediante la técnica de injerto, lo que garantiza características genéticas homogéneas.

**2.2.1 Características del productor de cacao.** El cacao es desarrollado en el territorio bajo un sistema de producción campesina, es decir, el productor vive en la finca, se trabaja en ella y deriva la mayor parte de su sustento de esta.

Según FEDECACAO, el cultivo de cacao se convierte en un cultivo de economía de subsistencia, del cual el agricultor percibe aproximadamente el 75 % de su ingreso. El cultivo del cacao demanda gran cantidad de mano de obra, se estima que de esta actividad viven aproximadamente 35.000 familias. FEDECACAO agremia aproximadamente a 16.000 productores, valor que permite tener un conocimiento aproximado del número de productores en el país.

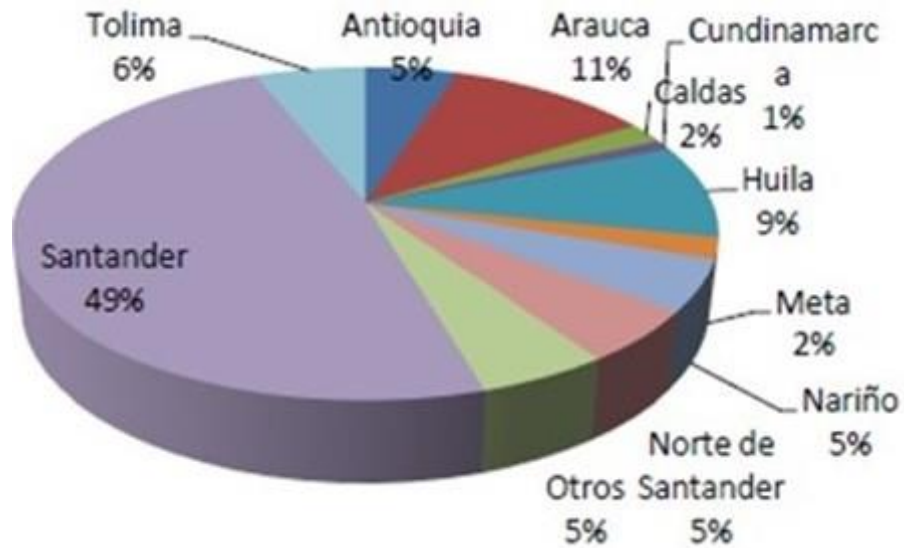
El sistema de producción del grano de cacao se caracteriza por superficies cultivadas bajo condiciones de uso intensivo de mano de obra familiar y poca tecnología. La mano de obra familiar se ha caracterizado por ser el ámbito más significativo dentro de la actividad cacaotera, la cual puede ser suministrada en alto porcentaje por el núcleo familiar. Esto hace que la actividad presente problemas de competitividad en la medida en que las prácticas realizadas por los agricultores no son las más adecuadas para generar mayores rendimientos y buena calidad del grano, omitiendo procesos que son necesarios en la manipulación de productos alimenticios, como lo es en este caso el lavado de la materia prima.

### **2.3 CACAO EN SANTANDER**

Desde hace muchos años, Santander ha sido el primer productor de cacao en el país, especialmente en los municipios de El Carmen y San Vicente de Chucurí, característicos no solo por su cantidad, sino también por su calidad. Este departamento aporta el 49 % de la producción anual de cacao a nivel nacional, se cultiva, como en el resto del país, cacaos criollos, forasteros, trinitarios, híbridos y clones, con una ventaja en cuanto al clima y características propias y específicas del suelo para darle un mejor sabor y aroma.

Estar dentro del rango óptimo de altitud para el cultivo del cacao (400 - 1.200 m, sobre el nivel del mar), contar con suelo franco arcilloso el cual conserva la humedad y es rico en materia orgánica, y tener temperaturas entre los 25°C y 29°C, hace posible que el departamento de Santander logre obtener un cacao de excelente calidad.

**Figura 4. Producción en Colombia por departamentos**



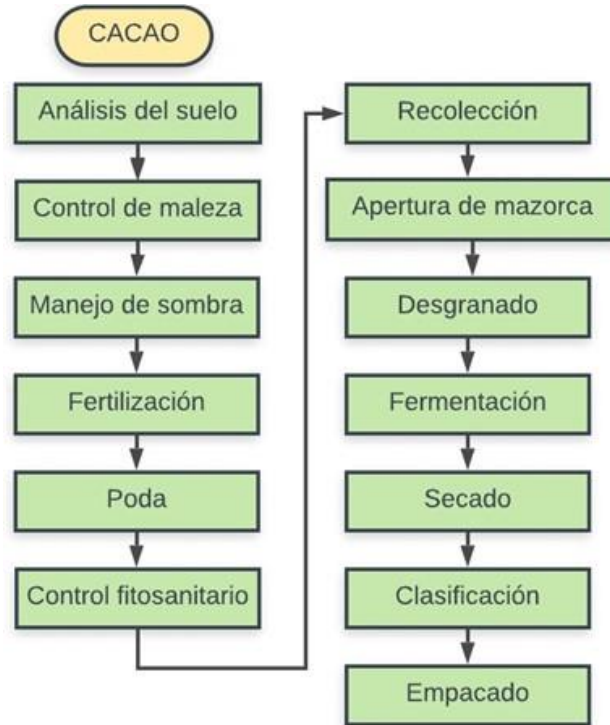
Fuente: SERRANO GÓMEZ, C. Cacao Santander.

Santander no cuenta con fincas de grandes extensiones para el cultivo de cacao, aunque es el departamento con mayor producción no hay fincas de mayor cultivo.

Por otro lado, no hay el suficiente apoyo al campesino y a los intermediarios, ni proyectos que le apuesten de lleno al acondicionamiento y mejora a la producción de cacao.

## 2.4 CULTIVO Y COSECHA

Figura 5. Proceso de obtención del grano de cacao



Fuente: SERRANO GÓMEZ, C. Cacao Santander. Modificado por los Autores

Proceso de obtención del grano de cacao:

- Análisis del suelo
- Control de maleza (esto se hace de 3 a 4 veces al año).
- Manejo de Sombra, se instala o se regula la sombra por medio de sistemas agroforestales con cultivos de caucho, frutales y maderables.
- Plan de fertilización.
- Poda: Para este procedimiento se usan tijeras aéreas o como comúnmente las llaman “desjarretaderas”, serrucho de mano y machete. Este proceso es muy importante, si no se poda correctamente el árbol se puede dañar. Hay 3 tipos de

poda:

- Formación: Desde el semillero hasta los tres años del árbol.
- Sostenimiento: Se hace dos veces al año, después de los tres años del árbol.
- Rehabilitación: Cuando el cultivo es inmanejable, se utiliza para disminuir la altura y continuar con la poda de sostenimiento
- Control Fitosanitario: Para evitar la propagación de enfermedades.
- Recolección de mazorca madura: En árboles trinitarios el color de la mazorca es roja y en árboles tipo forastero es amarillo. En este proceso la mazorca no debe pasar más de 5 días para ser partida y desgranada, se pueden perder los componentes nutricionales. Durante la recolección se debe separar las buenas mazorcas de las malas.
- Partida de la Mazorca: Se acostumbra a hacerlo con machete, es recomendable hacerlos con mazos. Mayormente este proceso se ejecuta en la misma zona de recolección de las mazorcas, sin tener un previo lavado de la mazorca, evadiendo los procesos de higiene en la manipulación de alimentos.
- Desgranado: Se extrae la placenta. Proceso ejecutado en el sitio de recolección de la mazorca.
- Fermentación: Se hace en tambores de madera o cajones tipo escalera, este proceso dura alrededor de 5 a 6 días, dependiendo de la temperatura ambiente (A mayor temperatura, menos días de fermentación).

Se sabe que ya está fermentado cuando disminuye la temperatura dentro del contenedor de fermentación. El tambor de fermentación debe estar limpio y cerrado para que aumente la temperatura fácilmente. Este proceso es el más importante ya que depende de él su aroma, color y textura.

- Secado: El secado se hace al sol en pisos de madera. Cuando hay poca luz, se debe disponer capas delgadas. Mezclar el grano cada dos horas durante 3 a 4 días, para asegurar un grano bien tostado.
- Clasificación con Zaranda: Se hace con una malla metálica clasificadora número 6-

7.

- Empacado: Se hace en sacos de fique.

### Figura 6. Herramientas para la obtención del cacao

Para la cosecha se utilizan podones, tijeras de podar, canastas, sacos y carretillas. Todos estos deben estar limpios y desinfectados.



Fuente: Instructivo de buenas prácticas de cosecha y pos-cosecha.

### Figura 7. Corte de mazorca de cacao, evidenciando la falta de lavado y secado previo



Fuente: PERFECT DALY GRIND. Explicación paso a paso: La Cosecha y El Procedimiento del cacao. Marzo 66,2018. [En línea] Disponible en: <https://perfectdailygrind.com/es/2018/03/06/explicacion-paso-paso-la-cosecha-y-el-procesamiento-del-cacao/>

**Figura 8. Análisis del proceso en contexto**



Fuente: SERRANO GÓMEZ, C. Cacao Santander.

## 2.5 LAVADO

### Aspectos importantes del lavado de alimentos en los procesos industriales.

La limpieza de la materia prima tiene las siguientes finalidades:

1. Eliminación de contaminantes, que constituyen un peligro para la salud, que tengan un aspecto estéticamente desagradable o que pueda alterar su sabor.
2. Control de la carga microbiana, que repercute en la eficacia del proceso y en la calidad del producto final.

Algunos contaminantes que pueden encontrarse en los alimentos que entran a una planta procesadora, son:

1. Minerales: Tierra, arena, piedras, partículas metálicas, aceite
2. Animales: huevos de insectos, larvas, excreciones.
3. Productos químicos: residuos fitosanitarios, fertilizantes.

4. Plantas: Ramas, hojas, tallos, cascaras.
5. Microbios: microorganismos y subproductos.

Una eficiente operación de limpieza es la que separa los contaminantes con la mínima afectación del producto y debe evitar la re-contaminación de este a lo largo su proceso con nuevos agentes contaminantes, de esto surge la importancia de mantener el sitio de trabajo en constante limpieza y mantenimiento, operando bajo los parámetros de la resolución 683 de 2012 del reglamento técnico sobre los requisitos sanitario que deben llevar los materiales destinados a estar en contacto con los alimentos para consumo humano. Además, debe cuidar la superficie del alimento de cualquier lesión, en lo posible usar la menor cantidad de detergentes, desinfectantes o cualquier tipo de químicos que ayuden a la desinfección de este, también utilizando la menor cantidad de agua necesaria para ejecutar el lavado del producto.

**2.5.1 Lavado en húmedo.** Existen varios tipos para efectuar el lavado en húmedo, aunque son dos de estos los más usados en la industria, por inmersión y por aspersión. Las principales ventajas de estos tipos de lavado se reflejan en la eliminación de partículas sucias adheridas firmemente al producto sin maltratar la superficie de este, además permite el empleo de detergentes y desinfectantes siendo más eficiente para la limpieza del alimento.

Como es de esperarse, también se presentan una serie de desventajas, como lo es el empleo de grandes cantidades de agua, que no solo se ve reflejado en el costo monetario del agua sino en la creación de grandes volúmenes efluentes que exigen un tratamiento previo a su eliminación. Además de esto, otra desventaja es la humedad resultante en la superficie del producto, por lo que, en ocasiones (según el alimento que se maneje o el producto final que se requiera) debe ser secado, ya sea para su almacenamiento y posterior distribución o para continuar con la línea de proceso de la planta.

**2.5.1.1 Lavado por inmersión:** Es el método más simple de la limpieza en húmedo; es empleada a menudo como paso previo a otros métodos de lavada, o como una forma adecuada de recibir la materia prima para introducirla a los procesos de la planta, sin ocasionarle lesiones en su superficie por golpes. Para ejecutar este método, son utilizados depósitos plásticos, metálicos, cemento liso u otros materiales que permitan una adecuada limpieza y desinfección. Estos depósitos disponen de rejillas laterales y en el fondo para eliminar suciedad, lodos y piedras. Para obtener óptimos resultados durante el lavado por inmersión, es importante utilizar agua clorada (6 ppm) y cambiar frecuentemente el agua del depósito.

Debido a que es un proceso relativamente estático, se puede mejorar estas condiciones y con esto su eficiencia, utilizando un agitador de hélice para darle movimiento al agua o utilizando tambores giratorios para que desplacen principalmente el producto. También esta agitación puede ser producida por compresores que inyecten el aire dentro del depósito, es comúnmente utilizado para productos delicados como fresas, espárragos, entre otros.

Puede ser incorporado un cepillado dentro del depósito de inmersión, para cuando se trabaja con productos pesados y caen al fondo de este, ayudando muchas veces de agua caliente y detergentes o desinfectantes, aunque esto agua puede acelerar el deterioro del alimento.

**Figura 9. Depósito de inmersión**



Fuente: FIMEPA MAQUINARIA. Depósito limpieza de moldes por inmersión. [En línea]. Disponible en: <http://www.fimepa.net/?seccion=catalogo&tipo=inmersion>

**2.5.1.2 Lavado por aspersion:** Es el método más utilizado en los procesos industriales de manipulación de productos alimenticios como frutas y hortalizas. Consiste en hacer pasar el producto por una serie de aspersores de agua a presión con el fin de retirar eficientemente la suciedad presente en la superficie del alimento, a su vez la suciedad es arrastrada por el agua resultante reduciendo la posibilidad de re-contaminación del producto a través del proceso.

Factores importantes en este proceso:

1. Presión de agua: A mayor presión, mayor será la eficiencia de la remoción de suciedad; sin embargo, hay que tener en cuenta el tipo de alimento que se esté manejando, pues en ocasiones si se emplean presiones muy elevadas de agua, puede lastimar la superficie del alimento ocasionando alteraciones en el producto final esperado.
2. Temperatura del agua: El agua caliente remueve mejor la suciedad, pero no se puede utilizar en cualquier tipo de alimento para evitar alteraciones finales.
3. Otros: Número de aspersores utilizados, dependerá del tamaño de la línea de proceso. Distancia entre aspersores y producto, además del tiempo de estas a la

aspersión, son factores para tener en cuenta en el proceso de lavado por aspersión.

En la industria existen diversos equipos de lavado por aspersión de frutas y hortalizas. Los más comunes son la banda transportadora o por cangilones perforados, a menudo estas bandas cuentan con cepillos rotatorios que además de cepillar la superficie del producto, transporta este por medio de “efecto domino” entre el producto hacia la siguiente fase del proceso. Otro equipo usado es el tambor rotatorio con aspersores internos.

**Figura 10. Lavado por banda con aspersores y cepillos**



Fuente: GELGOOG. Catálogo de productos

**Figura 11. Lavado por aspersión en tambor giratorio**



Fuente: SÁNCHEZ, Lucila. Operaciones preliminares

Cuando el producto presenta gran cantidad de suciedad adherida a la superficie, es común combinar el sistema de lavado con inmersión para ablandar las partículas adheridas y posteriormente un lavado por aspersion, que las retira de la superficie del producto.

## **2.6 SECADO**

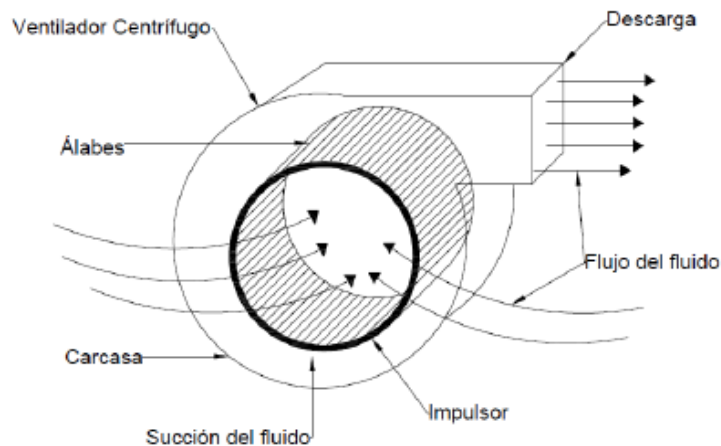
Es la acción que permite la eliminación parcial o absoluta del líquido o humedad que permanecerá después del lavado de la mazorca en ella, como método de conservación para con esto hacer mínima la posibilidad de que se creen microorganismos o peor aún se pudra. Su necesidad se basa en la búsqueda de mantener la calidad de la materia prima y la continuidad de producción al terminar este proceso en un estado óptimo.

**2.6.1 Ventiladores.** Para mover aire a través de un sistema de ventilación general, es necesario un aporte energía externo para vencer las pérdidas de carga del sistema. En la mayoría de los casos este aporte de energía proviene de máquinas denominadas *ventiladores*, aunque, en algunos casos, la ventilación se puede realizar por convección natural sin el uso de estos, según sean los requerimientos de aplicación.

Los ventiladores son las máquinas más usadas para producir el movimiento del aire en la industria. Su funcionamiento se basa en la entrega de energía mecánica al aire a través de un rotor que gira a gran velocidad y que incrementa la energía cinética del fluido, que luego se transformará parcialmente en presión estática.

**2.6.2 Ventiladores centrífugos.** La transformación de energía mecánica a energía cinética y potencial (fuerza centrífuga) se da en el interior de un impulsor rotatorio del ventilador. La magnitud de la fuerza centrífuga depende de la velocidad de los los álabes y de la densidad del fluido. La energía que se aplica al fluido es independiente de su densidad, es decir, la energía que se le aplique y transfiera será la misma para cualquier fluido sin importar su densidad.

**Figura 12. Elementos de un ventilador centrífugo**

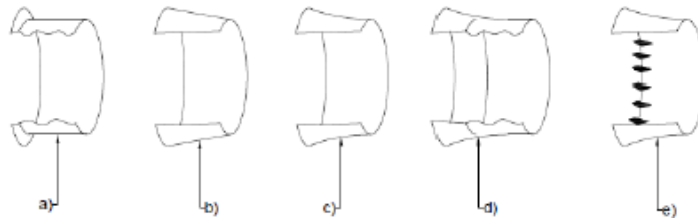


Fuente: BALLESTEROS HERNÁNDEZ, R. Ahorro de energía en un túnel de viento utilizando un variador de frecuencia.

En la figura 12 se observa el ingreso del fluido al ventilador centrífugo a través del cono de succión, el fluido es succionado por el impulsor rotatorio, el cual se mueve por medio de un elemento motriz externo a través de la flecha. En el impulsor se encuentra una corona de álabes, este elemento se encarga de convertir la energía cinética producida por el impulsor en energía potencial (presión) y envía el fluido a través de la carcasa (en forma espiral) hacia la salida (descarga). La descarga se realiza tangencialmente al rotor, es decir, el aire cambia de dirección noventa grados (90°).

Este tipo de ventiladores desarrolla presiones elevadas de hasta 2000 milímetros de columna de agua (mmcda) y el rotor puede llegar a girar entre 200 a 5000 rpm, aproximadamente.

**Figura 13. Formas de conos de succión. a) Cilíndricas. b) Cónicas. c) Abocinada. d) Compuesta. e) Guiada con álabes directores**



Fuente: BALLESTEROS HERNÁNDEZ, R. Ahorro de energía en un túnel de viento utilizando un variador de frecuencia.

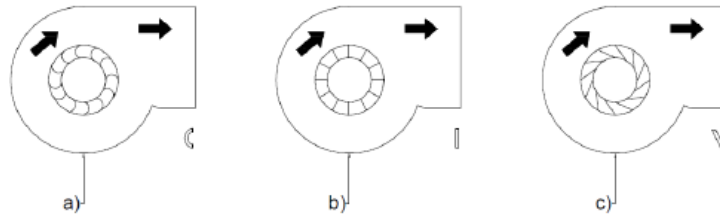
La velocidad absoluta de la salida del aire de los álabes es lo que caracteriza al ventilador centrífugo y como esta velocidad depende de la forma de los álabes se puede considerar como un factor determinante de la máquina las posibles variaciones de estos.

Hay tres tipos más importantes de corona de álabes son:

- Curvados hacia adelante
- Radiales, rectos o curvos
- Curvados hacia atrás.

La selección de la corona es determinada por el tipo de fluido que se vaya a trabajar, pues puede que el fluido presente suciedad, ser muy espesos o con diferentes densidades.

**Figura 14. Tipos de alabes. a) Curvados hacia adelante. b) Radiales. c) Curvados hacia atrás.**



Fuente: BALLESTEROS HERNÁNDEZ, R. Ahorro de energía en un túnel de viento utilizando un variador de frecuencia.

- Ventiladores rodete de álabes hacia adelante

Son ventiladores que disponen de muchos álabes de pequeña dimensión, se caracterizan por ofrecer mayor caudal a menos presión que los de tipo de álabe atrasado, producen poco ruido, lo cual es una característica importante y favorable.

Como el consumo desciende al bajar caudal y subir la presión, esto es comúnmente aprovechado en las regulaciones de caudal por trappilla, cuando estrangulamos el paso de aire porque se requiere menos caudal el consumo del ventilador desciende, con lo que no hay ningún riesgo de quemar el motor.

- Ventiladores centrífugos radiales álabes rectos:

Es el diseño más sencillo y se utiliza básicamente para el transporte de materiales. Es resistente mecánicamente y muy robusto. La carcasa está diseñada de forma que a la entrada y a la salida se alcanzan velocidades de transporte de materiales. La disposición radial de los álabes evita la acumulación de materiales sobre las mismas. Este tipo de ventilador es el comúnmente utilizado en las instalaciones de extracción localizada en las que el aire contaminado con partículas debe circular a través del ventilador. En este tipo 'de ventiladores la velocidad periférica es media y se utilizar en muchos sistemas de extracción localizada que vehicular aire sucio o limpio.

- Ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia atrás:

Tienen un rodete con los álabes inclinados en sentido contrario al de rotación. Este tipo de ventilador es el de mayor velocidad periférica y mayor rendimiento, ya que los álabes acompañan con su curvatura al aire a su paso, evitando choques, remolinos y desprendimientos, con un nivel sonoro relativamente bajo lo que les da ventaja frente a los otros ventiladores en el campo de acondicionamiento y ventilación, con una característica de consumo de energía del tipo "no sobrecargable". En un ventilador "no sobrecargable", el consumo máximo de energía se produce en un punto próximo al de rendimiento óptimo de forma que cualquier cambio a partir de este punto debido a cambios de la resistencia del sistema resultará en un consumo de energía menor.

**2.6.3 Selección de ventiladores.** La selección consiste en elegir el ventilador que satisfaga los principales requisitos de caudal y presión con que debe circular el aire, luego se tienen en cuenta ciertos factores que determinarán la correcta selección, como la velocidad, temperatura de operación, altura de instalación, las rpm del rotor (proporcionadas por un motor externo acoplado al rotor), rendimiento, ruido generado, entre otras. Los fabricantes de ventiladores proporcionan la información necesaria para realizar una correcta selección. Los ventiladores que poseen entre sí medidas proporcionales, o sea que son semejantes, pertenecen a una misma "SERIE".

### **Ecuaciones**

Considerando el montaje del ventilador – motor, la potencia que el ventilador le proporciona al fluido (potencia volumétrica) es el trabajo suministrado a la corriente de aire en unidad de tiempo.

- La potencia volumétrica es el producto del flujo volumétrico (caudal) y la presión total:

$$P = Q * Pt$$

**P:** Potencia útil [W]

**Q:** Caudal [m<sup>3</sup>/s]

**Pt:** Presión total [Pa]

Es importante conocer la potencia desarrollada por el ventilador centrífugo cuando la energía mecánica se convierte en energía cinética o potencial para entender el comportamiento de la energía e identificar los puntos en donde se puede hacer un ahorro energético. También es importante conocer la potencia desarrollada en el motor eléctrico que acciona el rotor del ventilador.

Cuando el motor eléctrico que acciona al ventilador trabaja a su máxima capacidad, el ventilador desarrollará un flujo máximo. Conociendo esto, la magnitud del flujo se puede controlar con la velocidad del motor de accionamiento.

- CAUDAL

Para conocer el flujo que produce un ventilador se emplea la siguiente ecuación:

$$Q = V * A$$

Donde:

**Q:** Caudal [m<sup>3</sup>/s]

**V:** Velocidad del flujo [m/s]

**A:** Área [m<sup>2</sup>]

- PRESIÓN DE VELOCIDAD

La presión generada por el aire al circular por el sistema del ventilador, para calcular la presión de velocidad  $VP$ , se obtiene a través de la velocidad promedio  $V$ , como:

$$VP = \left( \frac{V}{4005} \right)^2$$

Donde:

**VP:** Presión de velocidad [WC]

**V:** Velocidad promedio [ft/s]

**4005:** Valor de fórmula [Para sistema inglés]

La presión de velocidad es la presión que se puede sentir cuando se mantiene las manos en una corriente de aire. Esto representa la energía cinética.

#### ○ PRESIÓN TOTAL

Es definida como la sumatoria de la presión estática  $P_t$  y la presión de velocidad VP:

$$PT = P_t + VP$$

Donde

**TP:** Presión total

**Pt:** Presión estática

**VP:** Presión de velocidad

En esta ecuación, VP es siempre positiva, Pt y TP pueden ser positivas o negativas.

#### ○ VELOCIDAD DE SALIDA

Un ventilador que tiene un área de salida dentro de un sistema, produce una presión estática, y debe vencer la resistencia del sistema.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde

A= Área del orificio, a la salida

○ POTENCIA DE SALIDA DEL VENTILADOR

Es la potencia que se obtiene a la salida del sistema de ventilador, y es la potencia producto del caudal por la presión:

$$ahp = \frac{Q * TP}{6356}$$

Donde

**Q:** Caudal [cfm]

**TP:** Presión total [WC]

**ahp:** Potencia a la salida del ventilador. Llamada también air horse power, [hp]

○ EFICIENCIA MECÁNICA

Si la salida del motor (entrada del ventilador) tiene determinada potencia (potencia al freno bhp; llamado brake horse power), la eficiencia del ventilador en este punto de la operación será la eficiencia mecánica (llamada también eficiencia total).

$$ME = TE = \frac{ahp}{bhp}$$

Donde

**ME:** Eficiencia mecánica

**TE:** Eficiencia total

**bhp:** Potencia de salida del motor o potencia al freno (hp)

○ EFICIENCIA ELÉCTRICA DEL MOTOR

La ecuación de la eficiencia del motor (o eficiencia eléctrica) es:

$$EE = \frac{0,746 * bhp}{P_e}$$

Donde:

**EE:** Eficiencia eléctrica del motor.

**Pe:** Potencia eléctrica del motor [kW]

**bhp:** Potencia de salida del motor o potencia al freno [hp]

#### ○ EFICIENCIA DEL EQUIPO

La eficiencia total es el producto de todas las eficiencias. La fórmula de la eficiencia del equipo (motor y ventilador), es:

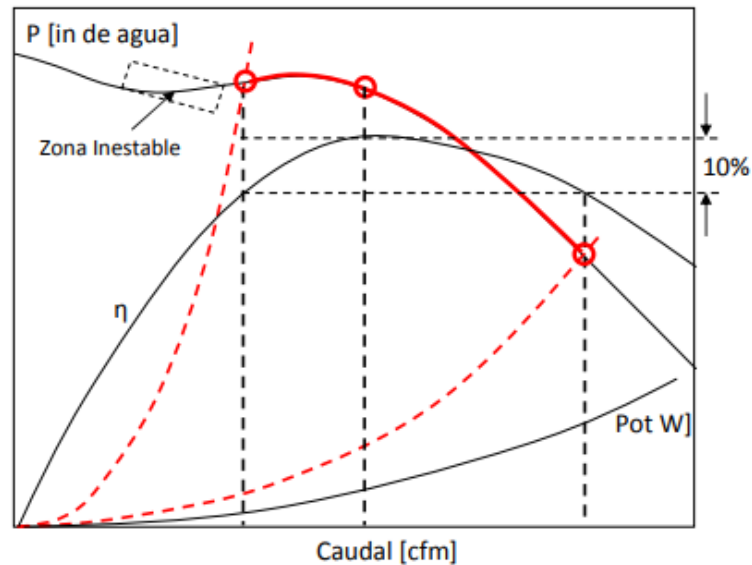
$$efic_{equipo} = ME * EE$$

Donde

Efic\_equipo: Eficiencia del sistema Los ventiladores de alta eficiencia (aerodinámicos), normalmente son más costosos que los de diseño común.

**2.6.4 Curva característica de un ventilador.** Este ensayo se hace con el fin de determinar la capacidad del aparato en transferir potencia al aire que circula, siendo sus características más importantes: el caudal que proporciona y la presión que comunica. Para esto se hace trabajar en condiciones determinadas por el fabricante y su normalización, obteniendo una relación de caudales distintos y sus correspondientes presiones. A demás se anexan curvas relativas a potencia absorbida y rendimiento de cada punto.

**Figura 15. Curva característica de un ventilador con aire en condiciones estándares**



Fuente: Ventiladores. [En línea]. Disponible en:  
file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla0.451/jitorres\_VENTILADORES1.pdf

Si un ventilador tiene alta eficiencia en su punto de diseño no trabajará de manera eficiente si opera en la zona de baja eficiencia de su respectiva curva de desempeño, esto llevó a establecer como un requisito que los ventiladores deben operar dentro de la porción de la curva con menos del 10% de disminución de su eficiencia máxima total.

## 2.7 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad Industrial de Santander ha venido trabajando en un proyecto de una planta piloto de cacao fino en la sede Guatiguará, el cual busca mediante el uso de ciencia y tecnología procesos de transformación de cacao y con esto ver integralmente el fruto. Este proyecto busca definir integralmente todos los procesos

como una biorrefinería para tener un aprovechamiento máximo de esta materia prima y lograr obtener mayor valor y participación en mercados internacionales de manera efectiva.

En la actualidad, la industria cacaotera trabaja de forma tradicional y no se realiza la limpieza del fruto en su primera etapa de producción y en ocasiones este producto no llega con los requerimientos de salubridad e higiene necesarios para continuar con los aprovechamientos de este. Esta práctica (lavado y secado) hace que la calidad del producto final se vea alterada produciendo efectos indeseados en la producción, retardos y afectaciones en el producto final.

En la búsqueda de empalmar la ciencia y la tecnología para lograr que el producto llegue con las condiciones deseadas, se requiere la implementación en la etapa inicial de un sistema mecánico que realice el lavado y secado del fruto para hacer un reaprovechamiento integral de este y así conseguir que se cumpla con el objetivo de la planta de cacao finos.

## **2.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Los estándares actuales de seguridad en el trabajo y de higiene en el proceso de producción de los alimentos hacen necesario que las maquinarias presentes en la manufactura de este campo sean regidas por la resolución 683 de 2012 del reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben llevar los materiales destinados a estar en contacto con los alimentos para consumo humano.

El aporte que este proyecto busca darle a la planta piloto de cacao finos de la sede Guatiguará de la Universidad Industrial de Santander es tecnificar su proceso para aumentar la calidad de sus productos proporcionando un lavado a la mazorca,

reduciendo tiempos de producción, evitando que el operario haga los procesos de lavado, secado y transporte de la mazorca de cacao una a una, mejorar la calidad de trabajo para sus empleados evitando movimientos repetitivos en sus miembros superiores y además que les permita ser competitivos a nivel nacional e internacional teniendo una producción requerida para hacer parte del mercado. Para esto se hará un proceso de diseño y análisis de costos con el objetivo de realizar una selección necesaria para la fabricación del sistema mecánico de lavado, secado y transporte de la primera etapa de producción de la mazorca de cacao.

Para ello se tendrá en cuenta: la restricción de espacio donde se adecuarán los sistemas mecánicos, el tiempo y capacidad de producción.

Uno de los objetivos de la planta piloto es la modernización de los procesos, con aprovechamiento integral del fruto (grano, mucílago, cáscara) para la elaboración de nuevos productos y la eliminación de residuos, en defensa de la economía y el ambiente.

### **3. DISEÑO CONCEPTUAL**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO A IMPLEMENTAR**

Al primer sistema mecánico ingresa la mazorca completa para ser lavada, en este proceso se eliminan partículas y suciedad. Al segundo sistema mecánico ingresa la mazorca mojada y limpia, es allí donde se hace el proceso de secado, el cual es importante para eliminar toda humedad pues de no ser así se verán alteraciones en el producto final, al terminar este proceso se dispone el fruto para ser llevado al sistema mecánico que se encargará de cortar la mazorca y hacer la respectiva separación del fruto. Para llegar a esto se dispone de un canal de transporte que permita tener en una posición adecuada el fruto para el corte.

#### **3.2 FUNCIÓN DE CALIDAD**

En esta tabla se recopila la información obtenida de las especificaciones del cliente y los criterios del especialista para la fabricación del sistema, para llevar a cabo el proyecto.

##### **3.2.1 Requerimientos del consumidor:**

- Productivo
- Capacidad de trabajo
- Dimensiones
- Innovación
- Fácil mantenimiento

- Fácil operación
- Higiénico
- Ecológico
- Comodidad de trabajo
- Estética
- Automatizado
- Durabilidad
- Seguro

Organización de requerimientos del consumidor, según importancia:

- Productivo
- Económico
- Seguro
- Fácil operación
- Automatización
- Higiénico
- Capacidad de trabajo
- Ecológico
- Dimensiones
- Innovación
- Comodidad de trabajo
- Durabilidad
- Fácil mantenimiento
- Estética

### **3.2.2 Requerimientos del diseñador:**

- Capacidad
- Seguridad

- Automatización
- Mantenibilidad
- Dimensiones
- Salubridad
- Sistema de alimentación
- Transmisión de potencia
- Ecológico
- Material de construcción
- Precio

**Tabla 1. Matriz de calidad para el lavado y transporte**

QFD	IMPORTANCIA		CAPACIDAD		SEGURIDAD		AUTOMATIZACIÓN		MANTENIBILIDAD		DIMENSIONES		SALUBRIDAD		SISTEMA DE ALIMENTACIÓN		TRANSMISIÓN DE POTENCIA		ECOLÓGICO		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		PRECIO		
Productivo	14	10	140	3	42	3	42	3	42	0	0	3	42	3	42	10	140	3	42	10	140	1	14		
Económico	13	3	39	3	39	1	13	1	13	10	130	3	39	3	39	3	39	3	39	3	39	3	39	10	130
Seguro	12	3	36	10	120	10	120	3	36	10	120	10	120	10	120	1	12	10	120	10	120	3	36		
Facilidad de operación	11	3	33	3	33	10	110	3	33	10	110	3	33	1	11	3	33	0	0	3	33	10	110		
automatización	10	3	30	3	30	10	100	0	0	3	30	0	0	0	0	3	30	0	0	0	0	10	100		
Higienico	9	3	27	3	27	10	90	3	27	3	27	10	90	3	27	3	27	10	90	10	90	3	27		
Capacidad de trabajo	8	10	80	10	80	3	24	3	24	10	80	3	24	3	24	10	80	3	24	3	24	10	80		
Ecológico	7	1	7	0	0	0	0	3	21	3	21	1	7	10	70	0	0	10	70	1	7	10	70		
Garantía de dimensiones	6	3	18	3	18	3	18	0	0	10	60	3	18	3	18	3	18	1	6	10	60	10	60		
Innovadora	5	1	5	1	5	3	15	3	15	3	15	3	15	0	0	1	5	1	5	1	5	3	15		
Comodidad de trabajo	4	1	4	3	12	10	40	3	12	10	40	10	40	10	40	0	0	3	12	10	40	3	12		
Durabilidad	3	3	9	10	30	3	9	3	9	10	30	3	9	3	9	3	9	1	3	10	30	10	30		
Facil mantenimiento	2	3	6	3	6	3	6	10	20	3	6	10	20	0	0	3	6	0	0	1	2	3	6		
Estética	1	3	3	3	3	10	10	3	3	10	10	10	0	0	3	3	10	10	10	10	10	10	10		
TOTAL			437		445		597		255		679		467		400		402		421		600		700		

Fuente: Autores

**Tabla 2. Criterios para tabla QFD del sistema de lavado y transporte**

CRITERIO	VALOR	%
PRECIO	700	23,004
DIMENSIONES	679	22,314
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	600	19,717
AUTOMATIZACIÓN	597	19,619
SALUBRIDAD	467	15,347
TOTAL	3043	100

**Tabla 3. Calificación para tabla QFD del sistema de lavado y transporte**

CALIFICACION	
ALTA	10
MEDIA	3
BAJA	1
NULA	0

**Tabla 4. Matriz de calidad para el sistema de secado**

QFD	Importancia	CATEGORIAS DE REQUISITOS																					
		CAPACIDAD	SEGURIDAD	AUTOMATIZACION	MANTENIBILIDAD	DIMENSIONES	SALUBRIDAD	SISTEMA DE ALIMENTACION	TRANSMISION DE POTENCIA	ECOLOGICO	MATERIAL DE CONSTRUCCION	PRECIO											
Productivo	14	10	140	0	0	3	42	3	42	10	140	3	42	10	140	10	140	0	0	0	0	1	14
Economico (Costo)	13	10	130	10	130	10	130	1	13	10	130	1	13	3	39	3	39	3	39	10	130	10	130
Seguro	12	0	0	10	120	0	0	1	12	1	12	10	120	1	12	1	12	10	120	10	120	10	120
Facilidad de operación	11	3	33	3	33	10	110	0	0	3	33	0	0	10	110	0	0	0	0	0	0	1	11
Automatizacion	10	1	10	0	0	10	100	0	0	3	30	0	0	1	10	1	10	0	0	0	0	10	100
Higienico	9	0	0	1	9	0	0	1	9	0	0	10	90	0	0	0	0	3	27	3	27	1	9
Capacidad de trabajo	8	10	80	0	0	1	8	10	80	10	80	0	0	10	80	10	80	0	0	0	0	10	80
Ecologico	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	70	0	0	0	0	0	0	10	70	10	70
Garantia en dimensiones	6	1	6	1	6	0	0	0	0	10	60	0	0	1	6	1	6	0	0	10	60	10	60
Innovadora	5	0	0	0	0	10	50	1	5	10	50	10	50	0	3	15	3	15	1	5	0	0	0
Comodidad en el trabajo	4	0	0	1	4	10	40	1	4	10	40	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0
Larga vida de la maquina	3	0	0	0	0	0	0	10	30	0	0	3	9	0	0	1	3	1	3	10	30	1	3
Facil mantenimiento	2	1	2	1	2	0	0	10	20	1	2	10	20	0	0	10	20	1	2	1	2	0	0
Estetica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	1	1	10	10	10	10
TOTAL			401		304		480		215		577		417		397		325		207		458		607

Fuente: Autores

**Tabla 5. Criterios para tabla QFD del sistema de secado**

CRITERIO	VALOR	%
Precio	607	24%
Dimensiones	577	22%
Material de construccion	498	19%
Automatización	480	19%
salubridad	417	16%
TOTAL	2579	100%

**Tabla 6. Calificación para tabla QFD del sistema de secado**

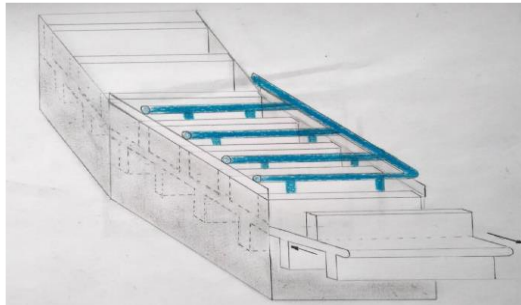
CALIFICACION	
ALTA	10
MEDIA	3
BAJA	1
NULA	0

### **3.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

#### **3.3.1 Lavado y transporte**

##### **3.3.1.1 Alternativa 1**

**Figura 16. Alternativa 1 lavado**



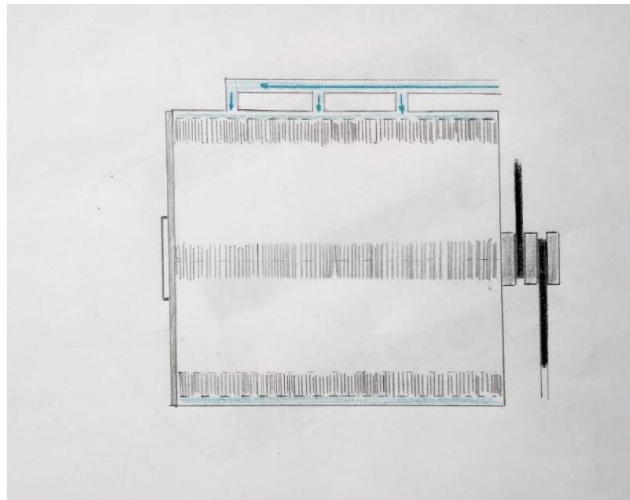
Especificación:

Lavado por corriente de agua por medio de tuberías en donde el transporte o desplazamiento de la mazorca de cacao se llevará a cabo por medio de una banda transportadora con paletas de separación.

Tipo de material: Acero inoxidable y poliuretano

### 3.3.1.2 Alternativa 2

**Figura 17. Alternativa 2 lavado**



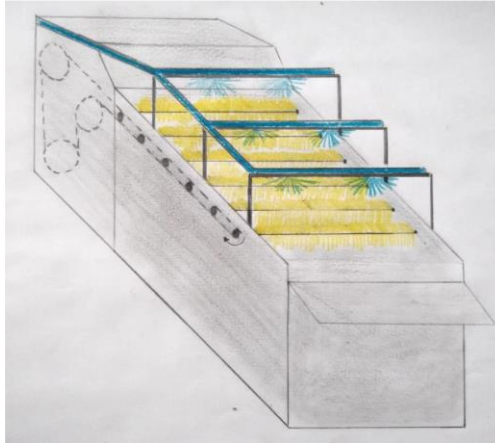
Especificación:

Lavado por centrifugación, inyectando agua por las rendijas del tambor en el cual por medio de cepillos puestos cada cierta distancia ayudará con el lavado y limpieza de la mazorca de cacao.

Tipo de material: Acero inoxidable y cepillos en plástico.

### 3.3.1.3 Alternativa 3

**Figura 18. Alternativa 3 lavado**



Especificación:

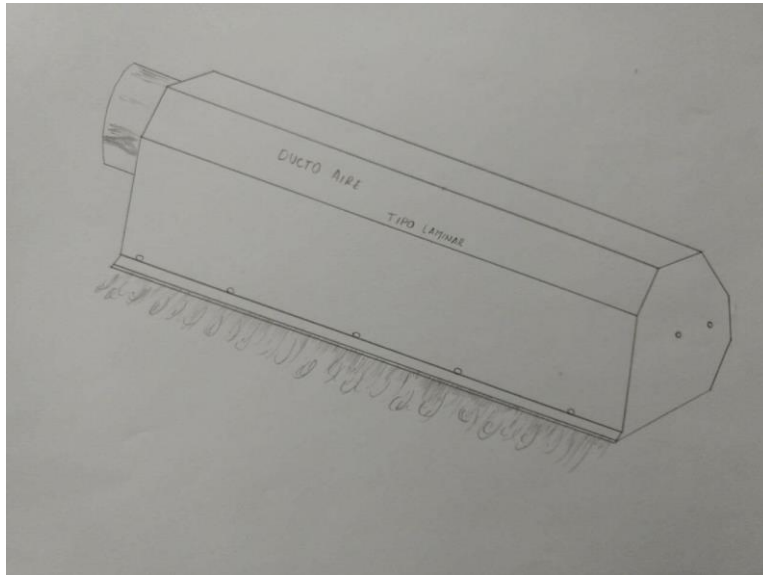
Lavado por corriente de agua por medio de tuberías en donde el transporte o desplazamiento de la mazorca de cacao se llevará a cabo por medio de cepillos rodantes los cuales aplicarán un efecto de limpieza y para el transporte o desplazamiento un efecto dominó golpeando unos a otros para permitir la salida.

Tipo de material: Acero inoxidable y nailon.

### 3.3.2 Secado

#### 3.3.2.1 Alternativa 1

**Figura 19. Alternativa 1 de secado**



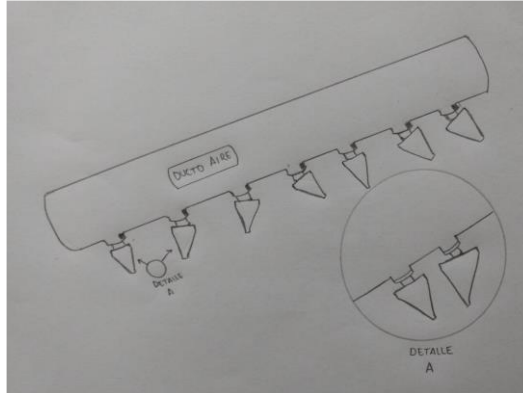
Especificación:

Tipo laminar, altura y dirección de salida del aire siempre fija. Mayor tamaño y su salida de aire no es tan numerosa como en las anteriores.

Tipo de material: acero inoxidable.

### 3.3.2.2 Alternativa 2

**Figura 20. Alternativa 2 de secado**



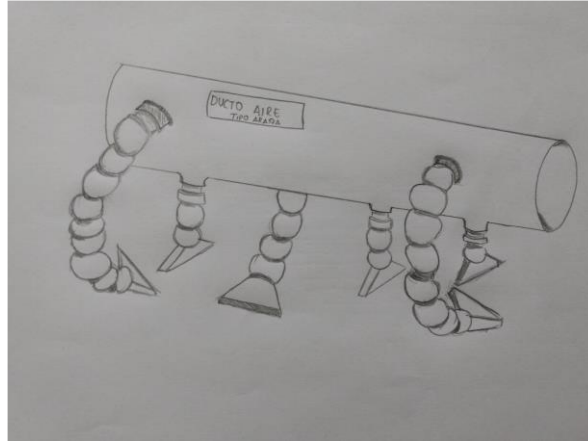
Especificación:

Tipo cónico, aunque la salida del aire puede ser un poco direccionada, no se garantiza que cubra toda el área superficial, pues estaría instalado a una altura fija todo el tiempo, aunque son numerosas salidas de aire, no garantiza su mayor secado de la mazorca.

Tipo de material: acero inoxidable.

### 3.3.2.3 Alternativa 3

**Figura 21. Alternativa 3 de secado**



Especificación:

Secado por inyección de aire comprimido, tipo araña. con esta alternativa se tiene más puntos de contacto entre el aire y la superficie de la mazorca de cacao, esto debido a su diseño flexible y ajustable para llegar a cubrir mayor área superficial y también por su cantidad de salida de aire.

Tipo de material, acero inoxidable y polipropileno.

### 3.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

#### 3.4.1 Lavado y transporte

**Tabla 7. Alternativas de Lavado según los criterios**

CRITERIO	%	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
Precio	25%	3	0,75	3	0,75	10	2,5
Dimensiones	23%	10	2,3	3	0,69	10	2,3
Material de construcción	20%	10	2	10	2	10	2
Automatización	17%	10	1,7	10	1,7	3	0,51
Salubridad	15%	3	0,45	3	0,45	10	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>36</b>	<b>7,2</b>	<b>29</b>	<b>5,59</b>	<b>43</b>	<b>8,81</b>

**Tabla 8. Calificación para las alternativas de lavado**

Calificación	
Alta	10
Media	3
Baja	1
Nula	0

### 3.4.2 Secado

**Tabla 9. Alternativas de secado según los criterios**

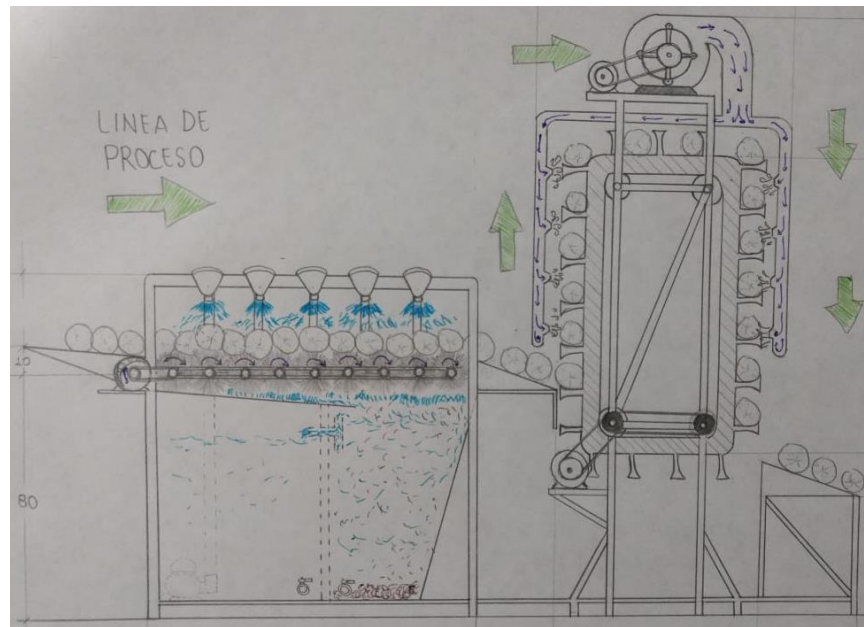
CRITERIO	%	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
Precio	24%	10	2,40	5	1,20	1	0,24
Dimensiones	22%	5	1,12	10	2,24	3	0,67
Material de construcción	19%	3	0,57	5	0,95	5	0,95
Automatización	19%	3	0,57	1	0,19	3	0,57
salubridad	16%	5	0,80	5	0,80	5	0,80
TOTAL	100%	26	5,46	26	5,38	17	3,23

**Tabla 10. Calificación para las alternativas de secado**

Calificación	
Alta	10
Media	3
Baja	1
Nula	0

### 3.5 ALTERNATIVAS DE DISEÑO COMPLETO DEL SISTEMA DE LAVADO Y SECADO

Figura 22. Alternativa 1.

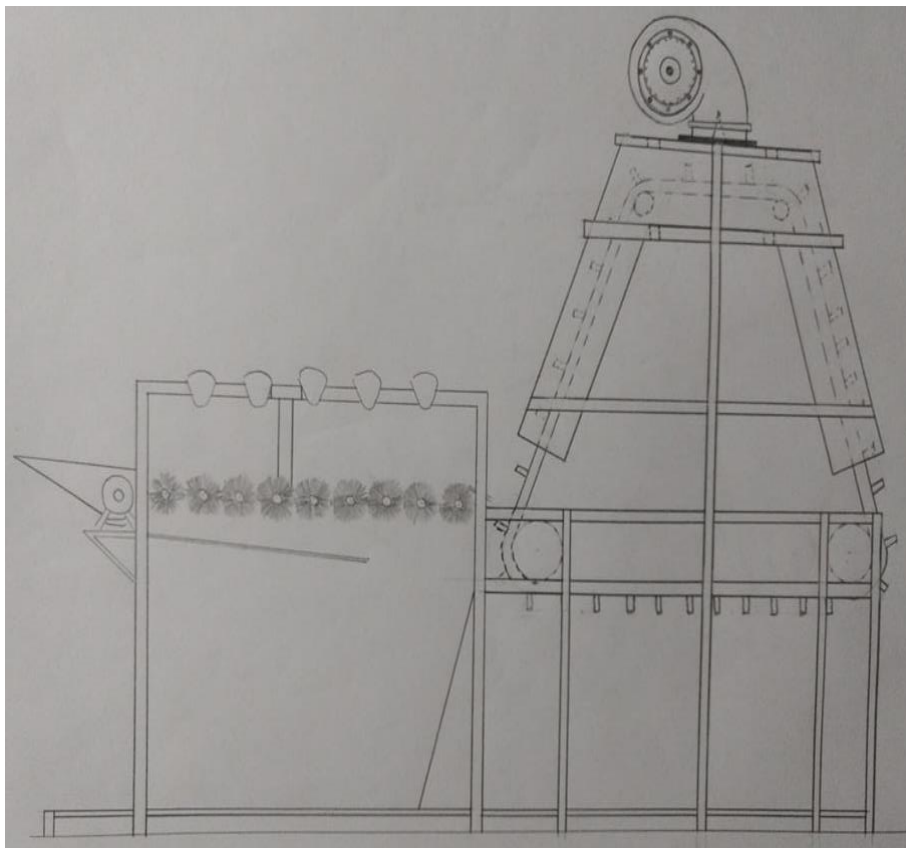


#### Especificación:

Se planteo esta alternativa pensando en una mejor disposición de la mazorca en la parte del secado teniendo en cuenta la limitación del espacio disponible. Inicialmente se pensó en un sistema de lavado por aspersion de agua por medio de tuberías en las cuales fluiría el agua impulsada por una bomba centrifuga. El transporte o desplazamiento de la mazorca de cacao se llevará a cabo por medio de cepillos cilíndricos los cuales aplicarán la limpieza de la mazorca y estas avanzarán por medio de estos cepillos gracias al efecto dominó que se genera golpeando unas a otras para permitir la salida del fruto ayudado por el giro del cepillo y la forma exterior de la mazorca. El sistema de secado consta de una estructura rectangular en donde se albergará la banda para el transporte del fruto apoyados

en un tipo de elevador recto en forma de cangilón doble, que servirá tanto para la subida del fruto por la banda como para el descenso del fruto por la misma. Gracias a la acción de un ventilador centrífugo el desplazamiento del aire irá por tuberías direccionadas a zonas específicas de la banda donde se considera que se presentará una óptima fluidez de aire lo que permitirá el secado necesario del fruto.

**Figura 23. Alternativa 2**



Especificación:

El sistema de lavado es idéntico al planteado en la alternativa 1. Este sistema completo de lavado y secado presenta una variación en su zona de secado. Para esta alternativa, el sistema de secado cuenta con una estructura en forma de

“Trapecio” que pertenecerá al recorrido de la banda que transportará el fruto por medio de unos elevadores rectos y con la instalación de ventiladores centrífugos en su parte más alta, se inyectará aire a través de un ducto con sección transversal especificada la cual permite una mayor fluidez del aire por la banda y hacia las mazorcas en busca de una mayor eficiencia de secado del fruto.

**3.5.1 Selección de alternativa de diseño completo.** Por criterios de diseño y limitaciones de espacio, se pretende buscar una opción de secado más optima, debido a que se considera esta parte del sistema la más crítica, pues al final de este la mazorca debe haber perdido la mayor humedad posible obtenida de la zona de lavado. Basando esta selección en un óptimo sistema de secado y una fácil obtención de los elementos presentes en este, se opta por la ALTERNATIVA 2, pues el planteamiento de secado por ducto de ventilación resulta más optimo, ya que se puede aprovechar más el caudal de aire suministrado por el ventilador centrífugo al estar el fruto dentro de un ducto a comparación de un sitio abierto. Además de lo anterior, se estableció una mayor facilidad de obtención de los elevadores rectos, pues los planteados en la alternativa 1, no son comunes en el mercado y deberían ser mandados a hacer bajo especificaciones propias del diseñador, lo cual aumentaría el costo notablemente para la posible construcción del sistema total.

## 4. CÁLCULOS Y/O SELECCIÓN DE EQUIPOS

### 4.1 SISTEMA DE LAVADO

**4.1.1 Aspersores.** Para el proceso de lavado es importante seleccionar los tipos de aspersores más convenientes para un buen desempeño del sistema y requerimientos de este.

Se define el tipo de aspersor con disposición de chorro en forma de “cono lleno” debido a su mayor cobertura de superficie a lavar, su gran uso en la industria alimenticia y su aspersión constante.

**Figura 24. Aspersión cono lleno**



Fuente: SPRAYING SYSTEMS CO. Catálogo de productos

Se consulta el catálogo de la empresa SPRAYING SYSTEMS CO con proveedores en la ciudad de Bogotá – Colombia, en donde se observa que tienen dos tipos de aspersores de cono lleno:

- Aspersores estándar.

- Aspersores de conexión rápida.

Se selecciona el tipo de aspersor de conexión rápida debido a su fácil mantenimiento llevando a una reducción en tiempos y costos de mantenimiento. Estos aspersores consisten en un cuerpo de boquilla y una punta de aspersión, las puntas se pueden remover para su limpieza y/o reemplazo mientras el cuerpo permanece en la tubería. Para este tipo de aspersor, la compañía ofrece dos líneas de conexión rápida:

- Boquillas Quick FullJet.
- Boquillas Unijet.

Se elige la línea de boquillas Quick FullJet, por su forma práctica de ser retirada del cuerpo de la boquilla, pues no se necesita herramienta, solo con un cuarto de giro de la mano se remueve la punta de aspersión, lo que la diferencia de la línea Unijet, pues para esta boquilla si es necesario utilizar herramienta debido a que esta punta viene enroscada en el cuerpo del aspersor.

Además, dentro de la línea Quick FullJet hay boquillas estándar y boquillas ProMax, donde se observa que, para la aplicación del sistema de lavado de alimentos, la empresa recomienda el tipo de boquilla ProMax Quick FullJet. Acogiendo dicha recomendación queda definida la boquilla de cono lleno tipo ProMax Quick FullJet.

## Figura 25. Aspersor ProMax Quick FullJet.

- Conexiones de entrada macho QPPA



Cuerpo de boquilla QPPA



O-ring externo opcional  
(CP7717-2/17-VI)



Punta de Aspersión

Fuente: SPRAYING SYSTEMS CO. Catálogo de productos

Ya definido el tipo de aspersor, se procede a hacer la selección con todas sus características operacionales.

Para hacer esta selección por medio del catálogo de SPRAYING SYSTEMS CO, hay que tener definidos los siguientes parámetros (ver anexo A)

- Conexión de entrada en pulgadas.
- Tamaño.
- Capacidad.

La conexión de entrada se define a criterio de diseñador de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

El tamaño 5 proporciona un mayor diámetro de orificio de la boquilla (2 mm).

La capacidad en el catálogo está definida para litros por minuto a la presión requerida en bar.

Para obtener la presión requerida, se consulta la presión de agua doméstica, la cual se establece entre 1 y 5 bar (como máxima capacidad). Se toma como referencia dichos datos y se define una presión de boquilla de 4 bar, debido a que estarán operando más de una boquilla al tiempo y van a estar a una altura de trabajo (entre la boquilla del aspersor y la mazorca de cacao) cercana. Para la presión de 4 bar la boquilla tendrá un caudal de 4.6 litros por minuto.

Con los datos de desempeño especificados se procede a completar la información para hacer el pedido, según plantilla proporcionada por la empresa SPRAYING SYSTEMS CO.

**Figura 26. Plantilla de pedido boquilla ProMax Quick FullJet.**

BOQUILLA COMPLETA PROMAX QUICK FULLJET SIN O-RING EXTERNO			
CUERPO DE BOQUILLA		PUNTA DE ASPERSIÓN	
<b>1/4 QPPA + QPHA - 3</b>			
Conexión Entrada	Cuerpo de Boquilla	Tipo de Punta	Tamaño

Fuente: SPRAYING SYSTEMS CO. Catálogo de productos

Siguiendo esta plantilla, la boquilla requerida es:

1/4 QPPA + QPHA- 5

Se contacta a la empresa SPRAYING SYSTEMS CO para realizar la cotización formal de los aspersores, la que responde que para facilitar y agilizar el proceso enviarán la lista de precios de los aspersores por medio de e-mail (ver anexo B), para cuando sea confirmado la solicitud, proceder al despacho de los productos junto con la factura legal.

**4.1.2 Tubería.** La tubería a utilizar será en PVC, se seleccionan dos diámetros de tubería; uno de 1.5 pulgadas que irá acoplada a la succión y descarga de la bomba, y una de 1 pulgada que será el suministro para las líneas de los aspersores previamente acoplada a la tubería de 1.5 pulgadas.

Los accesorios como tees, codos, y demás se usarán como acoples a las tuberías para un correcto suministro de caudal a la línea de los aspersores y a los aspersores como tal.

Para las tuberías y accesorios se acudió al catálogo de la empresa PAVCO (ver anexo C) en donde se selecciona el tipo de tubería RDE 21 PVC con una presión máxima de trabajo de 200 PSI (13.8 Bar), lo cual es conveniente para el sistema de instalación hidráulica para el sistema de lavado.

Se contacta a las empresas LA CASA DEL CONSTRUCTOR y ALFARO FERRETERIA, ubicadas en la ciudad de Bucaramanga y se genera una cotización de los elementos requeridos que tengan disponibilidad en el momento. (ver anexo D)

**4.1.3 Bomba.** El sistema de recirculación de agua es de gran importancia en este proyecto, pues con esto se estaría garantizando el reaprovechamiento correcto de los recursos naturales como en este caso lo es el agua, además de darle un sentido ecológico al mismo.

En este sistema se seleccionará una bomba centrífuga que tenga las capacidades de operación mínimas para cumplir la demanda de caudal y presión que necesitan los aspersores anteriormente seleccionados.

Teniendo definido el caudal para cada aspersor, se calcula el caudal total necesario que debe suministrar la bomba al sistema y con esto se dimensionará el tanque de suministro a la misma, de la siguiente manera:

$$Q_{\text{Bomba}} = \sum Q_{\text{Aspersores}}$$

$$Q_{\text{Aspersores}} = 4.6 \left[ \frac{\text{L}}{\text{min}} \right]$$

$$Q_{\text{Bomba}} = 6 * 4.6 \left[ \frac{\text{L}}{\text{min}} \right]$$

$$Q_{\text{Bomba}} = \mathbf{27.6 \left[ \frac{\text{L}}{\text{min}} \right]}$$

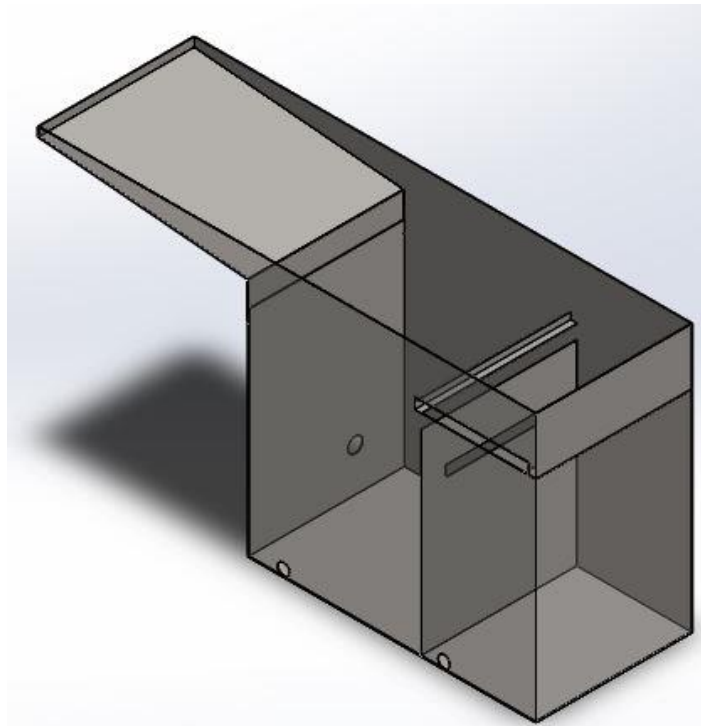
El caudal necesario de la bomba será de 27.6 LPM para cumplir con el caudal requerido por los aspersores. Para garantizar este caudal a la bomba se deberá disponer de un tanque con una capacidad mínima de 28 litros aproximadamente, pero teniendo en cuenta que el sistema trabajará continuamente se tomará una medida preventiva en cuanto a la capacidad del tanque, pues en el trayecto de operación, el agua recirculará y en este proceso habrá pérdidas por la impregnación de esta al fruto y a los cepillos, y también por eventuales salpicaduras por fuera del sistema debido a la presión de salida del agua de los aspersores. Conociendo lo anterior, se propone un volumen del tanque mayor en 3 proporciones al agua requerida por la bomba.

$$\text{Vol}_{\text{Tanque}} = 3 * 30 \text{ [L]}$$

$$\mathbf{\text{Vol}_{\text{Tanque}} = 90 \text{ [L]}}$$

El tanque estará debajo de la zona de lavado para facilitar la recolección del agua, ocupara el ancho total de esta zona y el largo junto con la altura serán a criterio de diseñador para cumplir con los 90 litros de volumen y respetando las medidas del sistema de lavado. El material del tanque será acero inoxidable SAE 304 calibre 14.

**Figura 27. Tanque de recirculación y suministro**



Para el cálculo de la energía de la bomba se hará uso de la ecuación de Bernoulli modificada.

**Ecuaciones perdidas del sistema:**

$$H_{\text{Bomba}} = \text{Altura}_{\text{Geo}} + H_f + \frac{P}{\rho * g} + \frac{V_1^2}{2 * g}$$

$$H_f = H_{1''} + H_{\text{Acces}1''} + H_{1.5''} + H_{\text{Acces}1.5''}$$

### Análisis Tramo tubería de 1”:

$$Q_{\text{Bomba}} = V_1 * A_1$$

$$Re_1 = V_1 * \frac{D_1}{\nu}$$

$$H_1 = F_1 + L_1 + \frac{V_1^2}{2 * g * D_1}$$

$$H_{\text{Acces1"}} = K_1 * \frac{V_1^2}{2 * g}$$

$$K_1 = 3K_{\text{Tee}} + 6K_{\text{Codo}} + 6K_{\text{Tee-Reduccion}} + 6K_{\text{Aspersores}}$$

### Análisis tramo de 1.5”:

$$Q_{\text{Bomba}} = V_{1.5} * A_{1.5}$$

$$Re_{1.5} = V_{1.5} * \frac{D_{1.5}}{\nu}$$

$$H_{1.5} = F_{1.5} + L_{1.5} + \frac{V_{1.5}^2}{2 * g * D_{1.5}}$$

$$H_{\text{Acces1.5"}} = K_{1.5} * \frac{V_{1.5}^2}{2 * g}$$

$$K_{1.5} = K_{\text{Valvula bola}} + K_{\text{Entrada tanque}} + K_{\text{Reduccion}}$$

### Datos:

$Q_{\text{Bomba}} = 0,00046$	" Caudal requerido en m <sup>3</sup> / s "
$A_1 = 0,0005391$	" Área sección 1 in en m <sup>2</sup> "
$A_{1.5} = 0,001295$	" Área sección 1.5 in en m <sup>2</sup> "
$D_1 = 0,0262$	" Diámetro sección 1 in en m "
$D_{1.5} = 0,0406$	" Diámetro sección 1.5 in en m "
$F_1 = 0,02435$	" Factor de fricción sección 1 in "

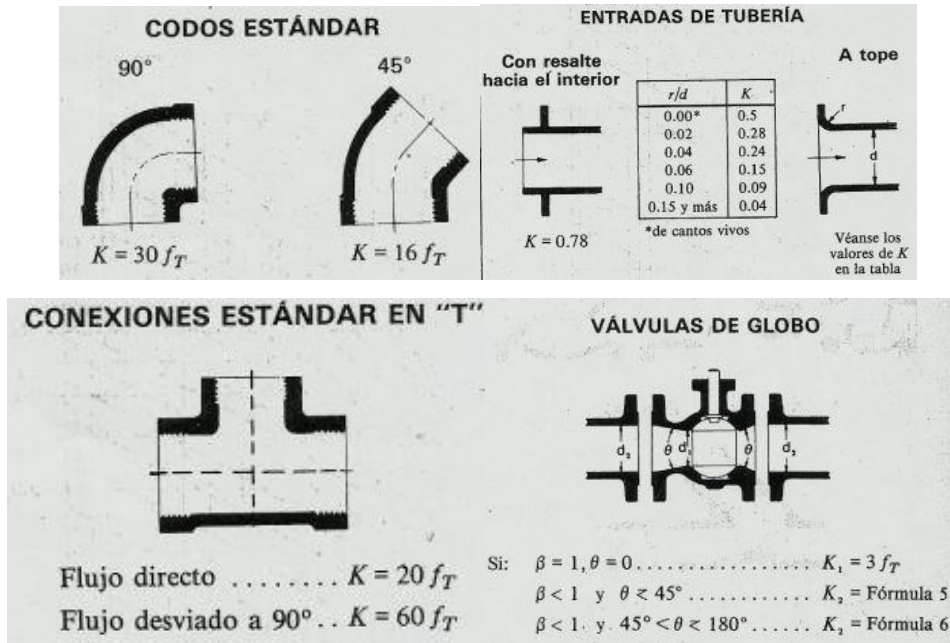
$F_{1.5} = 0,02707$	" Factor de fricción sección 1.5 in "
$L_1 = 2,5$	" Longitud tubería 1 in en m "
$L_{1.5} = 1,5$	" Longitud tubería 1.5 in en m "
$Altura_{Geo} = 0,376$	" Altura geométrica "
$P = 400000$	" Presión de aspersores en Pa"
$\rho = 997,1$	" Densidad agua en Kg / m <sup>3</sup> "
$g = 9,81$	" Gravedad en m / s <sup>2</sup> "
$K_{Tee} = 1,38$	" Coeficiente perdidas Tee 1 in "
$K_{Codo} = 0,69$	" Coeficiente perdidas codo 1 in "
$K_{Tee-Reduccion} = 0,38$	" Coeficiente perdidas Tee reducción 1 in a 1/4 in "
$K_{Aspersores} = 0,38$	" Coeficiente perdidas "
$K_{Valvula\ bola} = 0,06$	" Coeficiente perdidas "
$K_{Reduccion} = 0,31$	" Coeficiente perdidas cambio tubería 1.5 in a 1 in "
$K_{Entrada\ tanque} = 0,78$	" Coeficiente perdidas tanque - tubería 1.5 in "
$\nu = 2,93E-07$	" Viscosidad cinemática en m <sup>2</sup> /s "

**Tabla 11. Factor de fricción "Ft" accesorios según diámetro nominal.**

Diámetro Nominal	mm	15	20	25	32	40	50	65, 80	100	125	150	200, 250	300-400	450-600
	pulg	½	¾	1	1¼	1½	2	2½, 3	4	5	6	8, 10	12-16	18-24
Factor de fricción ( $f_f$ )		.027	.025	.023	.022	.021	.019	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012

Fuente: SÁNCHEZ ROMÁN, R. Crane, flujo de fluidos en válvulas, accesorios y Tuberías/Crane 1987

**Figura 28. Coeficientes de pérdidas “K” de accesorios de tubería.**



Fuente: SÁNCHEZ ROMÁN, R. Crane, flujo de fluidos en válvulas, accesorios y Tuberías/Crane 1987

Se utiliza el software EES para solucionar el sistema de ecuaciones anteriormente planteado, se obtienen los siguientes resultados:

**Figura 29. Resultados EES bomba**

$A_1 = 0,0005391$	$A_{1,5} = 0,001295$	$D_1 = 0,0262$	$D_{1,5} = 0,0406$
$F_1 = 0,02435$	$F_{1,5} = 0,02707$	$G = 9,81$	$H_1 = 0,08622$
$H_{1,5} = 0,2647$	$H_{\text{acces},1} = 0,4765$	$H_{\text{acces},1,5} = 0,007396$	$H_{\text{bomba}} = 42,14$
$H_f = 0,8348$	$H_{\text{geo}} = 0,376$	$K_1 = 12,84$	$K_{1,5} = 1,15$
$K_{\text{Aspersores}} = 0,38$	$K_{\text{Codo}} = 0,69$	$K_{\text{Entrada,tanque}} = 0,78$	$K_{\text{Reduccion}} = 0,31$
$K_{\text{Tee}} = 1,38$	$K_{\text{Tee,reduccion}} = 0,38$	$K_{\text{Valvula,bola}} = 0,06$	$L_1 = 2,5$
$L_{1,5} = 1,5$	$P = 400000$	$Q = 0,00046$	$Re_1 = 76300$
$Re_{1,5} = 49221$	$\rho = 997,1$	$v = 2,930E-07$	$V_1 = 0,8533$
$V_{1,5} = 0,3552$			

Fuente: Autores

Teniendo el sistema de ecuaciones resuelto, se puede observar que para la instalación hidráulica planteada se requiere una bomba que pueda suplir la demanda de 30 LPM (litros por minuto) y 42.14 MCA (metros de columna de agua), con estos datos se garantiza el caudal requerido por cada aspersor y con ello su correcto funcionamiento.

Se consulta el catálogo de productos de la empresa IHM S.A.S ubicada una de sus sucursales en la ciudad de Bucaramanga, en donde se pueden apreciar los diferentes precios de los productos. Por lo tanto, no se realiza una cotización formal.

Se selecciona la bomba 1.1 / 2A – 2MW con referencia 63897B00A2 (ver anexo E).

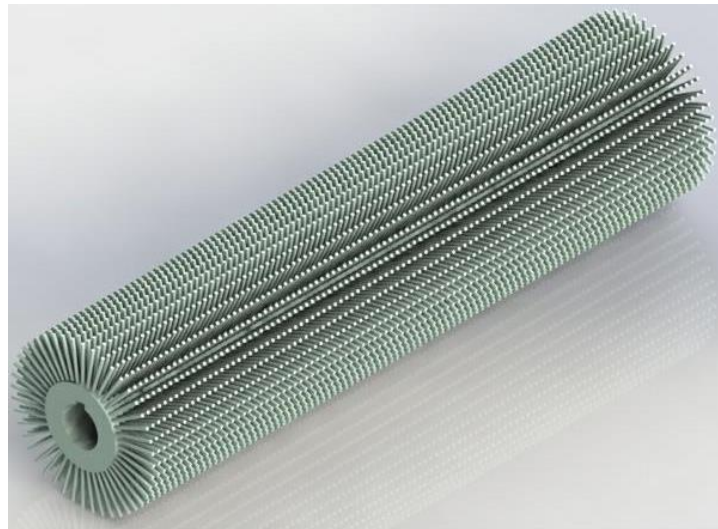
**4.1.4 Cepillos.** Los cepillos proporcionan el fregado a la mazorca de cacao para retirar partículas sucias presentes en el fruto debido a que su recolección es en terrenos húmedos y selváticos, en donde es casi imposible evitar el contacto con tierra y demás partículas que puedan causar efectos indeseados en la producción final.

Se dispondrá de un total de 12 de cepillos a lo largo del sistema de lavado, estos cepillos tendrán forma cilíndrica y girarán en el mismo sentido, lo que proporcionará la remoción de suciedad y a su vez las mazorcas serán transportados a través de estos por un movimiento llamado “efecto domino”, el cual consiste en que a medida del ingreso de mazorcas a la zona de lavado, avancen por medio de pequeños choques entre ellas mismas, permitiendo el paso constante de productos a lo largo del sistema.

Las fibras de los cepillos serán de nylon flexible que garantice el correcto fregado, pero a su vez soportarán la carga de las mazorcas mientras son cepilladas, la base o cuerpo del cepillo será de material EMPACK (Polietileno de alta densidad) por su

facilidad de trabajo en ambientes húmedos, evitando así problemas de corrosión y con esto una posible contaminación del producto.

**Figura 30. Cepillo cilíndrico con fibras de nylon.**



Para garantizar el desprendimiento de partículas en el fruto, cada fibra del cepillo debe estar perpendicular al cuerpo de este y mientras va girando se van posicionando en diferentes grados a medida que retiran la suciedad. A si mismo las fibras no deben ser contaminantes.

La altura de las fibras será de 2.5cm, con un leve desgaste en las puntas para darle suavidad y evitar el maltrato a la superficie de la mazorca. Esta altura fue tomada a criterio de diseñador teniendo como referencia las dimensiones y tipo de fruta a trabajar.

Las medidas del cepillo serán: 40 cm de longitud, diámetro interno 2.54cm, espesor de la base del cepillo de 1.3 cm y altura de fibras de 2.5cm.

El material de las fibras serán de nylon calibre 50, el cual es usado actualmente en la industria para el lavado de yuca y ñame, siendo estas similares en los pesos del cacao. La base será de material EMPACK (Polietileno de alta densidad).

Se observó el catálogo de productos y se contactó a la empresa CEPILLOS INDUSTRIALES S.A.S ubicada en Bogotá y se realizó una cotización formal de los cepillos necesarios para el sistema de lavado (ver anexo F)

#### **4.1.5 Motor**

##### **Sistema de potencia zona de lavado**

##### **Cálculo de potencia del motor para el sistema de cepillos.**

El sistema de lavado está compuesto por 12 cepillos, el motor le dará movimiento directo al primer cepillo, el cual por medio de una transmisión por cadena les transmitirá el movimiento a los demás cepillos.

Se realizará el cálculo de potencia para un cepillo, con la siguiente ecuación.

$$\text{Pot} = \frac{T * n}{5250} \quad [\text{HP}]$$

Donde:

T = Torque [lb \* ft]

n= Revoluciones por minuto [RPM]

$$T = Fr * r \quad [\text{Lb} - \text{Ft}]$$

Donde:

Fr = Fuerza de fricción [Lb]

r = Radio del cepillo [Ft]

El valor de la fuerza de fricción se determina experimentalmente, por medio de un dinamómetro y un cepillo convencional (casero) el cual fregará manualmente a una mazorca de cacao. Se realiza con el fin de determinar la rapidez y la calidad de fregado para poder evaluar la capacidad de lavado y fregado que tiene cada cepillo.

Se toma como referencia la fuerza arrojada en cada pasada del cepillo con el cacao. Para tener un mejor resultado se realizarán 5 pasadas y se promedia la fuerza arrojada por el dinamómetro.

**Tabla 12. Medición experimental fuerza de fricción.**

Pasadas	Fuerza de Fricción [Kg]
1	19,2
2	18,9
3	19,5
4	18,3
5	18,9
<b>Promedio</b>	<b>18,96</b>

Se calcula el torque con los siguientes datos:

$$Fr = 18.96 \text{ Kg} = \mathbf{41.712 \text{ Lb}}$$

$$r = 5 \text{ cm} = \mathbf{0.164042 \text{ Ft}}$$

$$T = 47.712 * 0.164042 \quad [\text{Lb} - \text{Ft}]$$

$$\mathbf{T = 7.83 \quad [\text{Lb} - \text{Ft}]}$$

Cálculo de la relación de reducción de RPM:

Se toma el valor de las rpm a las que debe girar al cepillo, basando este valor en fichas técnicas de máquinas de lavado de naranjas por cepillo existentes en la industria, ya que la superficie de la naranja se asemeja a la del cacao, presentando en algunas ocasiones una rugosidad en la zona superficial similar a la del cacao.

Teniendo en cuenta un motor de 4 polos a 60 Hz de frecuencia y 1800 RPM, se calcula la relación de entrega de rpm a los cepillos:

RPM cepillo = 40

RPM motor = 1800

$$i = \frac{1800 \text{ rpm}}{40 \text{ rpm}}$$

$$i = 45$$

El sistema de cepillos se mueve mediante un motorreductor que gira a 40 rpm a la salida, luego se calcula la potencia requerida del motor:

$$\text{Pot} = \frac{T * n}{5250} \quad [\text{HP}]$$

$$\text{Pot} = \frac{7.83 * 40}{5250} \quad [\text{HP}]$$

$$\text{Pot} = 0.06 \quad [\text{HP}]$$

La potencia calculada anteriormente es la necesaria para cepillar una mazorca de cacao, pero en el caso crítico, debido a la longitud total del cepillo (40 cm), podrían llegar a albergarse 3 mazorcas a lo largo del mismo. Con este caso crítico se recalcula la potencia requerida para cepillar 3 mazorcas al mismo tiempo:

$$\text{Pot} = 0.06 * 3 \text{ mazorcas} \quad [\text{HP}]$$

$$\text{Pot} = 0.18 \quad [\text{HP}]$$

Se selecciona un motorreductor marca SEW de 0.25 Hp a 40 rpm de Salida (ver anexo G)

Se contacta a la empresa SEW EURODRIVE con punto de distribución en la ciudad de Bucaramanga y se realiza la solicitud de precio el cual será adaptado al catálogo del motor (ver anexo G).

**4.1.6 Transmisión.** Debido a que se va a utilizar un motorreductor, se manejará una relación de velocidades 1:1 de entrega del motor al sistema de transmisión de los cepillos. Se contacta con la empresa CADENAS Y BANDAS S.A.S, ubicada en Bucaramanga, la cual recomiendan los piñones 40B16 Intermec, con especificaciones; paso de 40 y 16 dientes y material de acero 1045, además se menciona que estos piñones se pueden mecanizar hasta 1.5 pulg de diámetro interno. También recomiendan la respectiva cadena y uniones de paso 40 para dichos piñones.

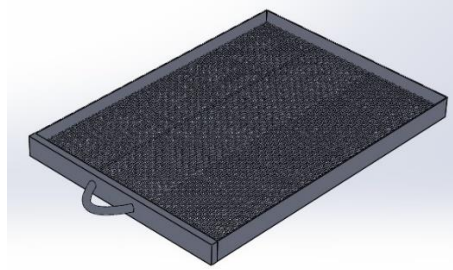
Se realiza la cotización formal (ver anexo H)

**4.1.7 Filtros.** Como se desea recircular el agua en el sistema, se hace necesaria la implementación de un proceso de filtrado que permita que el agua que regresa a la bomba esté limpia.

#### **Malla de filtrado**

Para recircular el agua se hace necesario que esta llegue a la bomba lo más limpia o sin impurezas posible, para esto se implementará una malla capaz de detener el paso de hojas u objetos que se puedan atascar en el filtro, y que además se pueda remover de manera periódica para ser limpiada, para esto se usará una bandeja de malla.

**Figura 31. Malla de filtración partículas de mayor tamaño**



Además de esta primera malla, se dispondrá de otra que no permita el paso a partículas más pequeñas y con esta poder garantizar que el agua que se va a recircular entre limpia a la bomba, para esto se seleccionó una malla recomendada por la empresa Finox (ver anexo O).

**Figura 32. Malla de filtración partículas de menor tamaño**



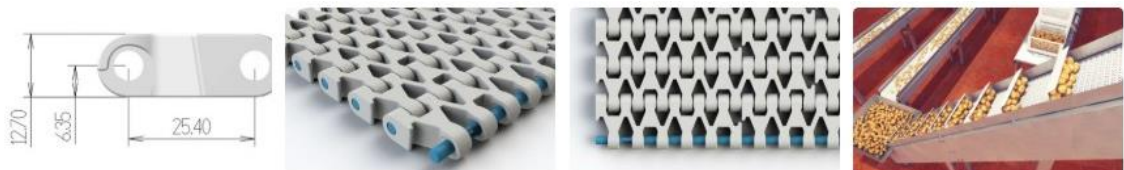
## **4.2 SISTEMA DE SECADO**

**4.2.1 Banda transportadora de secado.** Para la selección del tipo de banda del sistema de secado, se debe tener en cuenta algunos parámetros, como la carga a transportar, la funcionalidad en cuanto a los requerimientos de la zona de secado (retirar humedad) y sus dimensiones para cumplir con la demanda de producto a procesar por hora.

Siguiendo estos parámetros se define el tipo de banda como banda modular, la cual proporciona transporte de carga y además presenta unos módulos (agujeros) a través de su longitud lo que facilita la evacuación de humedad del fruto y evitando que dicha humedad se impregne a la banda entorpeciendo la finalidad del secado, pues esto ocasionaría que a medida que avanza el fruto se humedezca por la presencia de agua en la banda.

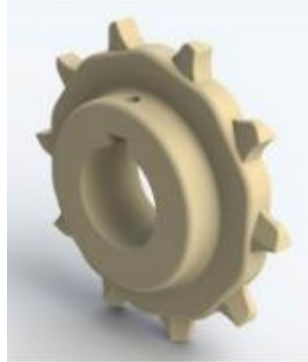
Se consulta el catálogo de productos de la empresa PLADESAN (ver anexo I) ubicada en Bucaramanga – Santander, encargada de la comercialización de bandas de transporte para la industria. Se elige el tipo de banda modular polimérica serie 030A48 pues cuenta con un gran porcentaje de área descubierta (48%) lo cual facilita el drenaje del agua evitando la impregnación del agua en la misma. Adicional a esto, la empresa PLADESAN proporciona los piñones de transmisión de la banda, sugiriendo el piñón serie Z10 usado para cargas medianas, el cual es conveniente para el sistema de secado.

**Figura 33. Banda modular 030A48.**



Fuente: PLADESAN. Catálogo de productos

**Figura 34. Piñón Z10.**



Fuente: PLADESAN. Catálogo de productos

Respecto a la medida de ancho de la banda, se tomará de 42cm pues con esta medida se garantiza que se alojen máximo 2 mazorcas de cacao y por restricción de espacio en donde irá instalado el sistema. La longitud (largo) se calcula con los parámetros de capacidad de trabajo (kg/h) y con el tiempo de secado por mazorca. La disposición de la banda será en forma de trapecio (trayecto ascendente inclinado, tramo horizontal y trayecto descendente inclinado), debido al poco espacio con el que se cuenta y por requerimiento de tiempo de secado. Para transportar las unidades, se utilizarán elevadores que se definirán más adelante.

Se define el tiempo de secado de forma experimental cacera. En este experimento se utiliza un ventilador axial y una naranja mojada. Consiste en averiguar el tiempo que le lleva al ventilador en secar una cara del fruto, se toma como referencia el caco criollo y un ventilador axial de hogar por facilidad de adquisición en medio de la pandemia vivida por el mundo COVID19.

El ventilador axial utilizado tiene una velocidad lineal de 7.2 m/s y un radio de aspas de 15cm, con estos datos se calcula el caudal del ventilador, de la siguiente manera:

$$Q_{\text{ventilador}} = V * A$$

$$Q_{\text{ventilador}} = 7.2 * \pi (0.15)^2 \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$Q_{\text{ventilador}} = 0.508 \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

Con este caudal el tiempo de secado para la mazorca es de 3 minutos con 40 segundos, tomando como referencia este tiempo, se decide por criterio de diseñador un tiempo de secado en el sistema de 3 min, teniendo en cuenta que el caudal del ventilador centrifugo a utilizar debe ser mayor al del experimento y con esto poder garantizar que la mazorca al final del proceso esté completamente seca en toda su superficie.

### Calculo banda

Datos:

Capacidad de trabajo 250 kg/h.

Peso por unidad alojada en cada elevador (2 mazorcas) 1.2 kg.

Distancia entre elevador 0.15m.

Tiempo de secado 3 minutos.

$$\# \text{ unidades} = \frac{250 \text{ kg}}{1.2 \text{ kg}}$$

$$\# \text{ unidades} = 208.3 = 209 \text{ aprox}$$

Capacidad de unidades por hora = 209 unidades

Capacidad de mazorcas por hora = 418 mazorcas

Cálculo de banda para el # de unidades:

$$\text{Long banda} = 209 \text{ unidades} * 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Long banda} = 31.35 \text{ m}$$

Esta longitud de banda hace referencia a que se necesitaría una banda de 31.35m para alojar las 209 unidades, lo que a su vez quiere decir que la banda iría a 31.35m/h para procesar los 250 kg/h. Pasando esta velocidad lineal a m/min, se tiene que la velocidad lineal es igual a 0.5225 m/min, ahora como el tiempo de secado que es igual a 3 min se halla la longitud real para procesar cada unidad en 3 min:

$$\text{Long banda} = V * t$$

$$\text{Long banda} = 0.5225 \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] * 3 \text{ min}$$

$$\text{Long banda} = 1.5675 \text{ m}$$

Por criterio de diseño se toma una banda de longitud igual a **1.65m**, ya que la disposición entre unidades de producto es de 0.15m, así, con esta longitud de banda quedarán alojadas 11 unidades de producto a lo largo de la banda.

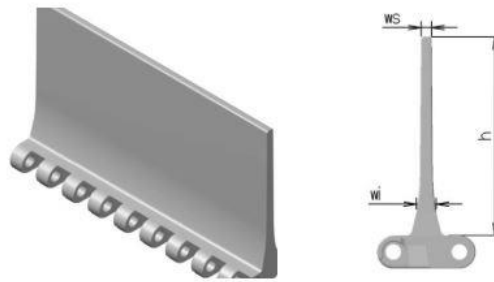
Como al principio se definió que una unidad de producto es igual a 2 mazorcas, entonces en total habrá 22 mazorcas a lo largo de la banda.

$$\text{Long banda} = 1.65 \text{ m}$$

**4.2.2 Elevadores.** Los elevadores servirán como medio de transporte a lo largo de la banda de secado, debido a que esta banda se divide en tres tramos; uno inclinado ascendente, otro tramo horizontal y finalmente uno inclinada descendente. La altura necesaria del elevador es de 12cm pues con esta medida se garantiza que la mazorca no se caiga, ya que la medida crítica del diámetro de la mazorca es de 10 cm. Adicional a esto, la banda irá bordeada en su trayecto por unos laterales en acero inoxidable de la misma altura de los elevadores para ayudar a evitar la caída del producto.

La empresa PLADESAN ofrece el tipo de elevador que se necesita para este sistema, se consulta el catálogo de productos (ver anexo J).

**Figura 35. Elevador banda de secado.**



Fuente: PLADESAN. Catálogo de productos

Se contacta a la empresa PLADESAN para realizar la cotización de la banda, piñones y elevadores, la cual envía la lista de precios argumentando que para realizar una cotización formal se debe hacer por medio de una empresa. (ver anexo K).

#### **4.2.3 Motor**

##### **Sistema de potencia Zona de secado**

Es importante definir y seleccionar que tipo de motor es el conveniente para desarrollar la actividad de transporte de la banda en el área de secado, anteriormente se hallaron los valores de velocidad lineal de **0.5225 m / min** correspondiente para procesar 250 kg de producto en una hora, y de medidas de la banda transportadora junto con su disposición (inclinación ascendente y descendente, y un tramo horizontal). Por medio del diseño de la banda se especificaron las longitudes de los tramos inclinados y el tramo horizontal, estos valores calculados junto con los valores de peso del fruto y propiedades de la banda

son de vital importancia para el correcto desarrollo y definición del motor a seleccionar.

Los valores más importantes en los cálculos son la potencia y las rpm de salida del motor, es por esto que se enfocarán los cálculos al desarrollo de estos valores, de la siguiente manera:

## "DATOS"

$$\text{Peso} = 1.2 * 2.2 \quad [\text{lb}]$$

$$\text{LB}_{\text{incl}} = 2.39501 \quad [\text{Ft}] \quad \text{"Longitud banda inclinada"}$$

$$\text{LB}_{\text{h}} = 0.62336 \quad [\text{Ft}] \quad \text{"Longitud banda horizontal"}$$

$$\rho_{\text{banda}} = 1.229 \quad \left[ \frac{\text{lb}}{\text{Ft}^2} \right] \quad \text{"Densidad de la banda"}$$

$$\text{Ancho}_{\text{banda}} = 1.31234 \quad [\text{Ft}]$$

$$\text{Separacion}_{\text{unidad}} = 0.492126 \quad [\text{Ft}]$$

$$G = 32.2 \quad \left[ \frac{\text{Ft}}{\text{s}^2} \right]$$

$$V_f = 0.02857 \quad \left[ \frac{\text{Ft}}{\text{s}} \right]$$

$$V_{f_h} = 0.02857 \quad \left[ \frac{\text{Ft}}{\text{s}} \right]$$

$$R = 0.13125 \quad [\text{Ft}]$$

$$T = 1 \quad [\text{s}]$$

$$H = 2.444226 \quad [\text{Ft}]$$

$$\text{Unidad}_{\text{incl}} = \frac{\text{LB}_{\text{incl}}}{\text{Separacion}_{\text{unidad}}}$$

$$\text{Unidad}_{\text{h}} = \frac{\text{LB}_{\text{h}}}{\text{Separacion}_{\text{unidad}}}$$

$$W_{\text{banda}_h} = \text{LB}_{\text{h}} * \text{Ancho}_{\text{banda}} * \rho_{\text{banda}} \quad [\text{lb}]$$

$$W_{\text{banda}_{\text{incl}}} = \text{LB}_{\text{incl}} * \text{Ancho}_{\text{banda}} * \rho_{\text{banda}} \quad [\text{lb}]$$

$$W_h = \text{Unidad}_h * \text{Peso} + W_{\text{banda}_h} \quad [\text{lb}]$$

$$W_{\text{incl}} = \text{Unidad}_{\text{incl}} * \text{Peso} + W_{\text{banda}_{\text{incl}}} \quad [\text{lb}]$$

### "POTENCIA BANDA INCLINADA"

$$E_R = E_{C_{\text{Incl}}} + E_{p_{\text{Incl}}}$$

$$E_R = 1.7 * 10^{-4} * WK2 * \text{RPM}^2$$

$$E_{C_{\text{Incl}}} = \frac{1}{2} * \frac{W_{\text{Incl}}}{G} * V_f^2$$

$$E_{p_{\text{Incl}}} = W_{\text{Incl}} * H$$

$$V_f = \omega * R$$

$$\omega = 2\pi * \frac{\text{RPM}}{60}$$

$$\text{HP} = \text{Torque} * \frac{\text{RPM}}{5250}$$

$$\text{Torque} = WK2 * \text{RPM} * \frac{T}{308}$$

### "POTENCIA BANDA HORIZONTAL"

$$V_{f_h} = A_h * T$$

$$E_{R_h} = E_{C_h}$$

$$E_{R_h} = 1.7 * 10^{-4} * WK2_h * \text{RPM}_h^2$$

$$E_{C_h} = \frac{1}{2} * \frac{W_h}{G} * V_{f_h}^2$$

$$V_{f_h} = \omega_h * R$$

$$\omega_h = 2\pi * \frac{\text{RPM}_h}{60}$$

$$\text{HP}_h = \text{Torque}_h * \frac{\text{RPM}_h}{5250}$$

$$\text{Torque}_h = WK2_h * \frac{\text{RPM}_h * T}{308}$$

$$HP_{TOTAL} = HP_h + HP$$

$$W_{TOTAL} = W_h + 2 * W_{incl}$$

$$HP_{Reg} = W_{TOTAL} * \frac{Vf}{550}$$

Mediante el uso del software EES se resuelve el anterior sistema de ecuaciones, obteniendo los siguientes resultados en donde son de interés los valores de  $HP_{TOTAL}$ ,  $HP_{Reg}$  y RPM con los cuales se seleccionará el respectivo motor.

### Figura 36. Resultados EES motor secado

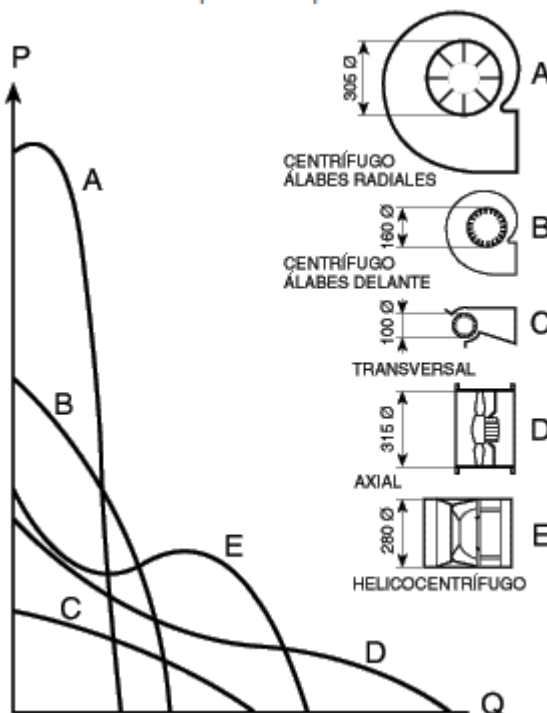
Ancho <sub>banda</sub> = 1,312	$A_h = 0,02857$	Densidad <sub>banda</sub> = 1,229
$EC_h = 0,00005513$	$EC_{incl} = 0,0002118$	$EP_{incl} = 40,85$
ER = 40,85	$ER_h = 0,00005513$	G = 32,2
H = 2,444	HP = 0,1486	$HP_h = 2,006E-07$
$hp_{reg} = 0,001962$	$HP_T = 0,1486$	$LB_h = 0,6234$
$LB_{incl} = 2,395$	$\omega = 0,2177$	$\omega_h = 0,2177$
PESO = 2,64	R = 0,1313	<b>RPM = 2,079</b>
$RPM_h = 2,079$	Separacio <sub>unidad</sub> = 0,4921	T = 1
TORQUE = 375,3	$TORQUE_h = 0,0005065$	Unidad <sub>h</sub> = 1,267
Unidad <sub>incl</sub> = 4,867	VF = 0,02857	$VF_h = 0,02857$
$W_{banda_h} = 1,005$	$W_{banda_{incl}} = 3,863$	WK2 = 55604
$WK2_h = 0,07505$	Wt = 37,77	$W_h = 4,349$
$W_{incl} = 16,71$		

Observando los valores, se selecciona un motorreductor de 0.25Hp con rpm de salida igual a 2. Es de evidenciarse que debido al requerimiento de tiempo de 3 minutos y por ser un tramo pequeño de banda en el sistema de secado, las rpm del motor van a ser muy bajas.

Se recurre nuevamente al catálogo de productos de la empresa SEW EURODRIVE con distribuidor en Bucaramanga y se le solicita lista de precio de este motor, el cual es anexado a su respectivo catálogo. (ver anexo L)

**4.2.4 Ventilador centrífugo.** Para la zona de secado se necesita un ventilador capaz de producir un caudal alto a una baja presión como principal característica, debido al cuidado que se le debe dar a la mazorca por su fragilidad.

**Figura 37. Curva característica de diferentes tipos de ventiladores industriales**



Fuente: Catálogo S&P

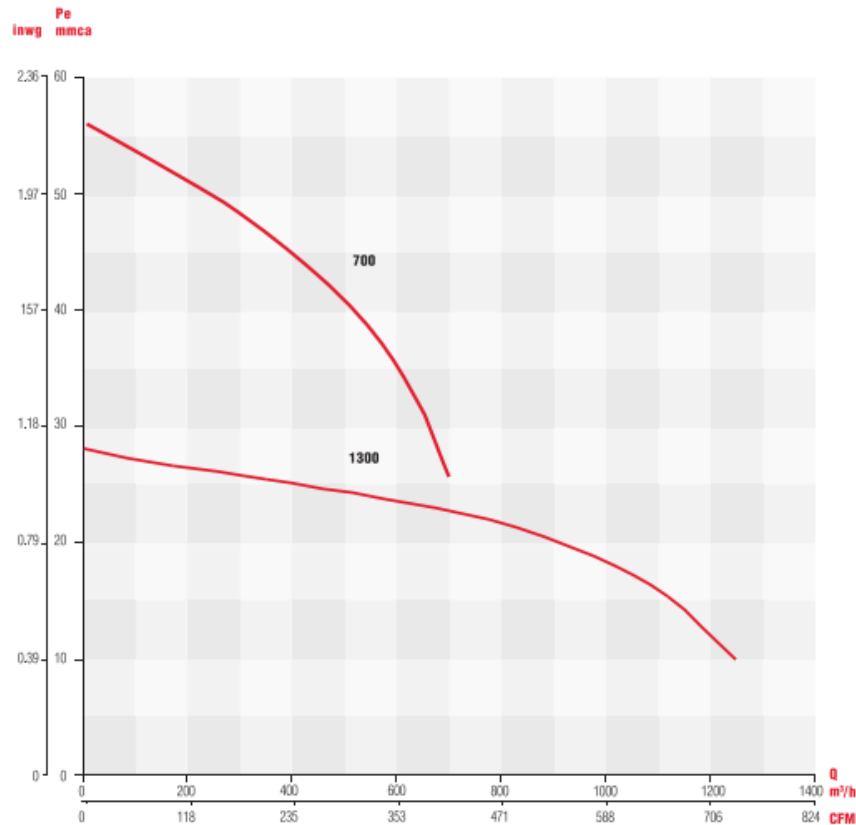
Cumpliendo con la característica principal se decide usar un ventilador centrífugo con álabes curvados hacia adelante ya que con este se garantizaría además del cuidado físico de la mazorca por su baja presión, el secado de esta con un alto caudal, que es el fin del sistema.

Para esta selección se tuvo en cuenta un caudal requerido (valor hallado experimentalmente en el inciso 4.2.1) de:

$$Q_{\text{ventilador}} = 0.508 \left[ \frac{m^3}{s} \right] = 1076,4 \text{ cfm}$$

Se hace la conversión a cfm por la comodidad a la hora de buscar en catálogos, después del estudio e indagaciones pertinentes a fabricantes (ALMACEN EL VENTILADOR S.A.S) se observa que un ventilador que nos supla este caudal tendrá un volumen muy grande por lo que se decide por recomendaciones del ingeniero de la empresa antes mencionada usar **2 ventiladores** que puedan suplir este requerimiento y se opta dos opciones de ventiladores de los cuales se muestran a continuación sus curvas características que permitieron la selección posterior del más óptimo para el sistema (ver anexo M).

**Figura 38. Curva característica de los ventiladores BD1300 y BD700**



Fuente: Catálogo S&P

Con ayuda de la anterior gráfica se pudo concluir que el ventilador óptimo para el proyecto es el **BD1300** ya que este permitirá un valor más alto que el límite requerido por el sistema manteniendo la fruta en buen estado por la baja presión con la que es entregado el aire a la misma.

Teniendo el ventilador seleccionado se hace un cálculo comparativo para garantizar que la decisión de la elección si es la correcta

$$A_{\text{boca de descarga}} = 0,225\text{m} * 0,12\text{m}$$

$$A_{\text{boca de descarga}} = 0,027\text{m}^2 = 10,76 \text{ ft}^2$$

$$A_{\text{cangilón}} = 0,42\text{m} * 0,15\text{m}$$

$$A_{\text{cangilón}} = 0,063 \text{ m}^2 = 0,68 \text{ ft}^2$$

Para la velocidad del aire sobre la fruta

$$Q = V_1 * A_{\text{cangilón}}$$

$$750 \text{ cfm} = V * 0,68 \text{ ft}^2$$

$$V_1 = 2205 \text{ fpm}$$

Para la velocidad de descarga del ventilador

$$Q = V_2 * A_{\text{boca de descarga}}$$

$$1500 \text{ cfm} = V * 0,68 \text{ ft}^2$$

$$V_2 = 2586 \text{ fpm}$$

Tiempo de exposición

$$t = \frac{0,15\text{m}}{0,508 \text{ m/min}} = 0,27 \text{ min} = 17,72 \text{ s}$$

Lo cual es una velocidad suficiente para barrer la humedad alojada en la superficie de la mazorca en un tiempo prudente, por ende, se estima que el ventilador seleccionado es el correcto.

Se realiza la cotización formal en el empresa ALMACEN EL VENTILADOR S.A.S (ver anexo N)

**Figura 39. Ventilador BD-1300.**

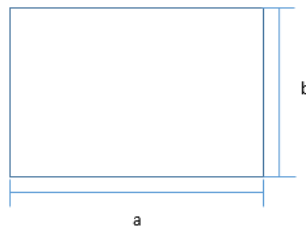


Fuente: Catálogo S&P

**4.2.5 Ducto para circulación del aire.** Por criterio de los diseñadores se decide usar un ducto de área transversal rectangular que cubra la banda transportadora y de esta manera sea posible garantizar el secado del fruto.

Rectangular imitando la forma de la banda y proporcionando una facilidad de construcción de este, permitiendo que por su forma y movimiento de la banda el aire sea transportado hacia el fruto.

**Figura 40. Sección transversal del ducto**



Siendo  $a = 0,50\text{m}$  y  $b = 0,24\text{m}$

### 4.3 EJES Y CHUMACERAS

Los ejes serán diseñados sin tener en cuenta los esfuerzos de fatiga rotacional ya que los dos sistemas (lavado y secado) estarán sometidos a bajas velocidades al igual que su carga, por esta razón tampoco será analizada su rigidez. Se propone un eje de acero inoxidable con un diámetro de 1 pulgada (2.54 cm) pues es un eje bastante comercial y resistente para el tipo de trabajo que se requiere en este proyecto, además de cumplir los requerimientos de los piñones de transmisión a utilizar en la banda transportadora de la zona de secado, que son de diámetro interno mínimo de 1 pulgada.

#### 4.3.1 Ejes

##### Eje del sistema de lavado

Se define el eje de material de acero inoxidable con diámetro de 1 pulgada, además de dos chaveteros estándar de  $\frac{1}{4}$  \* -  $\frac{1}{4}$  de pulgada según estándar métrico **B.S.4235: PART 1: 1972**. La longitud estará restringida por disposición de ancho del sistema de lavado. Estos ejes serán los que les transmitan el movimiento a los cepillos cilíndricos.

**Figura 41. Eje sistema lavado**



### Eje del sistema de secado

Por recomendación de la empresa PLADESCAN se elige un eje de 1 pulgada de diámetro con 3 chaveteros estándar de  $\frac{1}{4} * \frac{1}{4}$  de pulgada, pues los piñones de transmisión no deben estar ubicados a una distancia superior de 15cm entre ellos, de esta manera se tomarán 3 piñones por eje para la transmisión de la banda. La medida de longitud del eje estará restringida por el ancho total de la banda modular, el espesor de los laterales y chumaceras.

**Figura 42. Eje sistema secado**



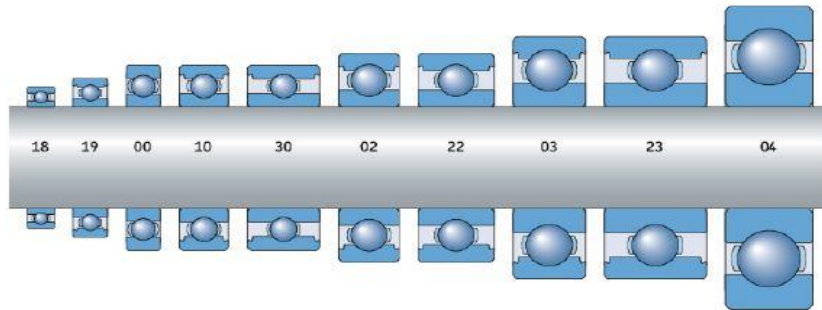
Fuente: Autores

**4.3.2 Chumaceras.** Para la correcta selección se consultarán los catálogos de SKF y NTN, empresas especializadas en este tema. Se tendrán en cuenta los parámetros importantes para dicha selección como lo son las dimensiones, cargas, velocidad y fricción, temperatura, rigidez, sello y, por último, el tipo de chumacera.

**Dimensiones:** las dimensiones principales están normalmente restringidas por el diámetro del eje, el cual dará el diámetro interno del rodamiento. Para un mismo diámetro de rodamiento pueden estar disponibles varios anchos y diámetros externos. La disponibilidad de los rodamientos en dimensiones ISO dependerá del tipo de rodamiento y diámetro interno del mismo.

Existen los ejes pequeños y ejes normales. Los ejes pequeños no superan los 10 mm de diámetro, los normales serán los que tengan un diámetro mayor a 10mm.

**Figura 43. Tamaños de rodamiento según tamaño de eje.**



Fuente: SKF. Catálogo rodamientos

Para este proyecto el eje será un eje normal pues su medida es mayor a 10mm, con una medida de 2.54cm (1 pulgada).

**Cargas:** Dependiendo del tipo de rodamiento, se soportarán distintos tipos de cargas; radial, axial y combinadas.

En este proyecto se manejarán cargas de tipo radial liviana.

**Velocidad y fricción:** Debido a la baja velocidad de operación del sistema, será necesario un rodamiento con baja resistencia a la fricción, para que de esta manera se garantice una correcta operación y con esto un óptimo desempeño. Para este caso resultan convenientes los rodamientos de bolas por su factor de fricción bajo a comparación de los rodamientos de rodillos del mismo tamaño.

**Temperatura:** Es importante tener en cuenta los siguientes factores para la temperatura admisible de los rodamientos:

- Estabilidad de los elementos rodantes.
- Lubricante. Tener en cuenta el trabajo en la industria alimenticia.
- Velocidad. No se generará emisión de calor considerable debido a su baja fuerza

de fricción y velocidad.

**Rigidez:** Se caracteriza por la deformación elástica bajo la carga a la que esté sometido el rodamiento, esta dependerá del tamaño, funcionamiento y tipo de rodamiento a utilizar.

Según el tipo de rodamientos, hay factores para tener en cuenta:

- Es menor la rigidez en los rodamientos de bolas comparado con los de rodillos.
- La rigidez es mayor en los rodamientos totalmente llenos de elementos rodantes a comparación de los rodamientos tipo jaula.
- La rigidez puede aumentar si es aplicada una precarga.

El rodamiento a utilizar en este proyecto (rodamiento de bolas), tiene una rigidez media lo cual no se verá afectado ya que el sistema trabajará a baja carga y potencia.

**Sello:** Los sellos en los rodamientos cumplen funciones tales como mantener el lubricante confinado en el rodamiento para evitar contaminación en los componentes exteriores, además protegen el rodamiento de contaminantes prolongando así su vida operacional.

Para este sistema es importante que los rodamientos estén completamente sellados, pues trabajarán en la industria alimenticia en donde estarán en contacto próximo con las mazorcas de cacao. Además, se requiere, como en la mayoría de maquinaria, tengan una larga vida operacional.

**Tipo:** en la actualidad hay 3 tipos de chumaceras muy usados en la industria, cada uno de estos ofrece una mejor adecuación al sistema según sea su aplicación, están los tipos con soporte puente o de pie, brida cuadrada y brida ovalada.

Resulta óptimo el uso de chumacera tipo brida cuadrada para estos sistemas (lavado y secado), pues su buena adecuación será la mejor opción ya que irán montados sobre laterales en lámina de acero para así tener un mejor mantenimiento cuando estas lo requieran.

Teniendo definido el tipo de chumacera, es conveniente determinar el material de esta, pues hay que tener presente que estará trabajando en la industria alimenticia.

**Tabla 13. Materiales Chumaceras NTN**

NTN recomienda grados de ◎ a ○ para una óptima resistencia a la corrosión.      ◎   ○   △   ▲   ×  
 Excelente ←-----→ Deficiente

Materiales	Condición	Atmósfera		Agua		Ácido		
		Seco	Húmedo	Agua natural	Agua sódico	Ácido nitrogenado	Ácido sulfúrico	Ácido clorhídrico
Acero inoxidable martensite SUS440C, SUS410		○	△	△	▲	▲	×	×
Acero inoxidable de austenita SUS304, SCS13		◎	◎	◎	○	◎	○	△
Plásticos poliéster VALOX 420		◎	◎	◎	◎	▲	○	○
Polipropileno, polietileno		◎	◎	◎	◎	○	○	○
Acero duro de carbono SUJ2		△	▲	▲	×	×	×	×
Acero de carbono, Hierro fundido		▲	×	×	×	×	×	×

Fuente: Catálogo chumaceras NTN - N° 2400 IX/S

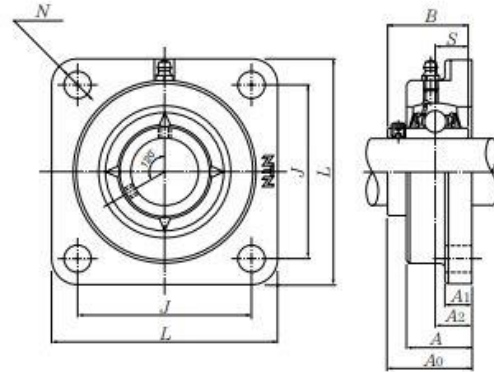
De la tabla 13 se elige el material de la chumacera, rodamiento y alojamiento de acero inoxidable de austenita por su óptima resistencia a la corrosión en donde habrá exposición al agua, lo cual coincide con el tipo de entorno en el que se desarrollarán los sistemas.

Teniendo el diámetro del eje, especificado anteriormente (2.54 cm), se procede a elegir la referencia de la chumacera y rodamiento según catálogo NTN.

**Tabla 14. Serie acero chumacera tipo brida cuadrada.**

**UCFG2** **NTN**

Chumacera tipo brida cuadrada (Serie de acero)  
Con tornillo de fijación (Prisionero)



Diámetro del eje mm	Número <sup>1)</sup> de la chumacera	Dimensiones nominales									Tamaño del perno mm	Número del rodamiento
		<i>L</i>	<i>J</i>	<i>A<sub>2</sub></i>	<i>A<sub>1</sub></i>	<i>A</i>	<i>N</i>	<i>A<sub>0</sub></i>	<i>B</i>	<i>S</i>		
12	UCFG201D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC201D1
15	UCFG202D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC202D1
17	UCFG203D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC203D1
20	UCFG204D1	86	64	15	11	25.5	12	33.3	31	12.7	M10	UC204D1
25	UCFG205D1	95	70	16	13	27	12	35.7	34	14.3	M10	UC205D1
30	UCFG206D1	108	83	18	13	31	12	40.2	38.1	15.9	M10	UC206D1
35	UCFG207D1	117	92	19	15	34	14	44.4	42.9	17.5	M12	UC207D1

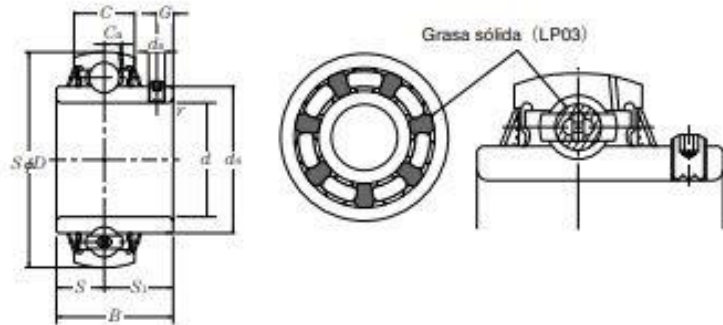
Fuente: Catálogo chumaceras NTN - N° 2400 IX/S

De la tabla 14 se selecciona la referencia de chumacera UCFG205D1 ya que cumple con el diámetro de eje a trabajar, como se puede observar la misma tabla 14 proporciona el número de rodamiento a utilizar.

Tabla 15. Rodamiento de bolas de acero inoxidable.

**F-UC2** **NTN**

Rodamientos de bolas de acero inoxidable con grasa sólida  
 Tipo con tornillo de fijación (Prisionero)



Diámetro del eje mm	Número del rodamiento	Dimensiones nominales										
		d	D	B	C	r <sub>s</sub> mm min.	S	S <sub>1</sub>	G	ds	C <sub>s</sub>	d <sub>s</sub>
20	F-UC204D1/LP03	20	47	31	17	1	12.7	18.3	4.5	M5 × 0.8	3.8	29.6
25	F-UC205D1/LP03	25	52	34.1	17	1	14.3	19.8	5	M5 × 0.8	4	33.9
30	F-UC206D1/LP03	30	62	38.1	19	1	15.9	22.2	5	M6 × 0.75	4.9	40.8
35	F-UC207D1/LP03	35	72	42.9	20	1.5	17.5	25.4	6	M6 × 0.75	5.4	46.8
40	F-UC208D1/LP03	40	80	49.2	21	1.5	19	30.2	8	M8 × 1	6	53
45	F-UC209D1/LP03	45	85	49.2	22	1.5	19	30.2	8	M8 × 1	6.1	57.5
50	F-UC210D1/LP03	50	90	51.6	24	1.5	19	32.6	9	M8 × 1	6.1	62.4

Observaciones: 1) La carga dinámica básica C<sub>r</sub> de los rodamientos es diferente de los rodamientos fabricados con acero estándar.

Fuente: Catálogo chumaceras NTN - N° 2400 IX/S

De la tabla 15 se selecciona la referencia de rodamiento F-UC205D1/LP03 de acero inoxidable.

De esta manera queda seleccionada la chumacera UCFG205D1 y rodamiento F-UC205D1/LP03. Se contacta a la empresa BANDAS Y CADENAS S.A.S ubicada en la ciudad de Bucaramanga y se realiza la cotización formal. (ver Anexo P).

## 5. ANÁLISIS DE COSTOS

Para el análisis de costos se hace inicialmente una recopilación en tabla de los elementos a utilizar. En los anexos se podrá observar la evidencia de los precios de los elementos en las cotizaciones realizadas.

**Tabla 16. Resumen de costo unitarios de elementos**

COSTOS UNITARIOS		
ELEMENTO	PRECIO	ESPECIFICACIÓN
ZONA LAVADO		
Abrazadera 1"	\$ 650	Unidad
Adaptador macho npt 1 1/2"	\$ 3.450	Unidad
Aspersores	\$ 38.300	Unidad
Bandeja de filtrado en acero inoxidable	\$ 90.000	Unidad
Electro Bomba	\$ 791.000	Unidad
Buje reducción de 1/2" a 1/4"	\$ 3.050	Unidad
Cadena	\$ 48.000	Metro
Cepillo	\$ 280.000	Unidad
Codo 90° 1"	\$ 1.800	Unidad
Malla de filtrado en acero inoxidable	\$ 60.000	Unidad
Motor W10DRN71MSA4	\$ 1.364.000	Unidad
Piñón 40B 16 INT	\$ 27.000	Unidad
Reducción 1 1/2" a 1"	\$ 3.400	Unidad
Salida de Tanque 1 1/2 "	\$ 7.000	Unidad
Tee 1"	\$ 2.350	Unidad
Tee reducida 1*1/2" roscada	\$ 3.450	Unidad
Tubería PVC 1"	\$ 4.000	Metro
Tubería PVC 1 1/2 "	\$ 6.000	Metro
Uniones	\$ 4.000	Unidad
Válvula de bola 1*1/2"	\$ 19.700	Unidad
ZONA SECADO		
Banda	\$ 417.400	Metro
Motor R77R37DRN71MS4	\$ 3.877.000	Unidad
Piñón	\$ 45.000	Unidad
Ventilador BD 1300	\$ 2.162.019	Unidad
ELEMENTOS EN COMÚN		
Eje	\$ 67.000	Metro
Chumacera NTN	\$ 100.000	Unidad
Lamina calibre 18 Acero inoxidable	\$ 953.000	4*8 Metros
Perfil cuadrado	\$ 93.000	Metro
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.471.569</b>	

## Figura 44. Cotización total del sistema de lavado y secado



GRUPO EMPRESARIAL SERVICIOS DE INGENIERÍA Y METAL MECÁNICA S.A.S  
NIT: 901044336-7

OFERTA S20200721

Bucaramanga, 21 de julio de 2020

Señores  
Jhon Freddy Flórez  
Karla Ibeth Pinzón

Conforme a su solicitud, presentamos nuestra propuesta técnica-comercial por el diseño y fabricación de sistema de lavado y secado de cacao para la Universidad industrial de Santander

ÍTEM	ESPECIFICACIÓN	VALOR
1	<p><u>SISTEMA DE LAVADO</u></p> <p>Características y alcance del suministro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Estructura para soporte (incluye superficie de inicio)</li> <li>▶ Válvulas bolas 1 ½"</li> <li>▶ Sistema de bombeo recirculante de agua con tanque para filtrado con bandeja de malla para filtración, bomba, sistema de tubería y accesorios (incluye mallas de filtrado, reducciones de 1 ½" a 1", tee reducida de 1 ½" roscadas, tubería en pvc de 1" y 1 ½" y válvula de bola 1 1/2")</li> <li>▶ Sistema de transmisión de potencia:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Motor eléctrico W10DRN71MSA4</li> <li>▶ Ejes de 1" con chaveteros</li> </ul> </li> </ul>	\$ 37.258.200

Teléfonos: 320 6531208 – 3219772443, Dirección: TV 24 # 54# 53 Altos del carrizal – Girón – Santander – Colombia.  
E-Mail: simmgrupoempresarial@gmail.com

1

<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Rodillos para transmisión de potencia de z10</li> <li>▶ Cadena para transmisión de potencia z10</li> <li>▶ Tapa de seguridad, prevención de riesgo de atrapamiento en sistema de transmisión (incluye tornillería m5 y m10)</li> <li>▶ Accesorios (adaptadores macho npt de 1 ½", tornillería, abrazaderas de 1" para aspersores)</li> <li>▶ Platinas de 3 mm con pernos de 1" para anclaje a superficie</li> <li>▶ No incluye cepillos</li> <li>▶ Incluye malla de filtrado acero inoxidable para bandeja y para tanque</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><i>ZONA DE SECADO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Banda modular Banda transportadora modular serie 030A48 y piñón Z10.</li> <li>▶ Motor R77R37DRN7IMS4</li> <li>▶ Ejes de 1" y 1 ½" con respectivos chaveteros y cuñas para adaptación de piñones en acero inoxidable</li> <li>▶ Ventiladores BD-1300 con respectivo empaque para disminución de fugas y vibraciones y brida de acople ventiladores-ducto de aire</li> <li>▶ Ducto de aire acoplado a estructura lateral de lamina inoxidable calibre 14</li> <li>▶ Chumaceras UCFG205D1</li> <li>▶ Estructura soporte fabricada con perfil estructural 20x20 en acero inoxidable</li> <li>▶ Guías laterales ensambladas para banda modular</li> </ul>	<p><b>\$34.606.000</b></p>



GRUPO EMPRESARIAL SERVICIOS DE INGENIERÍA Y METAL MECÁNICA S.A.S  
 NIT: 901044336-7

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Platinas de ¼ o 3 mm para anclaje</li> <li>▶ Los equipos se entregan totalmente acabados, ensamblado y listos para instalar</li> </ul>	
	<p><u>PRECIO TOTAL</u></p> <p>SESENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL DOCIENTOS PESOS (Mcte)</p>	<p>\$71.864.200</p>

**EXCLUSIONES**

- Impuesto a las ventas IVA.
- Pólizas y timbres de contratos.
- Equipos, accesorios y/o ejecuciones eventualmente requeridos y que no se encuentren expresamente relacionados en esta oferta.
- Montacargas y/o Grúas PH que se requieran para descargue, aproximación, ubicación y montaje final en su planta.

**FORMA DE PAGO:** 50% anticipo y 50% + IVA contra entrega

**PLAZO DE ENTREGA:** 20 días hábiles.

**VALIDEZ OFERTA:** 30 días.

Se garantizan los equipos por 6 meses contra defectos de fabricación, más no por mal manejo y/o por desgaste natural por su uso. La garantía de las unidades motrices, los elementos neumáticos y los elementos eléctricos se trasladan a los proveedores y los fabricantes de los mismos.

Cordialmente,

**PABLO ANDRÉS CUERVO**  
 Director de Proyecto

Teléfonos: 320 6531208 - 3219772443, Dirección: TV 24 # 54# 53 Altos del carrizal - Girón - Santander - Colombia.  
 E-Mail: simmgrupoempresarial@gmail.com

3

ANEXOS



Teléfonos: 320 6531208 - 3219772443, Dirección: TV 24 # 54# 53 Altos del carrizal - Girón - Santander  
- Colombia.  
E-Mail: simmgrupoempresarial@gmail.com



## 5.1 COSTOS DE OPERACIÓN

Para los costos de operación se hace necesario hacer cálculos sobre el consumo de energía de cada motor eléctrico los cuales se encuentran en el sistema de potencia del sistema de lavado que permite la rotación de los cepillos, sistema de potencia que permite el desplazamiento de la banda transportadora, ventiladores que proporcionan el fluido de secado y la bomba del sistema de lavado además el agua consumida por el sistema.

Motor W10DRN71MSA4

0,25 Hp

8 horas al mes

528,15 \$/ kW-h

Motor R77R37DRN71MS4

0,25 Hp

8 horas al mes

528,15 \$/ kW-h

Electro bomba

1,5 Hp

8 horas al mes

528,15 \$/ kW-h

Ventilador BD1300

0,322 Hp

8 horas al mes

528,15 \$/kW-h

$$\text{Horas de trabajo en un mes} = 32 \frac{\text{Horas}}{\text{mes}}$$

$$\text{Horas de trabajo en un año} = 32 \frac{\text{Horas}}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} = 384 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$$

$$\text{Costo de energía} = 2,322 \text{ Hp} * 0,746 \frac{\text{kW}}{\text{Hp}} * 528,15 \frac{\text{pesos col}}{\text{kW} - \text{Horas}} = 914,87 \frac{\text{pesos col}}{\text{Horas}}$$

$$\text{Costo de energía anual} = 914,87 \frac{\text{pesos col}}{\text{Horas}} * 384 \frac{\text{Horas}}{\text{año}} = 351.310 \frac{\text{pesos col}}{\text{año}}$$

Litros de agua de consumo por día = 150 Litros

$$\text{CC}_{\text{por día}} = 0,15 \text{ m}^3 * 2763,74 \frac{\text{pesos col}}{\text{m}^3} = 414,561 \text{ pesos col}$$

$$\text{CC}_{\text{por mes}} = 414,561 \text{ pesos} * 2 \text{ día al mes} = 829,122 \frac{\text{pesos col}}{\text{mes}}$$

$$CC_{\text{por año}} = 829,122 \text{ pesos} * 12 \text{ meses del año} = 9949,46 \frac{\text{pesos col}}{\text{año}}$$

$$\text{Costo de operación anual} = 351.310 + 9949,46 = 361.300 \text{ pesos col}$$

Se observa que el sistema tendrá un costo de elementos y construcción de **71.884.200** pesos y de operación de **361.300** pesos anuales.

## 6. MANUAL DE USO Y GUÍA DE MANTENIMIENTO

### 6.1 FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de la máquina lavadora de mazorca de cacao es el que se presenta a continuación.

1. Manteniendo la máquina desenergizada asegurarse de que no haya objetos extraños dentro de ella.
2. Se debe revisar que los tanques de agua se encuentren en el límite especificado, ya que esto puede ocasionar recalentamientos en la bomba si esta no tiene el flujo necesario de consumo.
3. Revisar el buen estado de los cepillos.
4. Verificar que la bandeja del filtro de la parte del lavado se encuentre bien puesta.
5. Inspección visual del correcto estado general de las conexiones eléctricas.
6. Encender el equipo de lavado 2 o 3 minutos antes con el fin de revisar que no haya fugas de agua.
7. Comprobar el flujo correcto de agua.
8. Verificar que la banda transportadora de la zona de secado se encuentre con la tensión necesaria
9. Revisar las uniones del ducto-ventilador que se encuentren en buen estado.
10. Asegurarse de que las estructuras se encuentren estables.
11. Revisar el buen estado de los elevadores.
12. Encender el equipo de secado sólo cuando se tenga el fruto disponible.
13. Evitar siempre introducir las manos en la máquina cuando esté encendida y funcionando.

14. Apagar la máquina 2 o 3 minutos después de que haya terminado el proceso estipulado con el fin de que esto ayude a la limpieza de los cepillos y el secado de la banda transportadora.

## **6.2 MANTENIMIENTO**

El mantenimiento que se debe realizar a la máquina después de cada jornada de trabajo es el presentado a continuación

1. Vaciar tanques.
2. Retirar la bandeja de filtrado de objetos medianos y limpiarla.
3. Realizar una inspección al estado de los cepillos.
4. Examinar y/o corregir fugas de la tubería.
5. Inspección de ruido y vibraciones excesivos en el cuerpo del cojinete, el acoplamiento de la bomba y el motor de accionamiento.
6. Examinar que los ventiladores mantengan el empaque aislante en su lugar para evitar ruidos a futuro o vibraciones elevadas en la bomba.
7. Toma de temperatura de manera predictiva en la carcasa de la bomba, para evitar recalentamientos por escasez de flujo en algún momento.
8. Reparación o cambio de sellos mecánicos en la bomba.
9. Revisar y si es necesario hacer limpieza de las aspas del ventilador después de cada ciclo de trabajo para garantizar la mayor eficiencia en él.
10. Mantener aislados los cables de energía y las conexiones eléctricas.

## 7. RESULTADOS

Principalmente se agregan figura de la máquina en 3D, lo cual se logró mediante el uso del software SolidWorks, con el fin de tener una visión cercana a la realidad de la máquina, sus respectivos planos se encuentran en los anexos del presente documento.

**Figura 45. Sistema de lavado**

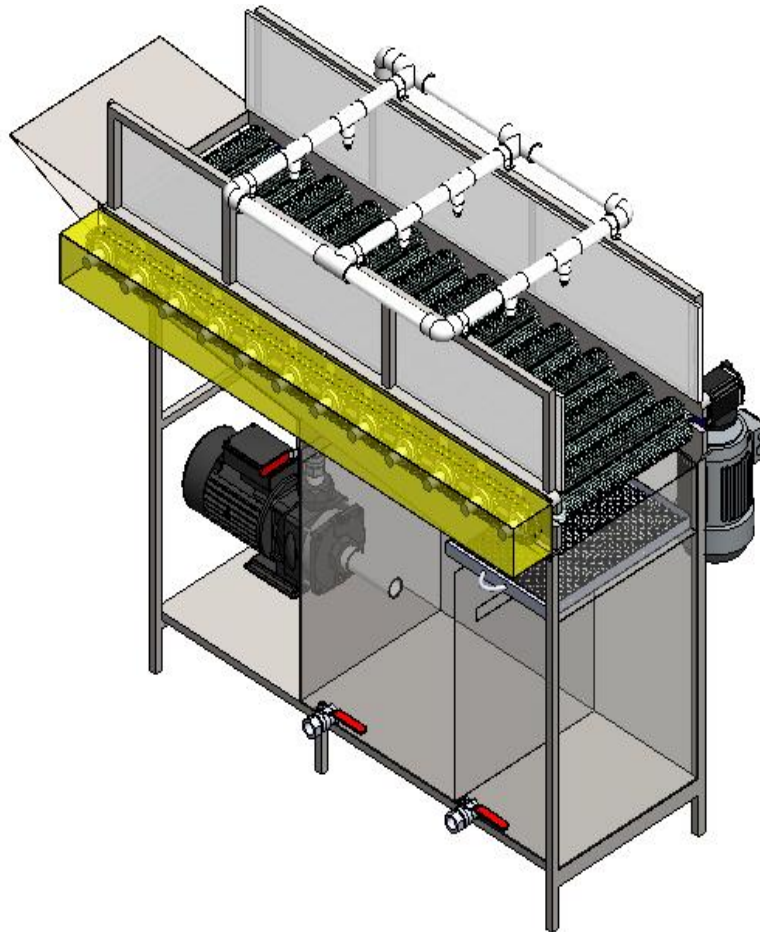
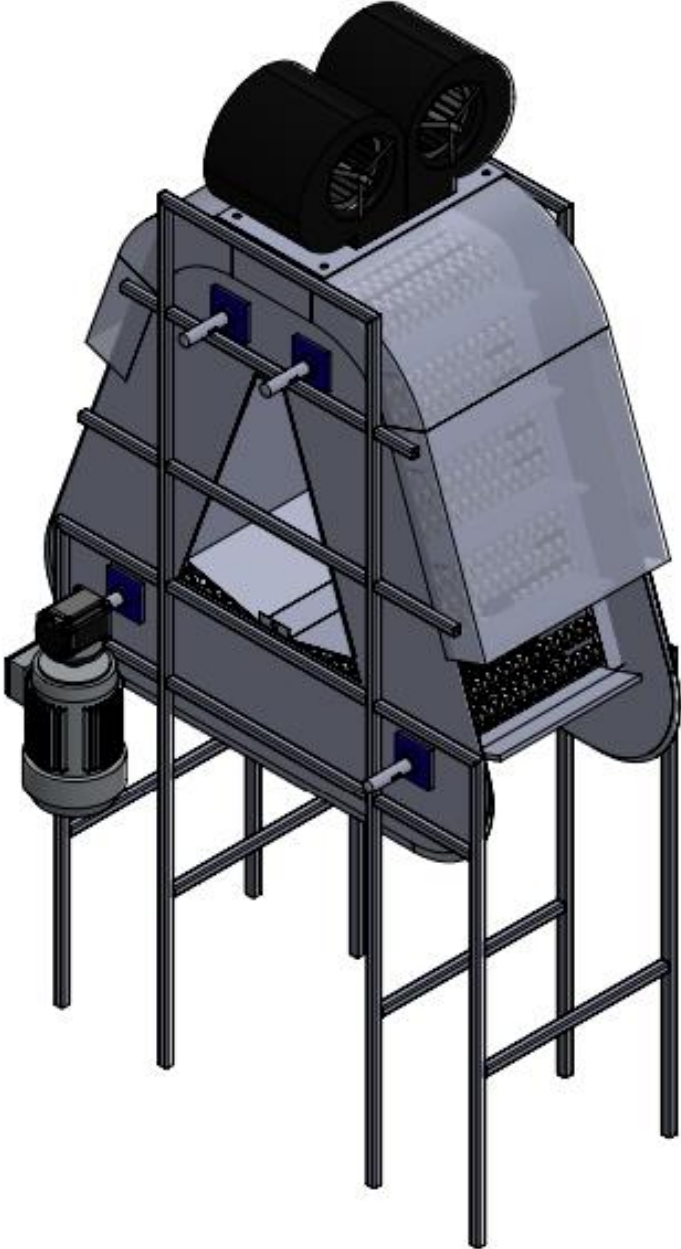
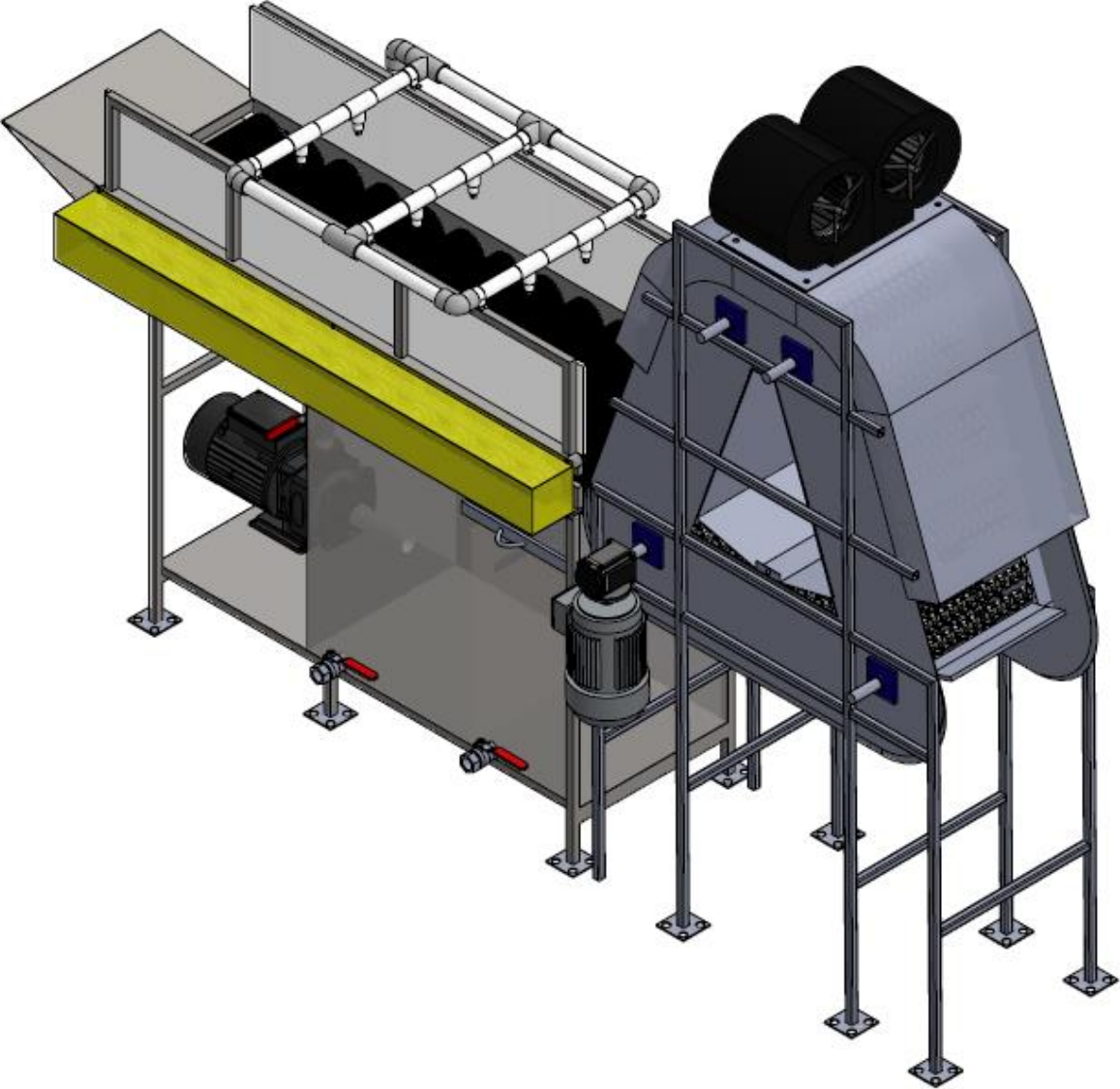


Figura 46. Sistema de secado



**Figura 47. Sistema completo**



## 8. CONCLUSIONES

1. Para el diseño del sistema de lavado y secado, se tuvo en cuenta las variables de peso y dimensiones de la mazorca de cacao, pues estos son parámetros importantes para poder cumplir con la demanda de producción mínima (1Ton/día) de la planta piloto de cacaos finos de la sede Guatiguará de la Universidad Industrial de Santander.
2. Los cálculos empleados y el diseño planteado para el sistema de lavado y secado de la mazorca de cacao, reducirá el tiempo de producción de una tonelada de producto por día, ya que este sistema podrá cumplir con esta cuota de producción en 4 horas de trabajo diarias.
3. El desarrollo del diseño de estos sistemas se llevó a cabo por medio del software SolidWorks, donde se puede hacer un acercamiento visual a la realidad de este.
4. Se optó por la realización del diseño de un sistema amigable con el medio ambiente. Si bien, la fuente principal para el lavado de la mazorca de cacao es el agua, este sistema cuenta con un subsistema de recirculación de agua por medio de un tanque recolector y redistribuidor de este líquido a través del sistema, con una capacidad de recirculación de 30 LPM.
5. Los materiales que serán utilizados para una posible construcción de este sistema están bajo los parámetros de la resolución 683 de 2012 del reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios, debido a que es un sistema de tratamiento de productos alimenticios. El material principal y con el que contarán la mayoría de los elementos de la maquina será acero inoxidable SAE 304.

6. Fue indispensable el contacto con empresas encargadas de la fabricación y distribución de los elementos requeridos por el sistema para realizar las debidas cotizaciones y con esto poder generar el respectivo análisis de costos de la máquina. Este proceso resultó bastante enriquecedor, pues algunas empresas generaron asesorías y recomendaciones como la facilitación de adquirir algunos elementos presentes en el mercado basadas en su experiencia en el campo, que fueron tomadas en cuenta para la realización del proyecto.
7. Al hacer el análisis de costos para el sistema diseñado se puede observar que este tendrá un costo de elementos y construcción de **71.884.200** pesos y de operación de **361.300** pesos anuales.
8. Se elaboró un manual de uso e instrucciones básicas de mantenimiento de los componentes de la máquina, en donde se registran las pautas para el buen funcionamiento del sistema con el fin de prolongar su vida útil y garantizar su correcto funcionamiento.
9. Este proyecto se convierte en una opción de crecimiento en la producción del cacao en el departamento de Santander, adaptando nuevas técnicas de manejo de este producto para obtener el mayor beneficio no solo de sus granos sino también de su cascara, ya que en la actualidad es utilizada únicamente como abono y fertilizante. La implementación de este sistema facilitará el aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao, en la producción de proteína animal, azúcares fermentables, carbón activado y papel.

## BIBLIOGRAFÍA

BALLESTEROS HERNÁNDEZ, R. Ahorro de energía en un túnel de viento utilizando un variador de frecuencia. México D.F. 2015. Trabajo de investigación (Ingeniero Electricista). Instituto Politécnico Nacional. Escuela de ingeniería mecánica y eléctrica.

CACAO NATIVO. Tipos de cacao. [En línea]. Disponible en: (<http://cacaonativo.blogspot.com/2016/10/tipos-de-cacao.html>).

Catálogo chumaceras NTN - N° 2400 IX/S. [En línea]. Disponible en: (<http://www.ntnamericas.com/es/folletos-y-material-informativo/catalogos>).

FIMEPA MAQUINARIA. Depósito limpieza de moldes por inmersión. [En línea]. (Disponible en: <http://www.fimepa.net/?seccion=catalogo&tipo=inmersion>).

FLÓREZ VARGAS, Gonzalo Alfredo. Diseño y construcción de una máquina lavadora de naranjilla de 55kg de capacidad para la asociación de naranjilla y frutales amazónicos Murialdo. Ambato – Ecuador. 2018. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica.

GELGOOG. Catálogo de productos. [En línea]. Disponible en: (<https://www.gelgoog.com/>).

LÓPEZ MANCILLA, Luis Carlos. Diseño de una máquina que emplea sistemas Térmico – Mecánicos para la remoción de cáscara de tomate. Bucaramanga. 2019. Trabajo de investigación (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.

OKO CARIBE. Cacao fermentado tipo hispaniola orgánico. [En línea]. Disponible en: (<https://oko-caribe.com>).

PERFECT DAILY GRIND. Explicación Paso a Paso: La Cosecha y El Procesamiento del Cacao. marzo 6, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.perfectdailygrind.com/2018/03/explicacion-paso-paso-la-cosecha-y-el-procesamiento-del-cacao>.

PLADESAN. Catálogo de productos. [En línea]. Disponible en: (<http://www.pladesan.com/serie-030/>).

SÁNCHEZ ROMÁN, R. Crane, flujo de fluidos en válvulas, accesorios y Tuberías/Crane 1987. Apéndice A 46-49.

SÁNCHEZ, Lucila. Operaciones preliminares. [En línea]. Disponible en: (<http://www.aulavirtual-exactas.dyndns.org/claroline/backends/download.php?url=L09wZXJhY2lvbmVzUHJlbGltaW5hcmVzMjAxNy5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=RICIONUTRI>).

SERRANO GÓMEZ, Carolina. Cacao Santander: Comunicación de identidad regional del departamento de Santander a través de productos derivados del cacao Santandereano. Bogotá. 2019. Trabajo de investigación (Diseñadora industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de arquitectura y diseño.

SKF. Catálogo rodamientos. [En línea]. Disponible en: ([https://www.skf.com/binaries/pub201/Images/0901d19680416953-10000\\_2-ES---Rolling-bearings\\_tcm\\_201-121486.pdf](https://www.skf.com/binaries/pub201/Images/0901d19680416953-10000_2-ES---Rolling-bearings_tcm_201-121486.pdf)).

SPRAYING SYSTEMS CO. Catálogo Boquillas cono lleno. [En línea]. Disponible en: ([https://www.spray.com.co/Assets/MX/cat70m-es\\_b.pdf](https://www.spray.com.co/Assets/MX/cat70m-es_b.pdf)).

Ventiladores. [En línea]. Disponible en: ([file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla0.451/jitorres\\_VENTILADORE S1.pdf](file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.451/jitorres_VENTILADORE S1.pdf)).

YABARANA. Tepuy venezolanos. 29 de mayo de 2020. [En línea]. Disponible en: (<http://yabarana.blogspot.com>).

# ANEXOS

## ANEXO A. Catálogo Aspersores. SPRAYING SYSTEMS CO

# B

### BOQUILLAS QUICK *FullJet*<sup>™</sup> PROMAX<sup>®</sup> QUICK FULLJET, ASPERSIÓN ESTÁNDAR



BOQUILLAS DE CONO LLENO

### DATOS DE DESEMPEÑO

\*A la presión indicada en bar.

Conexión Entrada (pulg.)	Tipo de Boquilla					Tamaño	Diam. Nominal Orificio (mm)	Diam. Máximo Paso Libre (mm)	Capacidad (litros por minuto)*										Ángulo de Aspersión (°)*		
	QGA	QLGA	QHA	QLHA	QPHA				0.4	0.5	0.7	1.5	2	3	4	6	7	10	0.5	1.5	6
1/8, 1/4, 3/8, 1/2 (QPHA solo en 1/4, 3/8)	●				●	1	.89	.64	—	—	.38	.56	.64	.79	.91	1.1	1.2	1.4	—	58	53
	●				●	1.5	1.2	.64	—	.48	.57	.84	.97	1.2	1.4	1.7	1.8	2.2	52	65	59
	●				●	2	1.2	1.0	.58	.64	.76	1.1	1.3	1.6	1.8	2.2	2.4	2.9	43	50	46
	●				●	2.5	1.35	1.0	.72	.81	.95	1.4	1.6	2.0	2.3	2.8	3.0	3.6	43	50	46
	●				●	3	1.5	1.0	.86	.97	1.1	1.7	1.9	2.4	2.7	3.4	3.6	4.3	52	65	59
	●		●		●	3.5	1.6	1.3	1.0	1.1	1.3	2.0	2.3	2.8	3.2	3.9	4.2	5.0	43	50	46
	●				●	4	1.7	1.3	1.2	1.3	1.5	2.2	2.6	3.2	3.6	4.5	4.8	5.8	48	55	50
1/4, 3/8, 1/2 (QPHA solo en 1/4, 3/8)	●				●	5	2.0	1.3	1.4	1.6	1.9	2.8	3.2	3.9	4.6	5.6	6.0	7.2	52	65	59
	●		●		●	6.5	2.4	1.6	1.9	2.1	2.5	3.6	4.2	5.1	5.9	7.3	7.8	9.4	45	50	46
	●				●	8	2.4	1.6	2.3	2.6	3.1	4.5	5.2	6.3	7.3	8.9	9.6	11.5	54	65	61
	●		●		●	10	3.2	1.6	2.9	3.2	3.8	5.6	6.4	7.9	9.1	11.2	12.1	14.4	58	67	61
3/8, 1/2					●	15	3.6	2.4	4.3	4.8	5.7	8.4	9.7	11.8	13.7	16.8	18.1	22	80	85	80
	●				●	9.5	2.6	2.4	2.7	3.1	3.6	5.3	6.1	7.5	8.7	10.6	11.5	13.7	45	50	46
	●			●	●	15	3.6	2.4	4.3	4.8	5.7	8.4	9.7	11.8	13.7	16.8	18.1	22	64	67	61
	●			●	●	20	4.0	2.8	5.8	6.4	7.6	11.2	12.9	15.8	18.2	22	24	29	76	80	73
1/2					●	22	4.5	2.8	6.3	7.1	8.4	12.3	14.2	17.4	20	25	27	32	87	90	82
	●	●			●	16	3.5	3.2	4.6	5.2	6.1	8.9	10.3	12.6	14.6	17.9	19.3	23	48	50	46
	●				●	20	4.1	3.2	5.8	6.4	7.6	11.2	12.9	15.8	18.2	22	24	29	62	65	59
	●			●	●	25	4.6	3.2	7.2	8.1	9.5	14.0	16.1	19.7	23	28	30	36	64	67	61
	●				●	30	4.8	3.6	8.6	9.7	11.4	16.8	19.3	24	27	34	36	43	69	72	66
	●				●	32	5.2	3.6	9.2	10.3	12.2	17.9	21	25	29	36	39	46	72	75	68
	●				●	40	6.2	3.6	11.5	12.9	15.3	22	26	32	36	45	48	58	88	91	83
●				●	50	6.8	4.0	14.4	16.1	19.1	28	32	39	46	56	60	72	91	94	86	

El Diámetro de Máximo Paso Libre es el diámetro máximo de materia que puede pasar a través de la boquilla sin taparla.

## ANEXO B. Cotización aspersores. SPRAYING SYSTEMS CO

A continuación información comercial de las boquillas solicitadas:

Referencia:	1/4QPPA+QPHA-5
Precio Unitario:	USD\$ 10,49 + IVA
Cantidad:	6
Precio Total:	USD\$ 62.94 + IVA
Flete a cargo del cliente	
Tiempo de entrega:	25 días
Pago:	Contado Anticipado

Agradecemos enviar RUT con el fin de crearlo en nuestra base de datos y poder presentar una cotización formal.

Atentamente,

**Javier Osorno**  
Sales Engineer - Colombia  
Spraying Systems Co.

Cel: +57 3174412539  
Office: +57-1-6196264

E-mail: [javier.osorno@spray.com](mailto:javier.osorno@spray.com)  
[spray.com](http://spray.com)



Use Menos – Consuma Menos – Desperdicie Menos  
Vea el siguiente video y permítanos ayudarle a "Lograr que Cada Gota Cuente"



## ANEXO C. Catalogo PAVCO



### Tuberías Presión PAVCO WAVIN

Diámetro Nominal		Referencia	Peso g/m	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio mm
mm	pulg.			mm	pulg.	mm	pulg.	
21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60
26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81
21	1/2	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18
33	1	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48
26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63
33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20
42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14
48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68
60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58
73	2.1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07
88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42
114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42
168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22

#### RDE 9 PVC

Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI

#### RDE 11 PVC

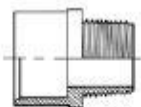
Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI

#### RDE 13.5 PVC

Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI

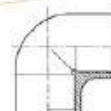
#### RDE 21 PVC

Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI



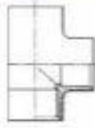
### Adaptadores Macho

Diámetro Nominal		Referencia
mm	pulg.	
21	1/2	2900779
26	3/4	2900802
33	1	2900762
42	1.1/4	2900771
48	1.1/2	2900767
60	2	2900784
73	2.1/2	2900790
88	3	2900794
114	4	2900807



### Codos 90°

Diámetro Nominal		Referencia
mm	pulg.	
21	1/2	2901122
26	3/4	2901144
33	1	2901105
42	1.1/4	2901114
48	1.1/2	2901110
60	2	2901127
73	2.1/2	2901132
88	3	2901137
114	4	2901149
168	6	2904611



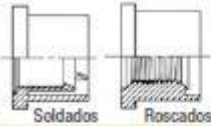
### Tees

Diámetro Nominal		Referencia
mm	pulg	
21	1/2	2901468
26	3/4	2901519
33	1	2901481
42	1.1/4	2901490
48	1.1/2	2901486
60	2	2901503
73	2.1/2	2901508
88	3	2901513
114	4	2901524
168	6	2904610



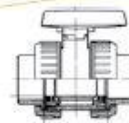
### Tees Reducidas

Diámetro Nominal		Referencia
mm	pulg	
26 x 21	3/4 x 1/2	2901538
33 x 21	1 x 1/2	2901530
33 x 26	1 x 3/4	2901532



### Bujes Roscados / Soldados

Diámetro Nominal		Referencia Soldados	Referencia Roscados
mm	pulg		
21 x 13	1/2 x 1/4		2900918
21 x 17	1/2 x 3/8		2900921
26 x 21	3/4 x 1/2	2900995	2900990
33 x 21	1 x 1/2	2900849	2900846
33 x 26	1 x 3/4	2900858	2900854
42 x 21	1.1/4 x 1/2	2900906	2900903
42 x 26	1.1/4 x 3/4	2900914	2900910
42 x 33	1.1/4 x 1	2900898	2900895
48 x 21	1.1/2 x 1/2	2900882	2900878
48 x 26	1.1/2 x 3/4	2900890	2900887
48 x 33	1.1/2 x 1	2900866	2900863
48 x 42	1.1/2 x 1.1/4	2900875	2900871
60 x 21	2 x 1/2	2900952	2900950
60 x 26	2 x 3/4	2900959	2900956
60 x 33	2 x 1	2900928	2900924
60 x 42	2 x 1.1/4	2900945	2900942
60 x 48	2 x 1.1/2	2900937	2900933
73 x 48	2.1/2 x 1.1/2	2900886	2900864
73 x 60	2.1/2 x 2	2900971	2900969
88 x 60	3 x 2	2900979	2900976
88 x 73	3 x 2.1/2	2900986	2900984
114 x 60	4 x 2	2901003	2901001
114 x 73	4 x 2.1/2	2901009	2901007
114 x 88	4 x 3	2901014	2901011
168 x 114	6x4	2904614	



### Válvulas Universales

Diámetro Nominal		Referencia	
mm	pulg	Soldada	Roscada
21	1/2	2903408	2903407
26	3/4	2903414	2903413
33	1	2903403	2903402
48	1.1/2	2903406	2903405
60	2	2903410	2903409

ANEXO D. Cotización tubería y accesorios.

**CC CASA DEL CONSTRUCTOR S.A.**  
 NIT. 890.200.121-0  
 Carrera 15 No. 30-35 - Tels: 6423001 - 6424945 - 6304608  
 (016) 6301382 Bucaramanga

**COTIZACIÓN**

FECHA: 

DIA	MES	AÑO

SEÑOR(ES): Juan Floret NIT: \_\_\_\_\_  
 DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ TELÉFONO: \_\_\_\_\_

CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT.	VALOR TOTAL
1	Adop. Nocho 1 1/2		3441
1	Boya 1 1/2 x 1		3057
1	Tee 1"		2330
1	Tee Reducida. 1 x 1/2		3467
1	Codo 1 x 90		1674
1	Universal 1 1/2		24689
1	Mt tubo 1"		6447
1	Mt tubo 1 1/2		10472



**COTIZACION**

Nombre: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_  
 NIT: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

FECHA: 

DIA	MES	AÑO

CANT.	DESCRIPCION	Vr. UNIT.	Vr. TOTAL
1	MACHO de 1 1/2"		3800
1	Reducción de 1 1/2 x 1"		3400
1	tee de 1"		2500
1	codo de 1"		1800
1	Universal universal 1 1/2		
1	Salida de tanque 1 1/2		
1	Mt de tubo 1"		4000
1	Mt de tubo 1 1/2		6000

## ANEXO E. Catálogo bomba centrífuga.



# Ficha Técnica

## 1.1/2A-2MW

Referencia: 63897B00A2

### Información Técnica

Conexión Succión	1.1/2 Pulg. NPT
Conexión Descarga	1.1/2 Pulg. NPT
Altura (ADT) Max	42 m
Caudal Max	64 GPM
Caudal Medio	50 GPM
Altura Media	27 m
Motor	Monofásica
Potencia	2 HP
Voltaje	115/230
Velocidad	3500 RPM
Peso	26.5 Kg
Dimensiones	0.45/0.24/0.27 Mts

Cotizado por: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Valor: \_\_\_\_\_



### Características

Construida en hierro, bomba tipo caracol de presión.  
Rotor cerrado en acero inoxidable mas eficiente y durable.  
Carcasa roscada ubicable en 4 posiciones  
Obturación por sello mecánico  
Motor "capacitor start", tipo americano, de alto par de arranque.  
Para trabajo continuo

### Especificaciones

Electrobomba construida en hierro gris cl.30..  
Conexión de succión y descarga de 1.1/2" Npt..  
Rotor tipo cerrado en acero inoxidable aisi 304, con paso de sólidos de 3 mm.  
Obturación por sello mecánico carbón – cerámica de 5/8 tipo resorte corto..  
Motor monofásico odp de 2 hp - 110/220 voltios – 3500 rpm..

### Aplicaciones

Elevación de agua tanque bajo - tanque alto  
Sistemas de recirculación de agua  
Riego tipo jardín

Transferencia de líquidos  
Enfriamiento de moldes en pequeñas industrias  
Fuentes de agua

GENERAL PURPOSE CENTRIFUGAL PUMPS  
 "CARACOL SUPER SERIES"  
 CLOSE COUPLED-ELECTRICAL

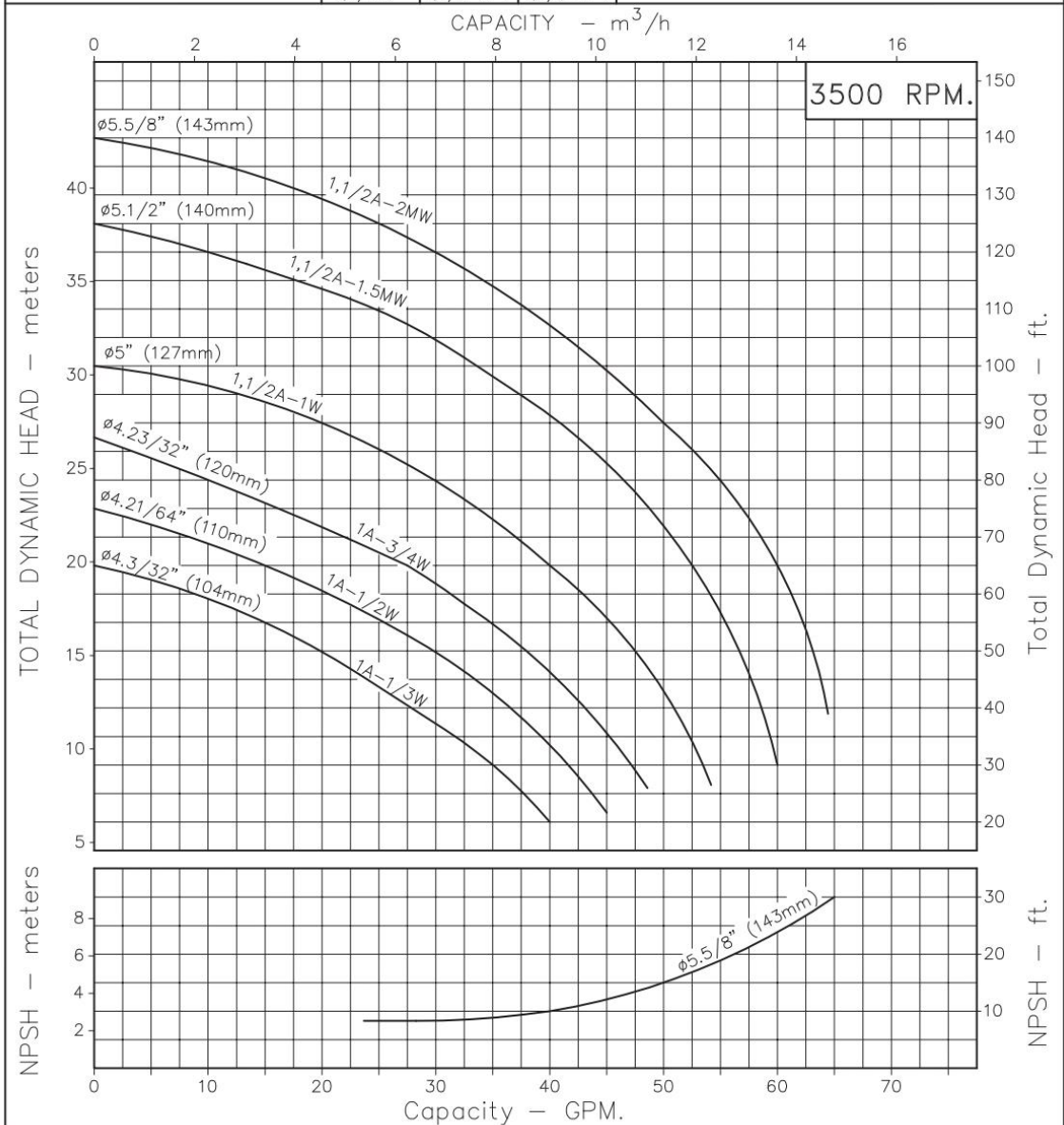


Type: Mechanical Seal  
 ø Impeller: Variable  
 ø Max. Spheres: 3mm.  
 Motor: Single phase  
 1/3 to 2 HP.

MODELS:  
 1A-1/3W ; 1A-1/2W ; 1A-3/4W  
 1,1/2A-1W ; 1,1/2A-1.5MW ; 1,1/2A-2MW

CONNECTIONS:

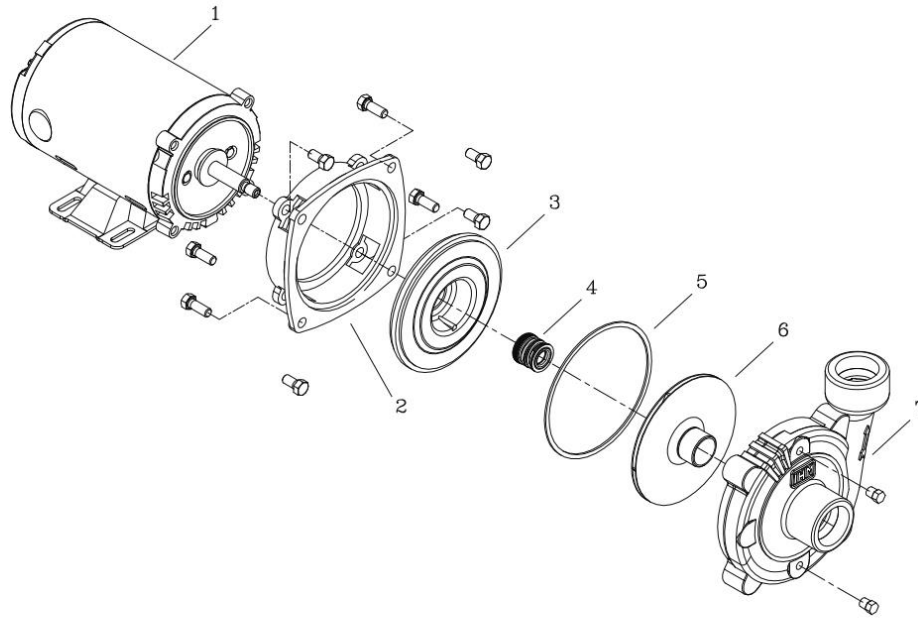
Model	Suction	Discharge
1A	1,1/4"NPT	1"NPT
1,1/2A	1,1/2"NPT	1,1/2"NPT



Code: 076580CU  
 Revision: R0  
 Date: JUN-20-07  
 Replaces:

NOTES: 1. Water density @ 4°C : 1gr/cm.<sup>3</sup>  
 2. Performance @ sea level.

Max Capacity.	gpm
Max Head.	ft
Max Efficiency.	%



LISTA DE REPUESTOS			CANTIDAD							
ITEM No.	DESCRIPCION	CODIGO	1A-1/3M	1A-1/2M	1A-3/4M	1.1/2A-1M	1.1/2A-1.5M	1.1/2A-1.5T	1.1/2A-2M	1.1/2A-2T
*1	MOTOR ELECTRICO M 3500 56J WJET	SEGUN POTENCIA	1	1	1	1	1	-	1	-
*1	MOTOR ELECTRICO T 3500 56J WJET	SEGUN POTENCIA	-	-	-	-	-	1	-	1
2	ADAPTADOR 56Y/56J	8802300024	1	1	1	1	1	1	1	1
3	PLATO SELLO 1.1/2A-2.0	8804900021	1	1	1	1	1	1	1	1
4	EMPAQUE CARC. P/SELLO CARAC. SUP.	8811000051	1	1	1	1	1	1	1	1
5	SELLO MECANICO ø5/8" TIPO 6	7100600051	1	1	1	1	1	1	1	1
6	ROTOR 1A-1/3 104 mm.7/16 IN.NF.	8905905023	1	-	-	-	-	-	-	-
6	ROTOR 1A-1/2 110 mm 7/16 IN.NF.	8905904023	-	1	-	-	-	-	-	-
6	ROTOR 1A-3/4 120 mm 7/16 IN.NF.	8905903023	-	-	1	-	-	-	-	-
6	ROTOR 1.1/2A-1.0 SS 127 mm.	1200402025	-	-	-	1	-	-	-	-
6	ROTOR 1.1/2A-1.5 SS 140 mm.	1200401025	-	-	-	-	1	1	-	-
6	ROTOR 1.1/2A-2.0 SS 143 mm.	1200400025	-	-	-	-	-	-	1	1
7	CARCASA 1A	8808900021	1	1	1	-	-	-	-	-
7	CARCASA 1.1/2A	8823800021	-	-	-	1	1	1	1	1

\* Para servicio o reparacion del motor, tenga en cuenta el modelo y características contenidas en la placa del mismo.  
 - Tornilleria estandar se ilustra unicamente.



## Centrífuga

1.1/2A-2MW

Electrobomba construida en hierro gris cl.30.

~~\$ 879,000~~

\$ 791,100 + IVA

1

AGREGAR AL CARRITO

Construida en hierro, bomba tipo caracol de presión.

### Algunas Características son:

- > Rotor cerrado en acero inoxidable mas eficiente y durable.
- > Carcasa roscada ubicable en 4 posiciones
- > Obturación por sello mecánico

## ANEXO F. Cotización cepillos

**CEPILLOS INDUSTRIALES SAS**  
NIT 900902709-9

CRA 7 # 7-21 SUR  
TELEFONO 3115561814

**COTIZACION 590**

SEÑORES:  
**JHON FLOREZ**

FECHA 30 06 2022

TEL 3163713477

CANTIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA	V.UNIDAD	V. TOTAL
11	CEPILLOS CILINDRICOS DE 40 CM LOG BASE HD EMPAK DE 2" DE DIAMERTRO 1" DIAMETRO INTERNO FIBRAS CAL 0.50 EN NYLON COLOR BLANCO DELARGO 25 MM TOTAL DIAMETRO CEPILLO 10CM		280.000	3.080.000
<p>NOTA FORMA DE PAGO 50% ANTICIPO 50% CONTRA ENTREGA TIEMPO DE ENTREGA 5 DIAS HABILES A PARTIR DE OC</p>				
			SUB TOTAL	3.080.000
			IVA	585.200
			TOTAL	3.665.200

NOTA : ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

MARTIN TOLOZA  
VENDEDOR AUTORIZADO

FIRMA, SELLO Y NIT DEL CLIENTE

## ANEXO G. Catálogo motor lavado

### Información del producto



### Descripción de catálogo

W10DRN63M4

Reductores de ejes perpendiculares SPIROPLAN® W + Motores de CA DRN.. (IE3)

### Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min] : 1695
Velocidad de salida	[1/min] : 43
Índice de reducción total	: 39.00
Par de salida	[Nm] : 23
Factor de servicio SEW-FB	: 1.10
Posición de montaje	: M2A
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (51370310)
Posición de conexión/caja de bombas	[°] : 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje de salida	[mm] : 16x40
Salida de carga radial permitida a n=1750	[N] : 1800
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro] : 0.16
Potencia del motor	[kW] : 0.18
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE3
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%] : 63.5 / 68.45 / 70
Marcado CE	: Si
Tensión del motor	[V] : 254/440
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz] : 60
Corriente nominal	[A] : 0.94 / 0.54
Cos Phi	: 0.59
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: IEC
Momento de inercia de masa del motor	[10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> ] : 3.76
Peso	[kg] : 7,80



#### Características adicionales

Eje de salida: 16x40 mm  
Aislamiento térmico 155(F)  
Grado de protección IP 55  
Tensión, frecuencia, bobinado

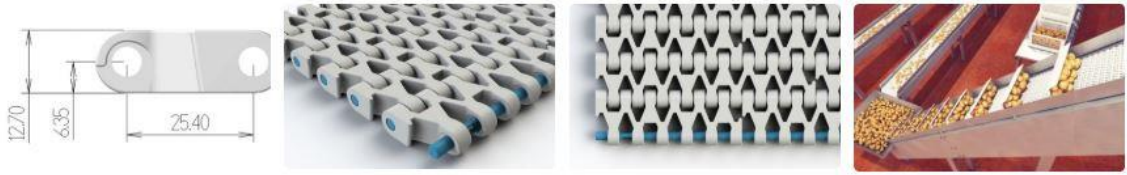
El precio de este motor es estimado en \$1'364.000 pesos colombianos por políticas de la empresa consultada se anexa este valor y no una cotización formal.

## ANEXO H. Cotización piñones y cadena

<b>CADENAS Y BANDAS S.A.S.</b> FUNDADA EN 1988 N.º 898.212.873-8 I.V.A. RESPONSABLES DEL IMPUESTO SOBRE LAS VENTAS REGISTRO No. 04-9258-84		BANDAS TRANSMISIÓN - TRANSPORTE - CADENAS PIÑONES - MANGUERAS - CORREAS EN V Y ESPECIALES RODAMIENTOS - ESCOBILLAS ELÉCTRICAS POLEAS ALUMINIO - HIERRO - RUEDAS RODAJINES - CHUMACERAS - ENSAMBLE DE MANGUERAS HIDRÁULICAS - HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y DE MANO. EMPALMES VULCANIZADOS FRÍO/CALENTE EMPALMES MECÁNICOS GALVANIZADOS E INOXIDABLES		
		Carrera 15 No. 23-71/79 Bucaramanga - Colombia PBX: 642 7889 - Teléfono: 630 3785 Cels: 310 609 9270 - 310 609 9202 cadenasybandas.ventas@gmail.com cadenasybandas@gmail.com cadenasybandas.contabilidad@gmail.com @cadenasybandas		
SEÑOR(ES) <b>JHON FLOREZ</b>		NIT.	<b>COTIZACIÓN</b> <input checked="" type="checkbox"/>	
DIRECCIÓN		CIUDAD	TELÉFONO/FAX	
INSTRUCCIONES DE DESPACHO			<b>ORDEN DE PEDIDO</b> <input type="checkbox"/>	
			<b>0423</b>	
PLAZO DE ENTREGA	FORMA DE PAGO	VALIDEZ DE LA COTIZACIÓN	ORDEN DE COMPRA CLIENTE	FECHA
	CTDO <input checked="" type="checkbox"/> 30 DÍAS <input type="checkbox"/> OTROS	<b>30 DÍAS</b>		<b>JUNIO 22 2022</b>
ITEM	CANTIDAD	ARTÍCULO	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	14	PIÑONES 40B. 16 INT.	\$ 27.000	
2	1	MTR CADENA 40-1 DIO JAPN.	\$ 48.000	
3	1	UNION 40-1 DIO.	4000.	
4				
5				
6		TIEMPO DE ENTREGA		
7		2-3 DÍAS		
8				
9				
10				
11				
12				
SON:			<b>VALOR NETO</b>	
			<b>DSCTO. %</b>	
			<b>SUBTOTAL \$</b>	
			<b>I.V.A.</b>	
			<b>TOTAL \$</b>	
VENDEDOR			FIRMA AUTORIZADA Y SELLO DEL COMPRADOR	
ESTE DOCUMENTO DEBE VENIR DEBIDAMENTE FIRMADO Y SELLADO DE LO CONTRARIO NOS RESERVAMOS EL DERECHO A DESPACHAR LAS MERCANCIAS				

## ANEXO I. Catálogo PLADESAN

### Banda Modular.



Paso:	Tipo:	Desplazamiento:	Resistencia (POM):
1" (25.4mm)	Superficie abierta	Recto	2100 Kg/m (Media)

### ESLABONES



	MM	IN
Paso / Pitch	25.4	1.00
Ancho del eslabón	150.0	5.90
Ancho máximo de banda	3050.0	120.07
Incrementos estándar en ancho	50.0	1.97
Incrementos posibles en ancho	16.8	0.66
% área abierta (extendida totalmente)	48%	
Dimensiones aprox para cada área abierta	Diámetro 7mm	
Método de tracción	Enganche en el centro	

PINES



	MM	IN
Diámetro pin	5.90	0.23
Tipo de pin	Barras con trinquete	





DESPLAZAMIENTO Y RADIOS DE GIRO



	MM	IN
Tipo de desplazamiento	Recto solamente	
Dirección de desplazamiento	Bi-direccional	
Radio mínimo de giro (medido desde el borde interno)	No aplica	
Radio mínimo de flexión inversa	34.0	1.34
Radio mínimo de flexión inversa (con guardas laterales)	-	-

MATERIALES



MATERIAL BANDA	ACETAL (POM)	ACETAL LF (POM)	POLIPROPILENO (PP)
Banda <sup>(1)</sup> - color	Blanco	Blanco 	Blanco
Material pin - tipo y color			
Resistencia - banda recta (Kg/m, 23 °C)	2100	1900	1100
Resistencia - banda en curva (Kg, 23 °C)	No aplica	No aplica	No aplica
Rango de temperatura (uso continuo, °C)	-40 a +90	-40 a +90	+10 a +100
Peso de banda (Kg/m2)	9.70	9.70	6.20
Aprobación FDA para contacto directo con alimentos	OK	OK	OK

Piñón.



Número dientes:	Tipo:	Dirección de giro:	Diámetro primitivo:
10	Entero	Uni-direccional	83.5mm (3.28")

Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones de carga baja / media.</li> <li>• Transportadores compactos, o con espacio limitado.</li> <li>• Transferencias con espacio reducido.</li> </ul>
---------------	---

	MM	IN
Dirección de giro	Uni-direccional <sup>(4)</sup>	
Número de dientes	10	
Diámetro primitivo	83.5	3.28
Diámetro exterior	80.5	3.17
Espesor del piñón	15.0	0.59
Altura h	34.0	1.33

#### MEDIDAS DE EJES DISPONIBLES



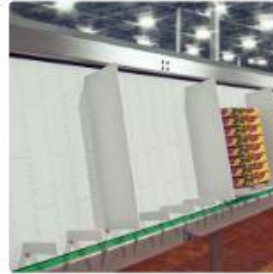
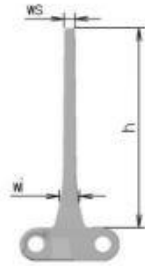
TIPO DE EJE Y MEDIDA <sup>(1)</sup>	MM	IN	CUÑERO: ANCHO X ALTO <sup>(1)</sup>
Redondo	Ø 25.40	Ø 1.00	1/4 x 1/4 in
Redondo	Ø 30.00	Ø 1.18	8 x 7 mm
Redondo	Ø 31.75	Ø 1.25	5/16 x 1/4 in

#### MATERIALES



	MATERIAL PIÑON NYLON (PA)	1358 - ALTA RESISTENCIA DESGASTE
Piñón - color	Beige	Beige
Distancia máxima entre piñones sobre el mismo eje (mm) <sup>(1)</sup>	150	150
Rango de temperatura (uso continuo, °C)	-40 a +90	-40 a +90

## ANEXO J. Elevador.



Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discretizar el material a transportar.</li> <li>• Empujar o retener el material en cambios de nivel poco pronunciados.</li> <li>• Transportar material a granel (en conjunto con las guardas laterales).</li> </ul>
---------------	--

	MM	IN
Altura h	hasta 76.2	hasta 3.00
Dimensión ws	4.0	0.15
Dimensión wi	7.6	0.30
Ancho del eslabón	150.0	5.90

Déjenos saber si requiere un accesorio diferente. Nuestro equipo lo puede desarrollar específicamente para su aplicación.

### MATERIALES

	MATERIAL ACCESORIO	ACETAL (POM)	POLIPROPILENO (PP)
Accesorio - color		Blanco	Blanco

## ANEXO K. Precios PLADESAN



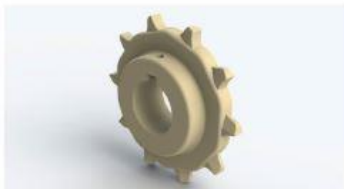
### Serie 030 – Empujador Recto – PLADESAN

Podemos colaborar en sus aplicaciones que requieren funcionalidad especial en el empujador: por ejemplo Resistencia a impactos repetidos, alta elongación, anti-estática.

[www.pladesan.com](http://www.pladesan.com)

Valor banda de 40cm x 8m de largo con empujadores rectos cada 6 pul. Material de la banda PP - Blanco. \$ 3.339.000

Piñones Z10 <http://www.pladesan.com/portfolios/serie-030-pinion-z10/>



### Serie 030 – Piñon Z10 – PLADESAN

(1) Cuñeros por estándar Imperial B.S.46: PART 1: 1958 / Métrico B.S.4235: PART 1: 1972 Déjenos saber en caso de requerir una medida diferente

[www.pladesan.com](http://www.pladesan.com)

Valor Unitario \$ 45.000

## ANEXO L. Catálogo motor secado y precio

### Información del producto



### Descripción de catálogo

R77R37DRN63M4

Reductores de engranajes cilíndricos R + Reductores de engranajes cilíndricos R + Motores de CA DRN.. (IE3)

### Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min] : 1695
Velocidad de salida	[1/min] : 2
Índice de reducción total	: 858.00
Par de salida	[Nm] : 740
Factor de servicio SEW-FB	: 1.10
Posición de montaje	: M1
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (51370310)
Posición de conexión/caja de bombas	[°] : 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje de salida	[mm] : 40x80
Salida de carga radial permitida a n=1750	[N] : 10600
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro] : 3
Cantidad de lubricante 2º reductor	[Litro] : 0.35
Potencia del motor	[kW] : 0.18
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE3
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%] : 63.5 / 68.45 / 70
Marcado CE	: Si
Tensión del motor	[V] : 254/440
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz] : 60
Corriente nominal	[A] : 0.94 / 0.54
Cos Phi	: 0.59
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: IEC
Momento de inercia de masa del motor	[10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> ] : 3.76
Peso	[kg] : 50,00



#### Características adicionales

Eje de salida: 40x80 mm  
Aislamiento térmico 155(F)  
Grado de protección IP 55  
Tensión, frecuencia, bobinado

El precio de este motor es estimado en \$3'877.000 pesos colombianos por políticas de la empresa consultada se anexa este valor y no una cotización formal.

## ANEXO M. Catálogo de selección de ventiladores



Soler&Palaü  
Ventilation Group

### BD Centrífugos de doble oído de aspiración

BD 700 y 1300

Ventiladores centrífugos de doble oído de aspiración y rodete de palas curvas adelantadas.

Equipos de baja presión fabricados en lámina galvanizada, protegida con pintura poliéster anticorrosiva.

#### APLICACIONES



VENTILACIÓN  
EN MAQUINARIA



TABLEROS  
DE CONTROL



SISTEMAS  
CON FILTROS



EXTRACCIÓN  
DE GASES



VENTILACIÓN  
DE LABORATORIOS

#### ACCESORIOS



Consultar pág. 145

#### CARACTERÍSTICAS

- Rodetes balanceados dinámicamente, lo que reduce el ruido y evita vibraciones.
- Diseño compacto debido a la unión del motor y rodete.
- Brida en descarga.
- Motor con rodamiento a bolas de engrase permanente, aislamiento clase "B", Protección IP-44 y protector térmico de restablecimiento automático.
- Acabado en pintura poliéster anticorrosiva.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Velocidad RPM	Potencia W	Tensión Volts	Intensidad A	Caudal a descarga litro m <sup>3</sup> /hr / CFM	Potencia sonora dB(A)*	Peso aprox. kg	Frecuencia Hz
BD-700	2340	300	120	1.01	697 / 410	62	4	60
BD-1300	1275	240	120	1.09	1,275 / 750	66	5	60

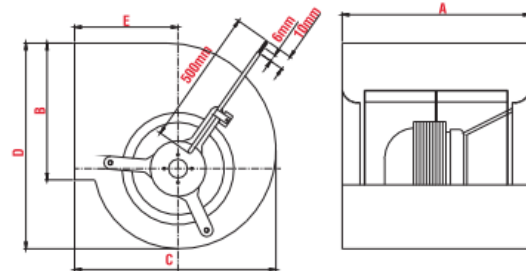
\*Los valores de velocidad, potencia, voltaje e intensidad son nominales

\*Nivel sonoro medido de acuerdo con las normas AMCA 300 / 05 y 301 / 05

#### DIMENSIONES

Dimensiones en mm

	BD 700	BD 1000
A	232	225
B	100	120
C	200	265
D	205	260
E	100	145



## ANEXO N. Cotización de ventiladores

Bogotá, Lunes 6 de Julio del 2.020

**KARLA IBETH PINZON CRUZ**

[k.ibeth29@hotmail.com](mailto:k.ibeth29@hotmail.com)

Ofertamos otro equipo centrifugo doble oído BD 1.300 con las siguientes especificaciones:

### VENTILADOR CENTRIFUGO DE ALABES CURVOS ADELANTADOS DOBLE OIDO:



MARCA	S Y P
ORIGEN	Mexico
MODELO	<b>BD- 1300</b>
VELOCIDAD	1.275 RPM
POTENCIA	250W
TENSION	120 V
CAUDAL	1.275 M37H – 750 CFM
PRESION SONORA	66 Db
PESO	5Kg
GARANTIA	1 AÑO
VALOR UNITARIO	US \$ 498
19% IVA	US \$ 95
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>US \$ 593</b>

Como se decidió usar dos ventiladores de este tipo el precio de los dos ventiladores sería de \$1186 lo que sería en pesos colombianos al día de 6 de Julio de 2020 de 3645,90 lo que daría un total del costo de los ventiladores de 4'324.074,4 pesos colombianos.

## ANEXO O. Cotización Filtros



Carrera 11 N° 17 - 41  
San Gil - Santander  
[Tel. 7240306](tel:7240306) – [Cel. 3004281001](tel:3004281001)  
[finox@hotmail.com](mailto:finox@hotmail.com)

### COTIZACIÓN

Fecha: Julio 3 de 2020

Nombre: Karla Ibeth Pinzón Cruz

Nit o CC: 1101049250

Item	Descripción	Cant.	V. Unitario	V. Total
1	Elaboración de filtro en acero inoxidable de 32 cm * 44 cm con malla tejida No. 4 y marco en ángulo de ¾ * 1/8	1	\$ 90.000	\$ 90.000
2	Filtro para agua de 5 cm * 40 cm en malla Mesh 50 de acero inoxidable, con marco en platina de ¾ por 1/8"	1	\$ 60.000	\$ 60.000
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$ 150.000</b>

NOTA: -Precio antes de IVA.

-El transporte de estos equipos es por cuenta del usuario.

Atentamente:

**SERGIO VELANDÍA CÁCERES**  
Nit: 1098408337-7  
Representante Legal  
Tel. 7240306 - 3004281001

## ANEXO P. Cotización chumaceras

<b>CADENAS Y BANDAS S.A.S.</b> FUNDADA EN 1986 NIT. 900.212.973-9 I.V.A. RESPONSABLE DEL IMPUESTO SOBRE LAS VENTAS REGISTRO No. 04-0235-04				
BANDAS. TRANSMISIÓN - TRANSPORTE - CADENAS PIÑONES - MANGUERAS - CORREAS EN V Y ESPECIALES RODAMIENTOS - ESCOBILLAS ELÉCTRICAS POLEAS ALUMINIO - HIERRO - RUEDAS RODACHIMES - CHUMACERAS - ENSAMBLE DE MANGUERAS HIDRÁULICAS - HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y DE MANO. EMPALMES VULCANIZADOS FRÍO/CALIENTE EMPALMES MECÁNICOS GALVANIZADOS E INOXIDABLES				
Carrera 15 No. 23-71/79 Bucaramanga - Colombia PBX: 642 7899 - Teléfono: 630 3785 Cels: 310 409 9270 - 310 609 9202 cadenasybandas.ventas@gmail.com cadenasybandas@gmail.com cadenasybandas.contabilidad@gmail.com @cadenasybandas				
SEÑOR(ES) <b>Jhon Florez</b> NIT. _____				
DIRECCIÓN _____ CIUDAD _____ TELÉFONO/FAX _____				
INSTRUCCIONES DE DESPACHO _____				
<b>COTIZACIÓN</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDEN DE PEDIDO</b> <input type="checkbox"/> <span style="font-size: 2em; color: red;">0383</span>				
PLAZA DE ENTREGA _____	FORMA DE PAGO <input checked="" type="checkbox"/> 30 DÍAS <input type="checkbox"/> OTROS _____			
VALIDEZ DE LA COTIZACIÓN _____	ORDEN DE COMPRA CLIENTE _____			
FECHA <b>Junio-14/2020</b>				
ITEM	CANTIDAD	ARTÍCULO	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	1	Chumacera Flanche Completa 3"		100.000
2	1	Rodamiento OC 205-16 3" NTN		55.000
3	1	Chumacera Flanche Completa 3" FAG		93.000
4	1	Rodamiento OC 205-16 3" FAG		50.000
I.V.A. INCLUIDO NETO				
SON: _____				VALOR NETO
_____				DSCTO. %
_____				SUBTOTAL \$
_____				I.V.A.
VENDEDOR <b>JF</b> FIRMA AUTORIZADA Y SELLO DEL COMPRADOR				TOTAL \$

## ANEXO Q. Cotización materiales en acero inoxidable



### COTIZACION

N.º de Cotización: DP 2002  
 Fecha: 13/07/2020  
 Nit. 901282767-8

Nombre / Empresa: Ing Jhon Florez  
 Dirección  
 Atención Ing. Jhon Florez

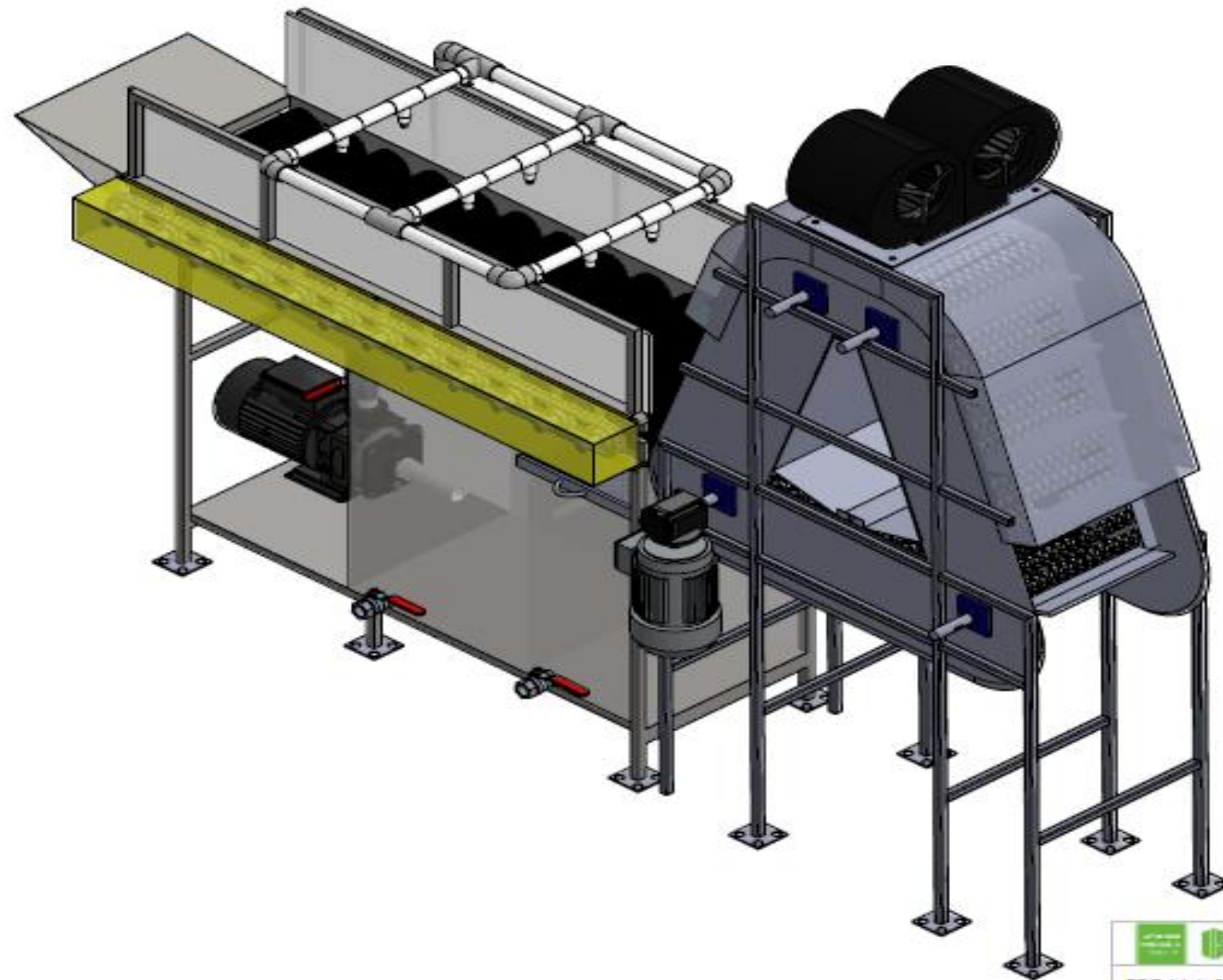
En atención a su amable solicitud nos permitimos generar la siguiente cotización

CANT.	DESCRPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Lamina inox 304 cal 18	\$ 953.000,00	\$ 953.000,00
1	Perfil cuadrado 1" Inox 304 (m)	\$ 93.000,00	\$ 93.000,00
1	Redondo D:1" Inox 304	\$ 67.000,00	\$ 67.000,00
			\$ -
			\$ -
			\$ -
			\$ -
			\$ -
			\$ -
		Sub Total	\$ 1.113.000,00
		IVA 19,00%	\$ 211.470,00
		<b>TOTAL</b>	\$ 1.324.470,00

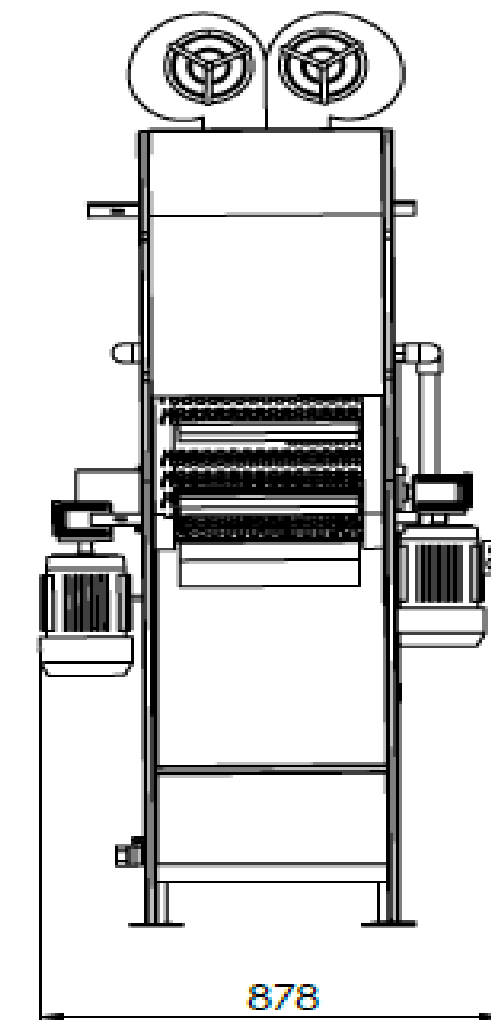
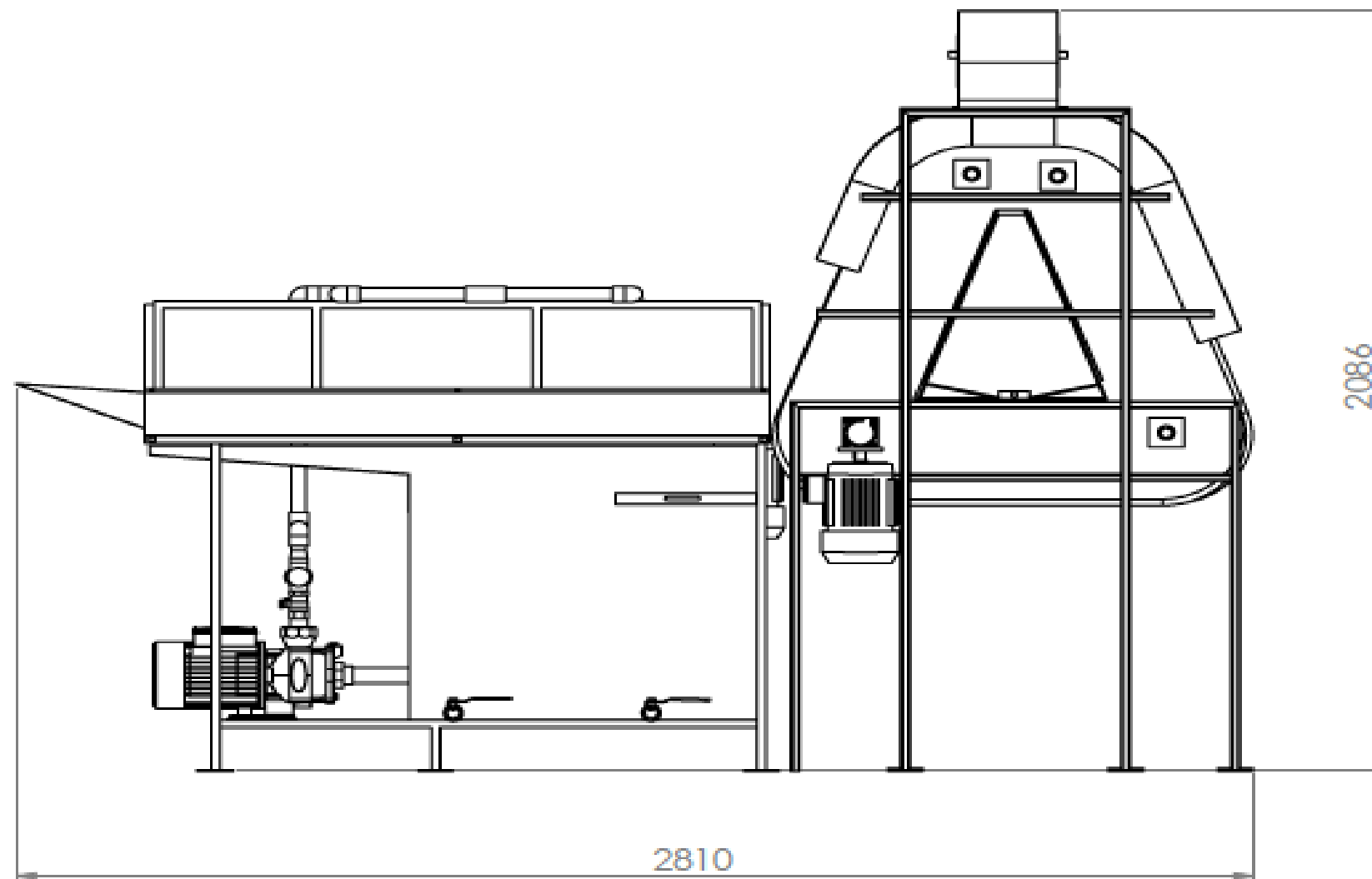
Nestor Pinto  
 .....  
 Director de Servicios



Calle 158 # 23 - 60, Floridablanca  
 Tel.: 321 414 5620  
 directorservicios@ipe.com.co  
 Colombia - Santander

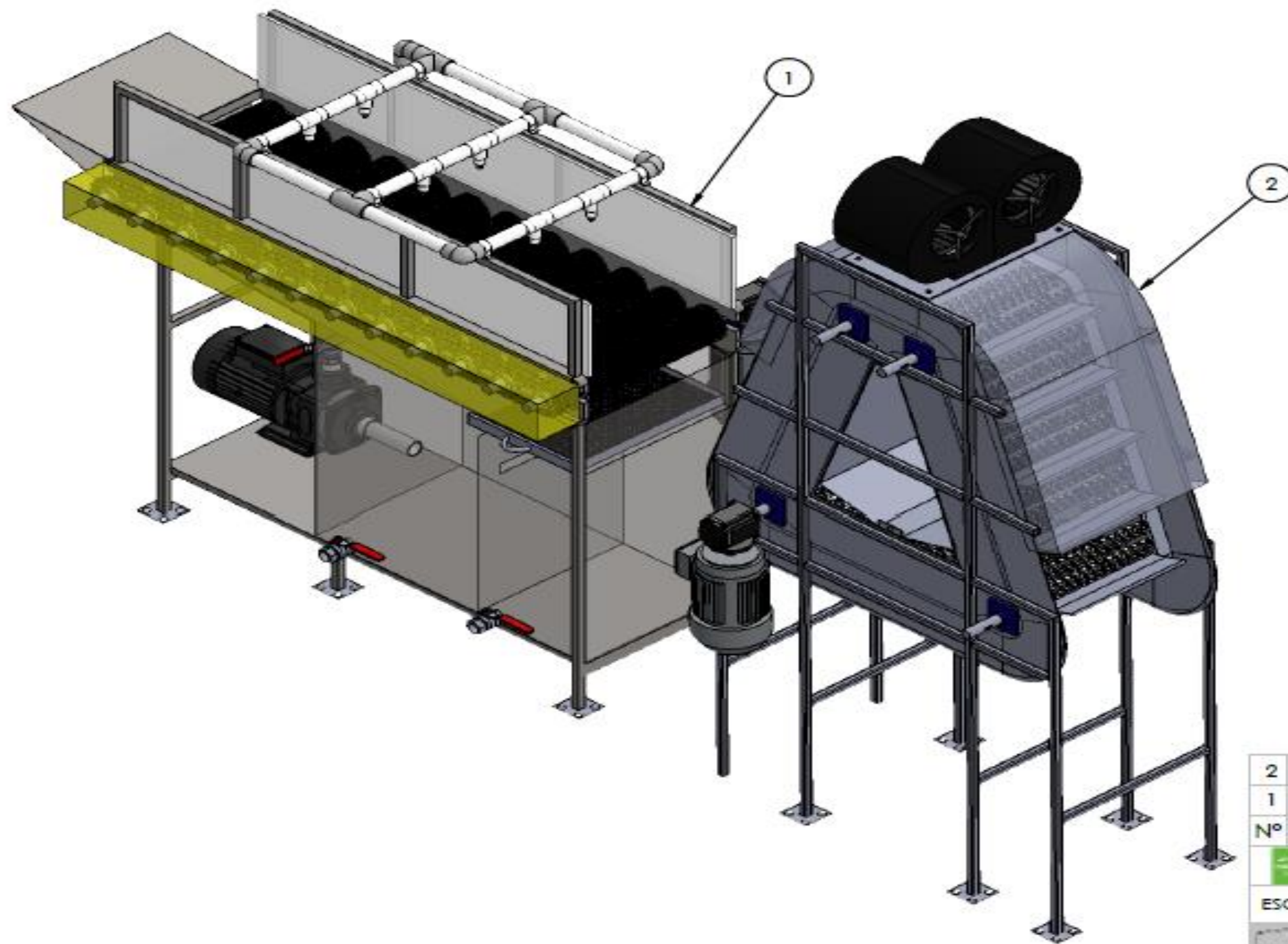
## **ANEXO R. Planos Sistema**



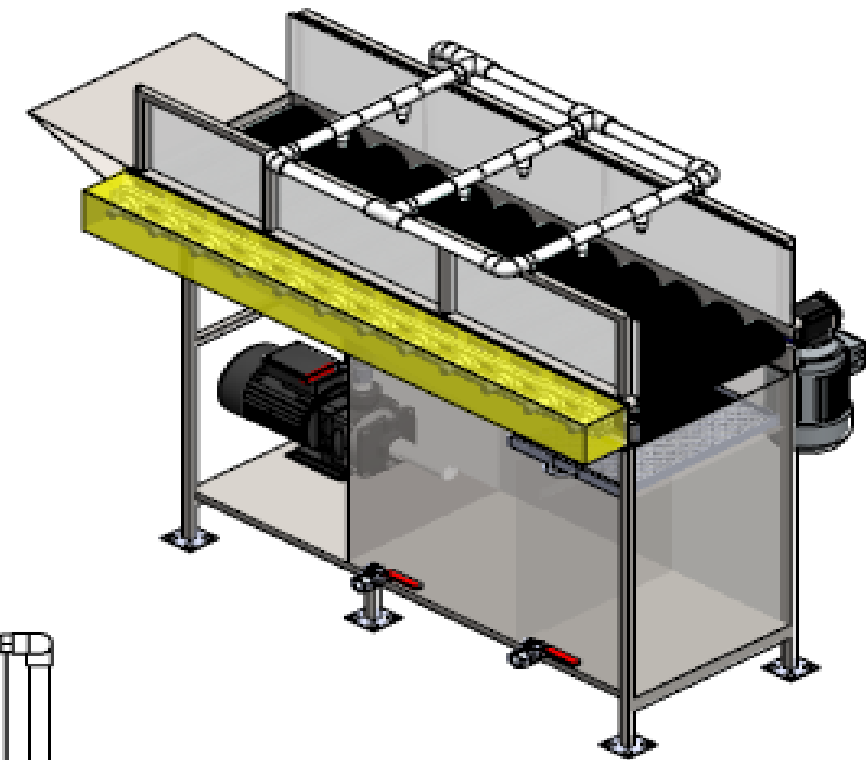
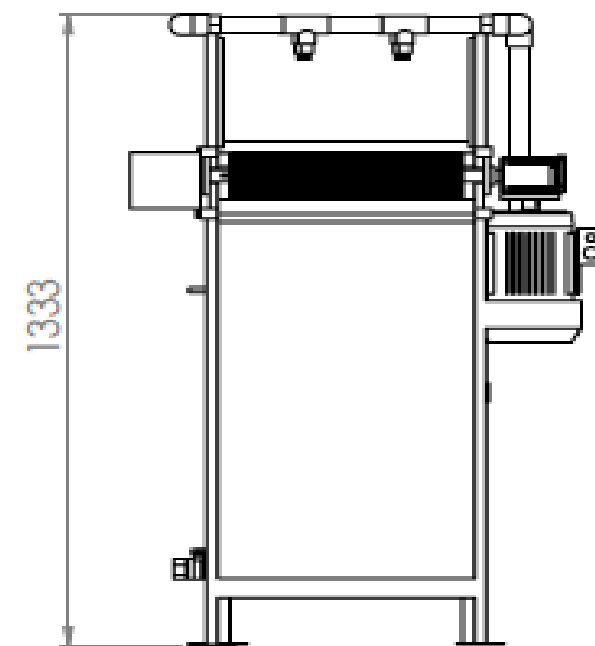
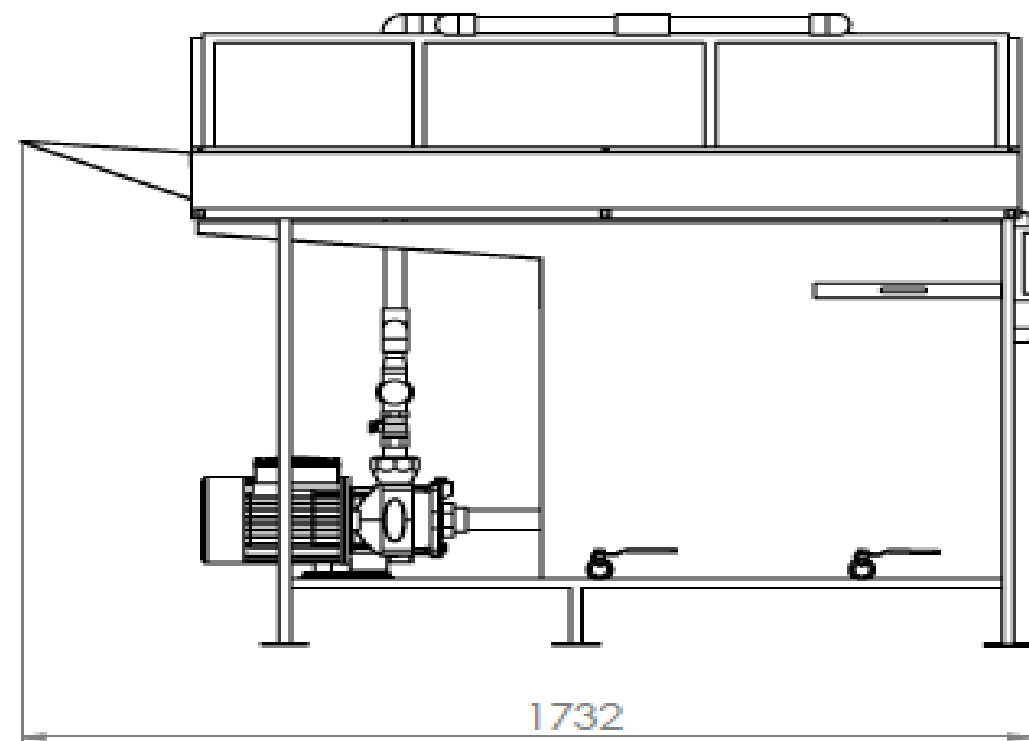
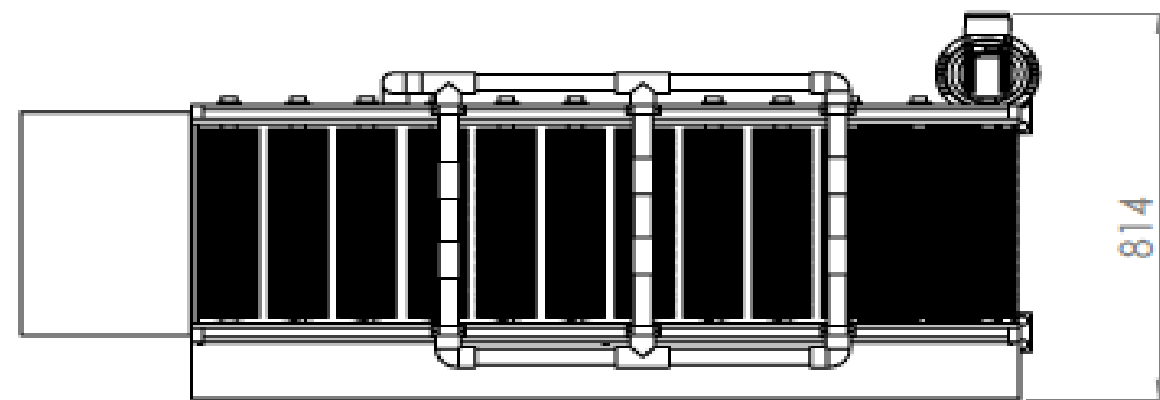
	ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA	
ESCALA 1:10	SISTEMA COMPLETO	
	DIBUJADO POR: JHON FLOREZ	PIEZA Nº —
FORMATO A3	REVISADO POR: ING. WILLIAM PINTO	HOJA 1/43
MEDIDAS EN: mm	MATERIAL: ACERO INOX 304	Agosto - 2020




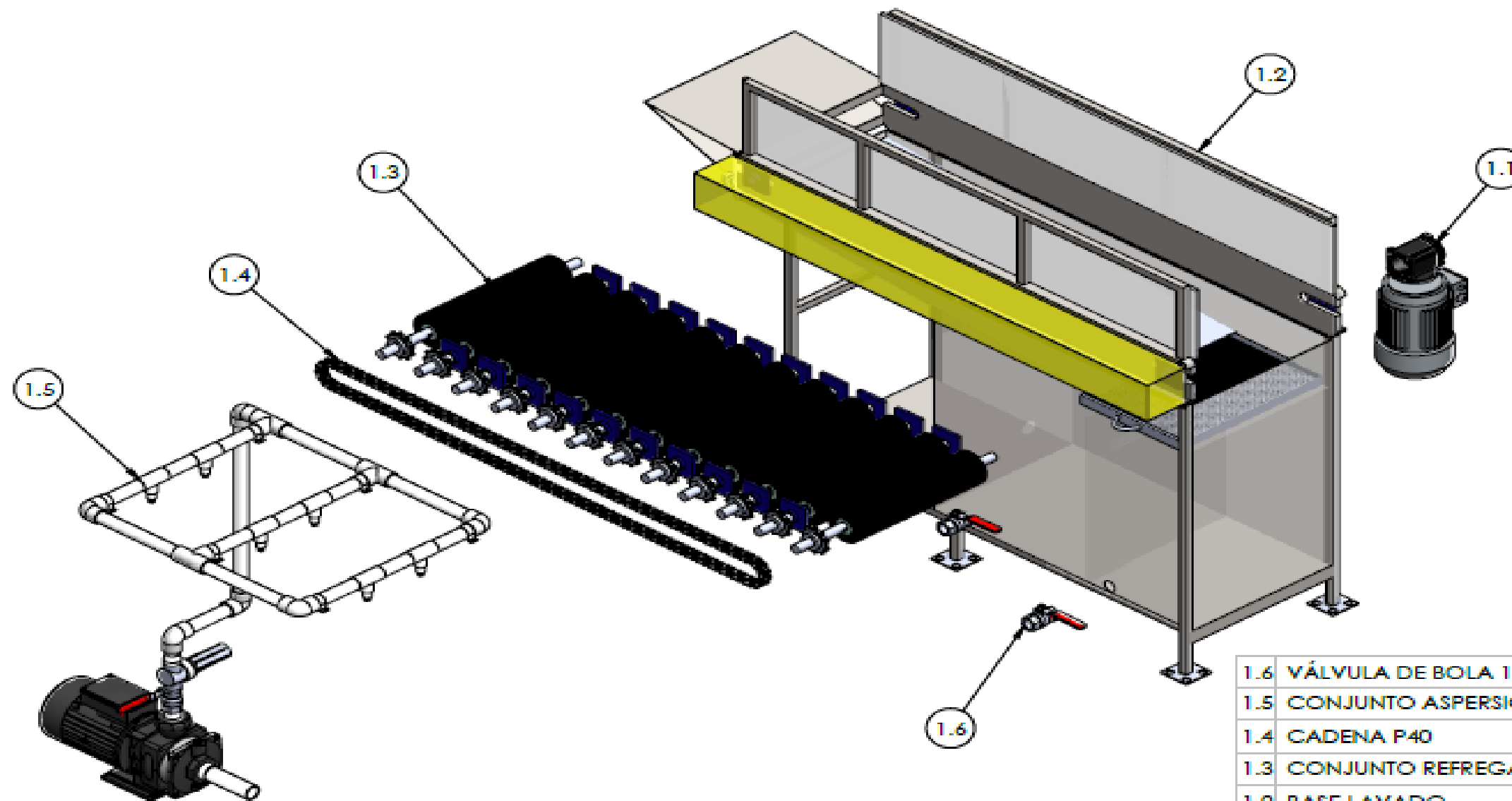
		<b>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
<b>ESCALA 1:13</b>		<b>SISTEMA COMPLETO</b>	
		<b>DIBUJADO POR:</b> JHON FLOREZ	<b>PIEZA N°</b> —
<b>FORMATO A3</b>		<b>REVISADO POR:</b> ING. WILLIAM PINTO	<b>HOJA 2/43</b>
<b>MEDIDAS EN:</b> mm		<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX 304	<b>Agosto - 2020</b>





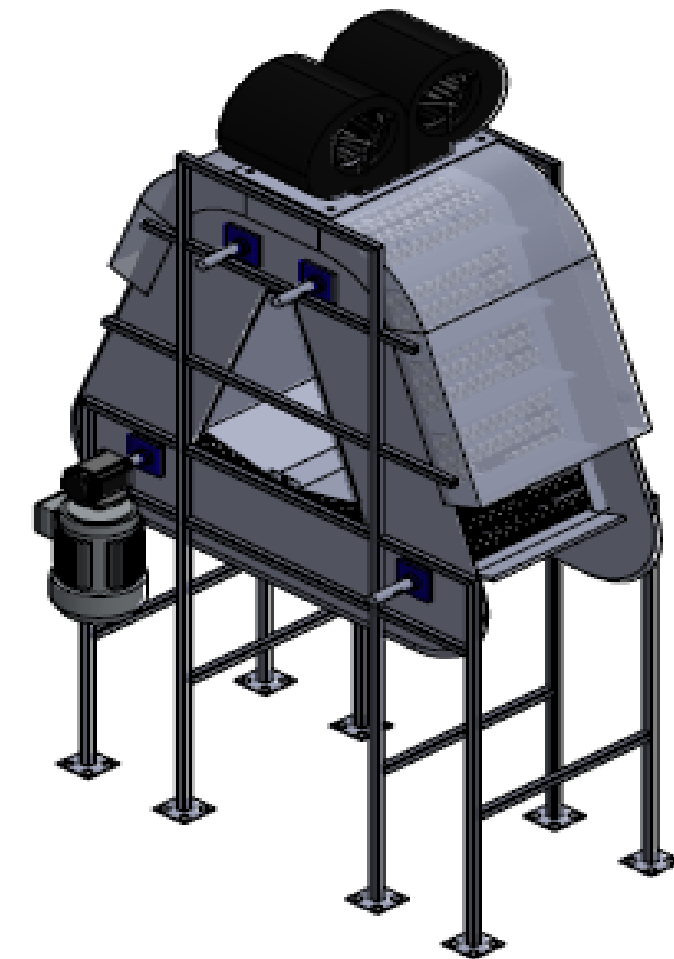
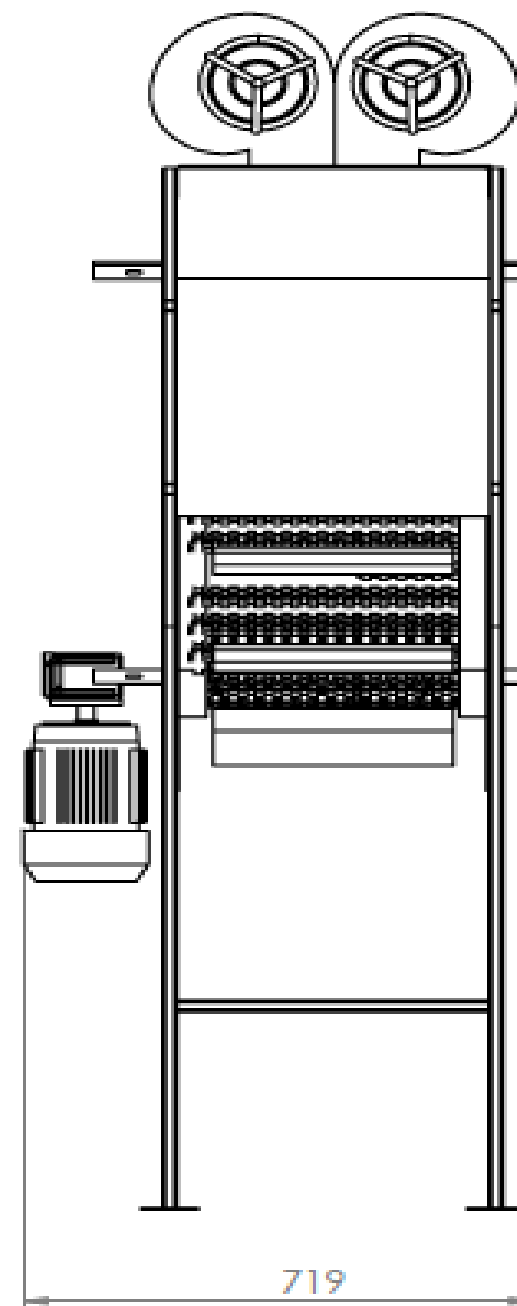
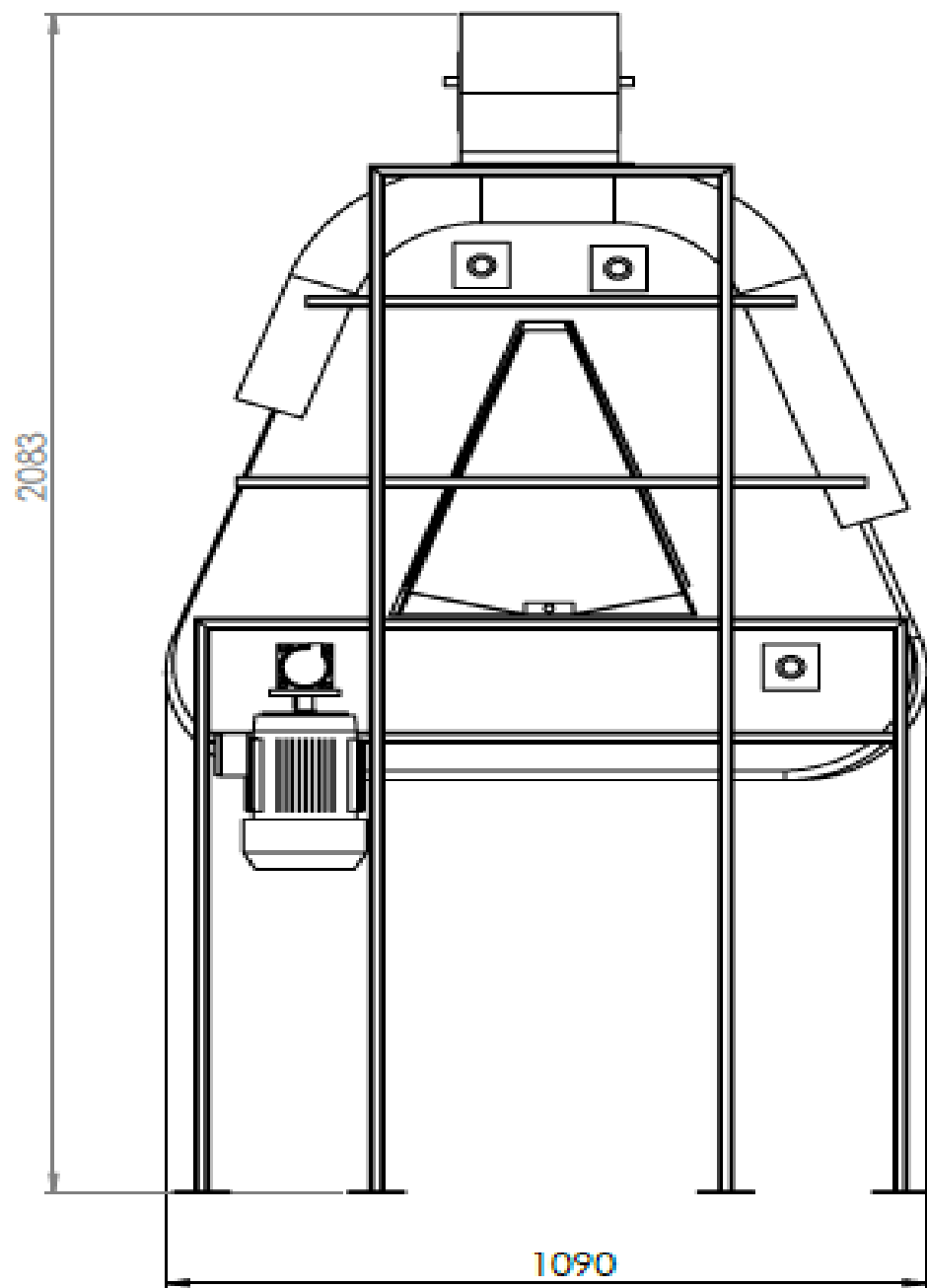
2	SISTEMA DE SECADO	1	ACERO INOX 304
1	SISTEMA DE LAVADO	1	ACERO INOX 304
Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL
 <b>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>ESCALA 1:10</b>			
<b>EXPLOSIONADO SIST. COMPLETO</b>			
		<b>DIBUJADO POR:</b> JHON FLOREZ	<b>PIEZA Nº</b> —
<b>FORMATO A3</b>		<b>REVISADO POR:</b> ING. WILLIAM PINTO	<b>HOJA 3/43</b>
<b>MEDIDAS EN:</b> mm		<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX 304	Agosto - 2020




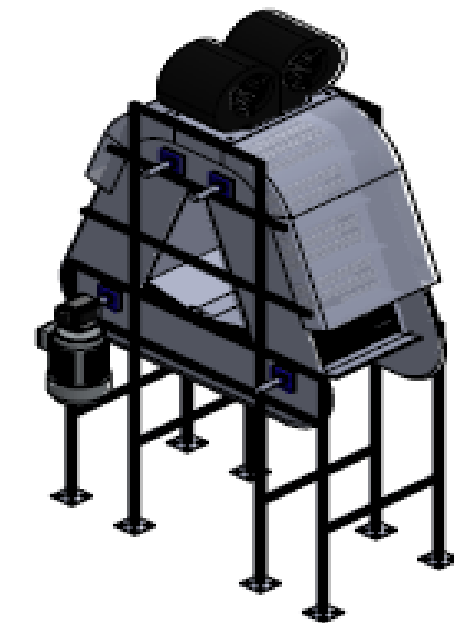
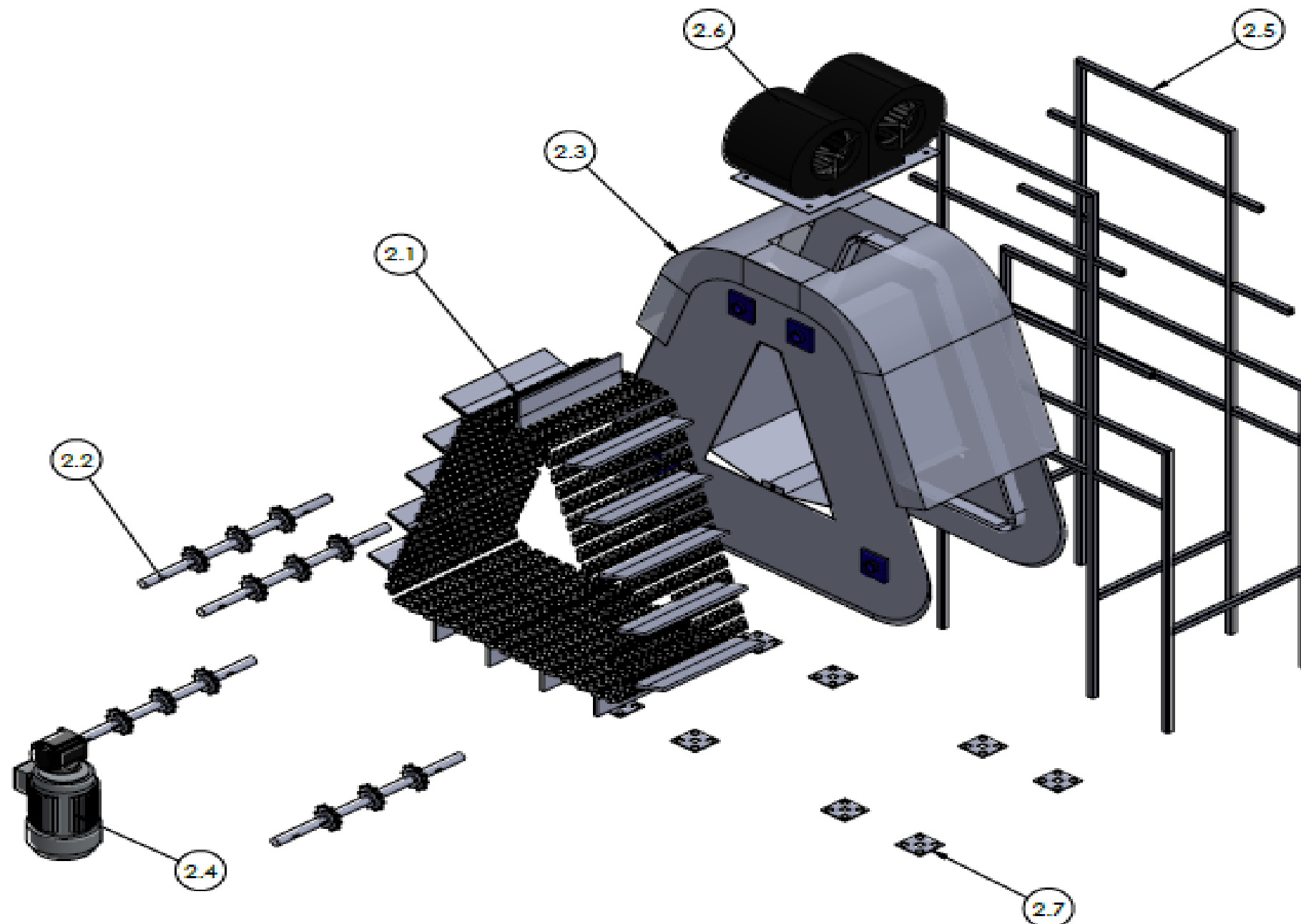
 <b>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
<b>SISTEMA DE LAVADO</b>	
<b>ESCALA 1:12</b>	<b>DIBUJADO POR:</b> JHON FLOREZ
<b>FORMATO A3</b>	<b>REVISADO POR:</b> ING. WILLIAM PINTO
<b>MEDIDAS EN:</b> mm	<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX 304
<b>PIEZA Nº 1</b> <b>HOJA 4/43</b> Agosto - 2020	




1.6	VÁLVULA DE BOLA 1 Pulg	2	PVC
1.5	CONJUNTO ASPERSIÓN	1	-----
1.4	CADENA P40	1	ACERO INOX
1.3	CONJUNTO REFREGADO	12	-----
1.2	BASE LAVADO	1	ACERO INOX 304
1.1	MOTOR SEW W10DRN63M4	1	-----
Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL
 <b>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
ESCALA 1:11		EXPLOSIONADO SIST. DE LAVADO	
		DIBUJADO POR: JHON FLOREZ	PIEZA Nº 1
FORMATO A3	REVISADO POR: ING. WILLIAM PINTO	HOJA 5/43	
MEDIDAS EN: mm	MATERIAL: ACERO INOX 304	Agosto - 2020	



 <b>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
<b>SISTEMA DE SECADO</b>		
<b>ESCALA 1:10</b>	<b>DIBUJADO POR:</b> KARLA IBETH PINZON CRUZ	<b>PIEZA Nº 2</b>
<b>FORMATO A3</b>	<b>REVISADO POR:</b> ING. WILLIAM PINTO	<b>HOJA 30/43</b>
<b>MEDIDAS EN:</b> mm	<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX 304	Agosto - 2020



2.7	PLATINA SOPORTE	8	ACERO INOX
2.6	VENTILADOR CENTRIFUGO BD 1300	2	-----
2.5	ESTRUCTURA SECADO	1	ACERO INOX 304
2.4	MOTOR SEW R77R37DRN63M4	1	-----
2.3	ESTRUCTURA DUCTO	1	ACERO INOX 304
2.2	TRANSMISIÓN	4	ACERO INOX 304
2.1	BANDA MODULAR 030A48 2800X440... ELEVADOR RECTO 030 120X400...PLADESIAN	1 15	POLIPROPILENO
Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL

 <b>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
<b>ESCALA 1:12</b>		
<b>SISTEMA DE SECADO</b>		
<b>DIBUJADO POR:</b> KARLA IBETH PINZON CRUZ		<b>PIEZA Nº 2</b>
<b>REVISADO POR:</b> ING. WILLIAM PINTO		<b>HOJA 31/43</b>
<b>FORMATO A3</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX 304</b>	<b>Agosto - 2020</b>
<b>MEDIDAS EN:</b> mm		