



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ TIPO TORRE PARA
MEJORAR EL SISTEMA DE SECADO EN EL MOLINO “SAN RAFAEL S.R.L” DEL
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2016”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO**

AUTOR:

HÉCTOR RENATO OBLITAS VERA

ASESOR:

Ms. ING. VIVES GARNIQUE JUAN CARLOS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

CHICLAYO – PERÚ

2018

ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 8:00 horas del día 15 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3093 -2018-UCV-CH, de fecha 12 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "DISEÑO DE UNA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ TIPO TORRE PARA MEJORAR EL SISTEMA DE SECADO EN EL MOLINO "SAN RAFAEL S.R.L" DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE" presentado por el(la) (los) bachiller HÉCTOR RENATO OBLITAS VERA, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero.mecánico, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique

Secretario : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo


Vocal : Ing. Vives Garnique Juan Carlos

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

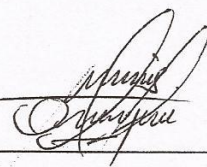
APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 9:00 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 15 de diciembre de 2018


Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique
Presidente


Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Secretario


Ing. Vives Garnique Juan Carlos
Vocal

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi Padre Carlos Oblitas, a mi Madre Amanda Vera, por darme siempre su apoyo incondicional y por ser ejemplo de trabajo, honradez y perseverancia.

A mi nueva familia Daniela mi Esposa, Santiago y Jimena mis hijos, por ser el impulso para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque gracias a él y su infinita sabiduría, yo he caminado por el sendero del bien y porque todo lo que hago siempre es pensando en él.

A mi familia, por estar junto a mí brindándome su apoyo incondicional durante todos estos años de formación profesional y ser mi mayor incentivo para el logro de mis metas e ideales.

A mis maestros, de mi Universidad querida, quienes, a través de sus enseñanzas, exigencias logran nuestra formación profesional.

Al Ingeniero Ricardo Castillo jefe de mantenimiento del Hospital “Almanzor Aguinaga Asenjo”, que gracias a él obtuve los permisos necesarios para poder estudiar, en horas que se cruzaban con mi trabajo.

¡Gracias ¡

Oblitas Vera Héctor Renato

RESOLUCION DE VICERECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

ANEXO 2

DECLARATORIA DE AUTORIA

Yo. **Héctor Renato Oblitas Vera**, de Ingeniería Mecánica, de la Universidad Cesar Vallejo, sede Chiclayo; declaro que el trabajo académico titulado **“DISEÑO DE UNA MAQUINA SECADORA DE ARROZ TIPO TORRE PARA MEJORAR EL SISTEMA DE SECADO EN EL MOLINO SAN RAFAEL S.R.L DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**, presentado para la obtención del título profesional de Ingeniería Mecánica es mi autoría

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

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

Chiclayo, 28 de Noviembre 2018



HECTOR RENATO OBLITAS VERA
DNI.: 40277419

PRESENTACIÓN

Señores del jurado:

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Particular César Vallejo antes ustedes presento la Tesis titulada **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ TIPO TORRE PARA MEJORAR EL SISTEMA DE SECADO EN EL MOLINO “SAN RAFAEL S.R.L” DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2016”**

La cual expongo a su criterio y espero cumpla los requisitos para su aprobación y obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico.

El Autor

OBLITAS VERA HÉCTOR RENATO

GENERALIDADES

Título:

- Diseño De Una Maquina Secadora De Arroz Tipo Torre Para Mejorar El Sistema De Secado En El Molino San Rafael S.R.L. Del Departamento De Lambayeque

Autor:

- Oblitas Vera Héctor Renato

Asesor:

- Ing: Enrique Díaz Rubio

Tipo de investigación:

- Cuantitativa

Línea de investigación:

- Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

Localidad:

- Chiclayo

Ubicación de la empresa:

- Lambayeque – Perú

Duración de la investigación:

- Fecha de inicio : 01 Enero del 2019
- Fecha de culminación: 19 de Octubre del 2019

INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA DE AUTORIA.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
GENERALIDADES.....	VII
INDICE.....	VIII
INDICE TABLAS.....	XII
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
INDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI

I. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Realidad Problemática	18
1.1.1 A NIVEL MUNDIAL	18
1.1.2 A NIVEL NACIONAL	18
1.1.3 A NIVEL LOCAL	19
1.2 Trabajos Previos	19
1.2.1 Bakker-Arkema, 1977	19
1.2.2 Sistema de Control Automatizado para el Secado de Arroz en el Molino el Pirata s.a.c.....	20
1.2.3 Diseño Concurrente de una Secadora Vertical Intermitente para Arroz 20	
1.2.4 Estudio Teórico-Experimental de un Prototipo de Secador Solar Industrial.....	20
1.1 Teorías Relacionadas al Tema	21

1.1.1	Historia del Arroz	21
1.1.2	El Arroz en el Perú	21
1.1.3	Proceso de Producción	22
1.2	Formulación del Problema	23
1.3	Justificación del Estudio	23
1.3.1	Tecnológica.....	23
1.3.2	Económica.	23
1.3.3	Ambiental.	23
1.4	Hipotesis.....	24
1.5	Objetivos	24
1.5.1	Objetivos Generales.....	24
1.5.2	Objetivos Especificos	24
II.	MÉTODO.....	26
2.1	Diseño de la Investigación	26
2.2	Variables y Operacionalización	26
2.2.1	Variables.....	26
2.2.1.1	Variable Independiente	26
2.2.1.2	Variable Dependiente	26
2.2.2	Operacionalización	27
2.3	Población y Muestra	27
2.3.1	Población	27
2.3.2	Muestra.....	27
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	27
2.4.1	Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28
2.5	Métodos de análisis de datos	29
2.5.1	Metodos de la Investigación.....	29
2.5.2	Diagrama de Diseño.....	30
2.5.3	Descripción del Diseño	31
2.5.4	Cálculos – Formulas	32
2.6	Aspectos éticos	33

III. RESULTADOS	36
3.1 DISEÑO DE SISTEMA DE RECEPCION Y LIMPIEZA.	36
3.1.1. Pre-limpieza.	36
3.1.2 Tolvas de recepción.....	37
3.1.3 Elevador de Cangilón	39
3.1.4 Elevador de cangilones de arroz.....	41
3.1.5 Dimensionamiento de Fosas.....	42
3.2. DISEÑO DE LA CÁMARA DE SECADO	43
3.2.1 CÁLCULO Y DISEÑO	43
3.2.2 DISEÑO DE VIGAS TRANSVERSALES	44
3.3 DISEÑO DEL HORNO DE QUEMADO	50
3.3.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO	50
3.3.2 VOLUMEN DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN	51
3.4 DISEÑO DEL HORNO Y SELECCIÓN DE MATERIALES	53
3.5 TOLVA ALIMENTADORA DEL HORNO.....	56
3.6 FLUJO DE AIRE REQUERIDO.....	57
3.7 FLUJO DE GASES EN LA CHIMENEA.	59
3.8 SELECCIÓN TORNILLO	60
3.9 TRANSFERENCIA DE CALOR	62
3. 10 PREDISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	64
3.11 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LOS GASES	67
3.12 CÁLCULO DEL VENTILADOR	70
3.13 POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO	73
3.14 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ.....	73
I.V DISCUSIÓN	84
V. CONCLUSIONES	86
VI. RECOMENDACIONES	88

VII. PROPUESTA	90
7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	90
7.2 ANEXOS.....	91
7.3 PLANOS.....	104
ACTA DE ORIGINALIDAD.....	124
REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN.....	125
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELÉCTRICA.....	126

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización De Variables.....	
Tabla2.Características Del Arroz En Cáscara.	49
Tabla3. Significado De Código De Material 1.	50
Tabla4.Características De La Cáscara De Arroz.....	52
Tabla. Significado De Código De Material.	53
Tabla 6. Valores Prácticos De K.....	60
Tabla7. Mínimo Calor Evaporar 1 Kg Agua.....	72
Tabla8. Tiro Estático Específico Para Flujo De Gases.	86
Tabla9. Características Del Material.....	87
Tabla 10. Significado De Código De Material.	88
Tabla 11. Datos De Variables A Utilizar.	96
Tabla12. Valores Del Coeficiente De Transferencia Global.....	99
Tabla13.Dimensiones De Tubería Intercambiador De Calor.....	101
Tabla14. Constantes Ec. de Nusselt.	106
Tabla15. Coef. de Transferencia Iteración.....	108

INDICE DE ILUSTRACIONES

Grafica 2.1. Flujo de Secado contracorriente, en silo.	29
Grafica 2.2. Flujos en tres etapas de secado y flujo corriente de enfriamiento.	30
Grafica 2.3. Secador de cascada en solo plano.	31
Grafica 2.4. Sección de columnas hexagonales transversal de secadora horizontal.....	32
Gráfica. 5.1. Esquema de sistema de limpieza.	45
Grafica 5.2. Diseño tolva para la recepción de cáscara.	46
Grafica 5.3. Elevadores de cangilones.	48
Grafica 5.4. Vista tolva con elevador de cangilones.	55
Grafica 5.5. Máquina pre limpiadora schule.	56
Grafica 5.6. Diseño estructural de secado de cámara	58
Grafica 5.7. Diseño de forma de columnas.....	58
Grafica 5.8. Vista superior de vigas secundarias.....	63
Grafica 5.9. Diagrama de cuerpo libre de viga secundaria.....	63
Grafica 5.10. Gráfico de esfuerzo cortante y momento flector para la viga secundaria..	65
Grafica 5.11. Diagrama de cuerpo libre de viga cargadora.....	67
Grafica 5.12. Viga Cargador Esfuerzo cortante y momento flector.....	68
Grafica 5.13. Diseño representativo del horno.....	74
Grafica 5.14. Corte transversal del horno.	75
Grafica 5.15. Posición de la parrilla.	76
Grafica 5.16. Volumen de la cámara vs potencia del horno	77
Grafica 5.17. Estructura exterior del horno.....	77
Gráfica. 5.18. Diseño de forma de la tolva alimentadora.....	79
Grafica 5.19. Sistema de paletas para descarga de cáscara.....	80
Grafica 5.20. Calculo de coeficiente n.....	82
Grafica 5.21. Esquema de soplador de cenizas.....	84
Grafica 5.22. Helicoide sencillo de paso estándar.....	91
Grafica 5.23. Balance de energía.....	95
Grafica 5.24. Factor de corrección para un intercambiador de calor.....	98
Grafica 5.25. Distribución de temperatura en flujo cruzado.....	100
Grafica 5.26. Arreglo de tubos en un banco.....	104
Grafica 5.27. Croquis de distribución de aire.....	110

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. Pérdida de carga con conducto rectangular con igual.....	131
ANEXO 02. Pérdida de carga por rozamiento del aire por conductos circulares.....	132
ANEXO03. Área perforada vs Área laminada.....	133
ANEXO04 resistencia al flujo de Granos, Semillas.....	134
ANEXO05.Energía por porcentaje de aire seco.....	135
ANEXO 06. Mermas de Secado.....	136
ANEXO 07. Peridas de presión estática por contracciones.....	137
ANEXO 08. Tabla de Materiales.	138
ANEXO 09. Código de clasificación de materiales.....	139
ANEXO 10. Tabla de Elevador de Cangilones.....	140
ANEXO 11. Tabla de Cangilones.....	141
ANEXO12. Descarga Centrifuga de Banda Series 100.....	142
ANEXO13. Cangilones Series 100.....	143
ANEXO 14. Dimensiones del Elevador de Cangilomes.....	144
ANEXO 15. Dimensiones del Elevador de Cangilomes.....	145
ANEXO 16. Máquina prelimpiadora schule.....	146
ANEXO 17. Diagrama de funcionamiento de maquina secadora.....	147
ANEXO 18. Características de los materiales.....	148
ANEXO 19. Código de Clasificación de materiales.....	149
ANEXO 20. Selección de Rodamientos.....	150
ANEXO 21. Tabla de Capacidad Horizontal de Tornillos Transportadores.....	151
ANEXO 22. Requerimientos de Potencia.....	152
ANEXO 23. Tabal de Factores de potencia.....	153
ANEXO 24. CEMA estándar.....	154
ANEXO 25. Artesas Estándar.....	155
ANEXO 26. Tapas de Artesa.....	156
ANEXO 27. Característica de Ventilador Centrífugos.....	157
ANEXO 28. Dimensiones de Ventilador Centrífugos.....	158

RESUMEN

En la región Lambayeque, la principal actividad económica es la producción del arroz. Por ello se lleva un seguimiento cuidadoso desde su siembra, su cosecha, el procesamiento del arroz en molino, y finalmente hasta su comercialización.

En el molino “SAN RAFAEL S.R.L” surgió una problemática debido al incremento de la demanda de arroz en esta región; de manera que busca aumentar la producción, implementando una máquina que acelere el proceso de secado de arroz; ya que por el método artesanal que viene hacer el secado a la intemperie demora un poco más, se encuentra expuesto a insectos, creación de hongos y el clima lluvioso de esta región.

De modo que se diseñó una máquina secadora de arroz tipo torre para mejorar el proceso de secado de arroz en el molino, en la cual se pueden ingresar granos de arroz con 24% de humedad y reducirlos hasta un 12%, teniendo una capacidad de 4394.23 kg, produciría 87 sacos de arroz de 50 kg por hora. También utilizaremos la merma de arroz o cascarilla como combustible para su funcionamiento, ahorrándonos así un gran costo.

Además, se realizó en análisis de TIR y VAN obteniendo como resultado un TIR de 64% y VAN de 127245 soles; por tanto, concluimos que el diseño de esta máquina sería rentable para el molino.

Palabras Clave: Diseño Mecánico, Secado de Arroz, Cáscara

ABSTRACT

In the Lambayeque region, the main economic activity is rice production. For this reason, careful monitoring is carried out from the time of planting, harvesting, mill processing, and finally, marketing.

A problem arose in the mill "SAN RAFAEL S.R.L" due to the increase in rice demand in this region; so that it seeks to increase production, implementing a machine that accelerates the rice drying process; since by the artisanal method that comes to do the drying to the weather it takes a little longer, it is exposed to insects, creation of fungi and the rainy climate of this region.

So a tower-type rice drying machine was designed to improve the rice drying process in the mill, in which rice grains with 24% moisture can be entered and reduced up to 12%, with a capacity of 4394.23, would produce 87 bags of rice of 50 kg per hour. We will also use the shrinkage of rice or husk as fuel for its operation, thus saving us a great cost.

In addition, it was performed in TIR and VAN analysis, obtaining as a result a TIR of 64% and VAN of 127245 soles; therefore, we conclude that the design of this machine would be profitable for the mill.

Keywords: Mechanical Design, Drying Rice, shell

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 A NIVEL MUNDIAL

Es el segundo cereal más consumido en el mundo, su producción es más del 85% proviene de la Zona de Asia. Y los principales países asiáticos como (China, Tailandia, Bangladesh, Vietnam, Myanmar India, e Indonesia) consumen y producen aproximadamente el 80% del arroz del mundo.

Existen variedades de arroz cultivadas en los últimos años, con mejoras de sus características; ofreciendo mejoras de rendimientos, en cuanto a mayor resistencia a enfermedades, mejor calidad de grano y mayor producción. Esto significa que deben emplearse máquinas para acelerar el proceso de secado en dichos países, así como poseer un flujo másico relativamente grande, para así poder satisfacer las demandas del mercado. (ESTADÍSTICAS DE LA FAO, 2016)

1.1.2 A NIVEL NACIONAL

El Perú se encuentra mayormente distribuido en la zona norte del país, debido a que posee las condiciones climáticas más apropiadas para este cultivo, puesto a que la superficie total agrícola de Perú asciende 5' 909.582 de hectáreas agrícolas, de las cuales la zona norte cuenta con 1' 477.997.

El secado del arroz cáscara en personas de pocos recursos mayormente es de forma natural, exponiendo una gran área del arroz cáscara a los rayos del sol durante el mayor tiempo posible, para así disminuir la humedad del arroz cáscara, sin embargo esta manera no es la más eficiente, debido a los parámetros de tiempo de secado y exposición prolongada a los factores ambientales, es por eso que algunos productores de arroz optan por el secado artificial, disminuyendo así el tiempo y aumentando la oportunidad de vender su producto a un precio conveniente.

1.1.3 A NIVEL LOCAL

Muchos molinos de arroz de nuestro departamento presentan problemas de eficiencia en su producción específicamente por la falta de tecnología y conocimiento del tratamiento adecuado de la humedad de arroz cáscara.

Este es el caso de MOLINERA “SAN RAFAEL” ubicado en Carretera Panamericana Norte N° 778 de la provincia y departamento de Lambayeque, el cual cuenta con una Piladora de arroz Marca: Satake de fabricación inglesa la cual tiene una producción diaria de 703 sacos de 50 Kg. c/u trabajando 8 horas diarias. Esto produce un flujo de 4394.23 Kg de arroz húmedo por hora, el cual es secado a la intemperie en las afueras del molino el cual por las condiciones atmosféricas que está expuesto puede acarrear entre otros, problemas de almacenamiento por secado insuficiente.

Por lo que, nuestra investigación tratará del diseño de una secadora que cumpla con los requerimientos de la apiladora en cuestión aumentando así la eficiencia de la producción del molino.

1.2 Trabajos Previos

1.2.1 Bakker-Arkema, 1977

Creador del secador de flujos paralelos y etapas múltiples. Generalmente se recircula cerca del 50 por ciento del aire total; por lo cual propone que el uso de estos secadores aumenta la capacidad de secado del sistema y la recirculación por parte del aire del escape es un adelanto en los secadores de flujos cruzados.

La recirculación viene hacer la reutilización del aire de escape para el secado, pasándolo por una fuente de calentamiento. Los secadores que funcionan con esta técnica, el aire saturado proveniente de la primera etapa de secado y sale al medio ambiente, puesto a que y el aire que sale de las etapas siguientes de secado se mezcla con el aire que pasa por la zona de enfriamiento y así este se dirige a la fuente de calentamiento.

1.2.2 Sistema de Control Automatizado para el Secado de Arroz en el Molino el Pirata s.a.c

El molino “EL PIRATA S.A.C” ubicado en el departamento de Lambayeque presenta un déficit en la medición de humedad del grano de arroz, por lo que se realizó un proyecto que ayudará a solucionar este déficit realizando la automatización de las persianas de la secadora del molino con el objetivo de minimiza el error humano que en algunos casos podría afectar la calidad final del producto. Así mismo se puede procesar mayor cantidad de arroz en menor tiempo, con mayor calidad y limpieza.

1.2.3 Diseño Concurrente de una Secadora Vertical Intermitente para Arroz

El trabajo refleja el diseño concurrente de una secadora vertical intermitente para arroz con una capacidad de secado de 20 toneladas y una reducción del 2% de humedad por hora, en la cual los parámetros de diseño fundamentales son: la temperatura de secado, humedad inicial del grano, pérdidas de presión entre otras, los cuales influyen directamente en la eficiencia de la máquina. Es allí donde interviene el diseño concurrente, al realizar el diseño teórico y verificarlo con diferentes programas CAD, los mismos que permiten realizar un análisis de los elementos diseñados y comparar los resultados obtenidos, alcanzando un margen de error aceptable llevando a tomar estos datos como válidos en el diseño del equipo.

1.2.4 Estudio Teórico-Experimental de un Prototipo de Secador Solar Industrial

El trabajo, se dividió en dos partes, la primera parte se diseñó una cámara de secado consistió en la construcción de secador solar de granos de cama fija de 1000kg de capacidad y con una carga de 220kg de mazorcas de maíz. El diseño de la cámara de secado se realizó con base en una simulación aerodinámica de la velocidad del aire, en la cámara interior de secado, se realizó un estudio paramétrico del proceso de secado industrial utilizando tres temperaturas y cuatro velocidades. El estudio paramétrico indicó que, si la temperatura se mantiene constante, al aumentar la velocidad del aire, el tiempo de secado disminuye con un comportamiento no lineal.

1.1 Teorías Relacionadas al Tema

1.1.1 Historia del Arroz

Es el segundo cereal más producido a nivel mundial, después del maíz pues este último es producido con otros muchos propósitos aparte del consumo humano.

Se puede decir que el arroz es el cereal más importante en la alimentación humana y que contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta humana actual, representa casi las tres cuartas partes de la alimentación de la población. A lo que se dedican hectáreas al cultivo del arroz en el mundo.

Existen cerca de diez mil variedades de arroz. suele cultivarse en los trópicos como en las zonas de clima templado y que se caracteriza por su alto contenido en almidón. La mayoría de arroces se pulen y el resultado es un grano de arroz que se mantiene estable durante meses.

La recolección se realiza con máquinas especializadas, después se procede al secado, para que el grano pase del 25% de humedad al 14%-15% aproximadamente, con secadoras especiales.

1.1.2 El Arroz en el Perú

Fue introducido al Perú por los españoles a mitad del siglo XVI, localizándose en los valles costeros del sur del país. En la actualidad ocupa importante valles del Norte y la Ceja de Selva. También ocupa 28 millones de jornales desde la siembra hasta la cosecha y constituye el 10% de la Producción Agropecuaria.

Es un cereal de gran importancia en la alimentación diaria de los peruanos por ser un producto de alto contenido en calorías y proteínas que ha desplazado a la papa en variados platos regionales.

1.1.3 Proceso de Producción

Después de la cosecha, el grano bruto de arroz es transportado al molino en camiones para su limpieza y descascarillado. Al llegar al molino sigue los siguientes procesos :

- **Recibido** : se recibe el arroz en bruto procedente del campo.
- **Descarga** : se descarga el arroz y almacena.
- **Limpieza** : se realiza la limpieza de impureza, ramas, troncos y basura excedente por medio de una zaranda.
- **Secado** : se procede al secado a través de ventiladores de aire
- **Almacenamiento** : se almacena en silos de elevadores.
- **Descascarado** : se descasca a través de rodillos.
- **Separación** : se realiza la separación por rejillas de zaranda.
- **Blanqueo y Pulido** : se realiza el blanqueo a través de blanqueadores de abrasión y rodillos pulidores.
- **Clasificación por tamaños y color** : pasa por una banda de rejillas y clasifica los tamaños y posteriormente por una banda transportadora clasificadora de tamaños.
- **Empaquetado** : se empaquetan en bolsas de 10kg, 25kg y 50kg.
- **Distribución** : se comercializa el producto.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo reducir la humedad del proceso de secado de arroz a un 12% disminuyendo su tiempo de secado y por lo tanto mejorando el proceso de producción?

1.3 Justificación del Estudio

1.3.1 Tecnológica.

El motivo por el cual se va a diseñar una máquina secadora de arroz tipo torre, es para aplicar los conocimientos de diseño e instalación, así mismo la infraestructura, las características de la máquina para el correcto proceso de secado de arroz, así como optimizar este proceso.

También porque nos permitirá identificar los factores que están afectando la eficiencia además de conocer, proponer y aplicar técnicas que posibiliten las mejoras en el sistema, contribuirá con una metodología de estudio de los sistemas de secado de arroz para otros posibles investigadores.

1.3.2 Económica.

Tendrá un impacto positivo ya que esta máquina está destinada a beneficiar al empresario ya que aumenta la eficiencia y producción. Mejorando así la calidad del arroz procesado al ser nuevas y mejores tecnologías la que se utilicen en dicho proceso, y beneficiará a los agricultores que verán mejorada su producción de arroz.

1.3.3 Ambiental.

Esta máquina utiliza la cascarilla del arroz como combustible alternativo para el secado. Ya que poder calorífico que posee es similar al de la madera y otros combustibles

El residuo de la cascarilla resulta poco biodegradable y se podría utilizar como aislante térmico o como abono para las plantas.

1.4 Hipotesis

Si es posible diseñar una máquina la cual optimiza el proceso de secado de arroz en cáscara para el molino “SAN RAFAEL S.R.L” del departamento de Lambayeque.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivos Generales

Diseño de una máquina secadora de arroz tipo torre, para mejorar el sistema de secado en el molino “SAN RAFAEL S.R.L” del departamento de Lambayeque.

1.5.2 Objetivos Especificos

- Conocer las técnicas del secado de arroz cascara.
- Determinar los parámetros técnicos para diseñar una maquina secadora de arroz.
- Calcular los elementos electromecánicos de la maquina secadora de arroz.
- Realizar la evaluación económica del TIR-VAN

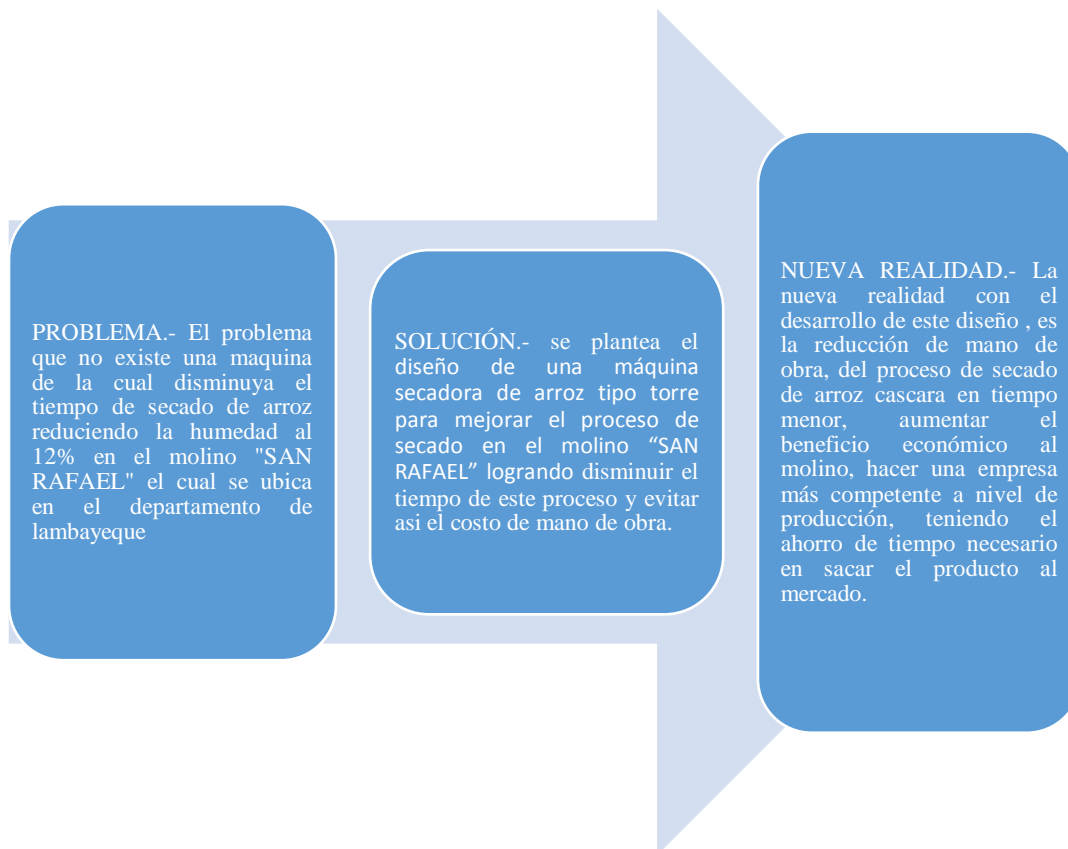
CAPÍTULO II
MÉTODO

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la Investigación

Tipo: Cuantitativa

Diseño: Investigación Cuasi experimental.



2.2 Variables y Operacionalización

2.2.1 Variables

La presente tesis del modelo cuantitativo está asociada a la metodología del diseño, y se vincula al "Diseño de una Máquina Secadora de Arroz" la cual propone dos tipos de variables:

2.2.1.1 Variable Independiente

Diseño de la Máquina Secadora de Arroz

2.2.1.2 Variable Dependiente

Parámetros de Secado de Arroz

2.2.2 Operacionalización

Tabla 1

Operacionalización de variables

	Variable	Indicador	Sub Indicador	Recopilación de Información	Instrumento de Recopilación	Instrumento de Medición
INDEP.	Diseño de la Secadora de Arroz	Varios	Software	Analizar Documentos	Análisis Documentos	Cálculo
DEP.	Parámetros de Secado del Arroz	Varios	Humedad	Recolección de Datos	Guías	Cálculo

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población

Producción de arroz del molino “SAN RAFAEL S.R.L”

2.3.2 Muestra

La producción de arroz del molino “SAN RAFAEL S.R.L”

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Con la intención de realizar un buen trabajo de investigación, se recopilaron datos que permitieron adquirir información valiosa y necesaria para lograr alcanzar objetivos de la presente tesis.

2.4.1 Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad

- Observación de Guías
- Entrevista
- Analizar documentos

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.2.1 Observación de Guías

Se realizará una guía de observaciones a todas las tareas a realizar, para la obtención de datos, con la finalidad de evaluar e identificar en un periodo de tiempo su comportamiento.

2.4.2.2 Entrevista

Las entrevistas se realizarán a Ingenieros Mecánicos especializados en diseño mecánico.

2.4.2.3 Analizar Documentos

Analizamos las normas de INDECOPI las cuales están destinadas al diseño, maquinado y protección para la máquina. También asumiremos normas internacionales, como la norma AISI 304, que establece la aplicación del material (Acero Inoxidable) para el tratamiento de alimentos, y con las normas de diseño mecánico y seguridad

Además, se tomará en cuenta catálogos de motores eléctricos para seleccionar la potencia requerida para el sistema de selección, así como catálogos para la selección de rodamientos, cadenas, piñones, rodillos etc.

2.5 Métodos de análisis de datos

2.5.1 Metodos de la Investigación

a) Método analítico.

Utilizamos el presente método que consiste en la desmembración de un todo, pudiendo así observar las causas, naturaleza y los efectos, teniendo como análisis la observación.

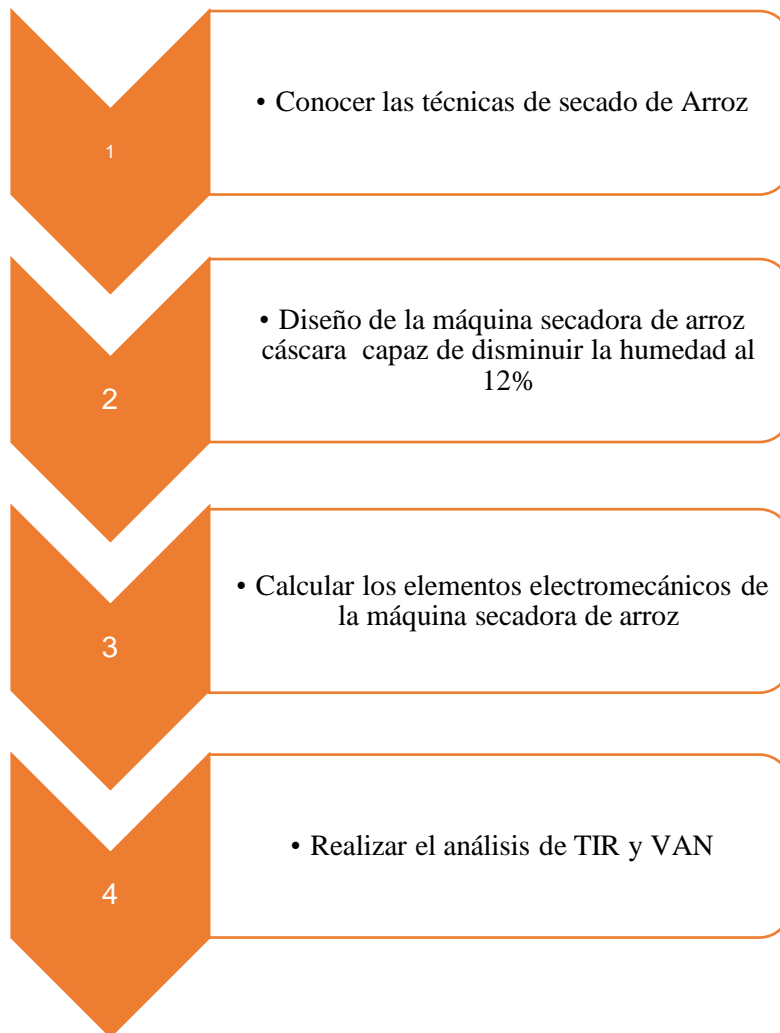
También nos permitirá conocer más el objeto de estudio el cual se basa en el proceso de secado de arroz cáscara, donde se puede explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento.

b) Método deductivo.

El proceso de secado de arroz cáscara es muy importante y requerido, ya que de una u otra forma ayudará a reducir costos en la mano de obra y tiempo en la ejecución de esta actividad.

Lo ideal para el proceso de secado de arroz cáscara son los rangos de tiempo y humedad, el cual permitirá al productor aumentar su eficiencia en la línea de producción.

2.5.2 Diagrama de Diseño



2.5.3 Descripción del Diseño

2.5.3.1 Conocer las técnicas de secado de Arroz

Se investigó las técnicas utilizadas para el secado de arroz cáscara el cual se conoció a través de investigaciones mediante internet y la visita al molino.

2.5.3.2 Diseño de la máquina secadora de arroz cáscara capaz de disminuir la humedad al 12%

Diseñaremos la máquina tipo torre para el proceso de secado, de acuerdo a lo requerido por los productores, en cuanto al nivel de la producción y según los parámetros de funcionamiento requeridos.

2.5.3.3 Calcular los elementos electromecánicos de la máquina secadora de arroz

Se realizará los cálculos correspondientes, según los parámetros de diseño requeridos para la máquina tipo torre para el proceso de secado, mediante el software de modelado y simulación.

2.5.3.4 Realizar el análisis de TIR y VAN

Se realizará una evaluación de los elementos que componen el Secador de Arroz, así como piezas de la máquina (materiales, equipos, mano de obra, etc.). Tolo los ingresos y egresos para posteriormente realizar en análisis de TIR y VAN para verificar su rentabilidad.

2.5.4 Cálculos – Formulas

El cálculo nos ayudará a determinar la potencia requerida por el sistema de selección, garantizando así un efectivo secado del arroz. También se realizarán los cálculos para;

- El flujo másico
- Cálculos para selección el elevador de cangilones.
- Cálculos para diseño estructural de cámara de secado.
- Cálculos para la selección de tornillo transportador.
- Cálculos de intercambiador de calor.
- Cálculo para ventilador.

2.5.5 Planos y Diseño

Los planos de la máquina y el detalle de las piezas se realizarán con el programa SOLIDWORKS 2018, una vez acabado el diseño.

- Planos generales del diseño.
- Planos de despiece
- Cada una de las piezas que compongan la diseñar la máquina tipo torre para el proceso de secado

2.6 Aspectos éticos

El Proyecto se basará en los siguientes términos éticos, establecido en el Código Ética del (CIP, 1999) y el Código de Ética de la Universidad Cesar Vallejo (UCV, 2018)

Código de ética del Colegio de ingenieros del Perú (CIP, 1999, pag1)

El documento consigna lineamientos a seguir por parte del ingeniero en relación con la sociedad, colegas en ejercicio de su profesión, el público, y todo esto apuntado a su desenvolvimiento y competencia dentro de su profesión. Es así que en sus primeros artículos se menciona lo siguiente:

Art. 1 – El ingeniero está a disposición de la sociedad. Por lo que tienen la obligación de contribuir al bienestar social, dando importancia a la seguridad y utilización de recursos para desempeño profesionales.

Art. 4 – El ingeniero reconocer con seguridad la salud, la vida, los bienes y el bienestar de la población en general, así como el desarrollo tecnológico, incorporado por ellos, en edificaciones, estructuras, dispositivos, máquinas, productos y procesos. Y por ello no brindaran sus conocimientos aquello que afecte la salud y paz.

Art – 5 El ingeniero cuidará los recursos humanos, naturales, económicos, materiales, evitando el abuso y hará que se respete las disposiciones legales que para preservar el medio ambiente.

(CIP, 1999, pag1)

Código de Ética de Investigación de la Universidad Cesar Vallejo (UCV, 2018, pag4)

CAPITULO I. Objetivos y Alcance

Artículo 1°. Objetivos.

Velar por la investigación desarrollada en la Universidad César Vallejo, cumplan los máximos estándares de rigor científico, responsabilidad y honestidad, para asegurar la precisión del conocimiento científico, proteger los derechos y bienestar de los investigadores y la propiedad intelectual.

Promover las buenas prácticas científicas, fomentando la integridad científica incluyendo la capacitación de los investigadores.

CAPÍTULO II. Principios Generales

Artículo 3°. Respeto por personas en su integridad y autonomía.

Reconoce la dignidad humana, independientemente de la procedencia, estatus social o económico, etnia, género u otra característica, donde los intereses y el bienestar del ser humano están por encima de los intereses de la ciencia, y se respeta su autodeterminación como su cosmovisión cultural.

Artículo 4°. Búsqueda del Bienestar.

Se orienta a hacer y buscar el bien de las personas del proceso de investigación, evitando riesgos o posibles daños; así como también busca la preservación del medio ambiente.

Artículo 5°. Justicia.

Se refiere al trato igualitario de los participantes en la investigación, sin exclusión alguna.

(UCV, 2018, pag4)

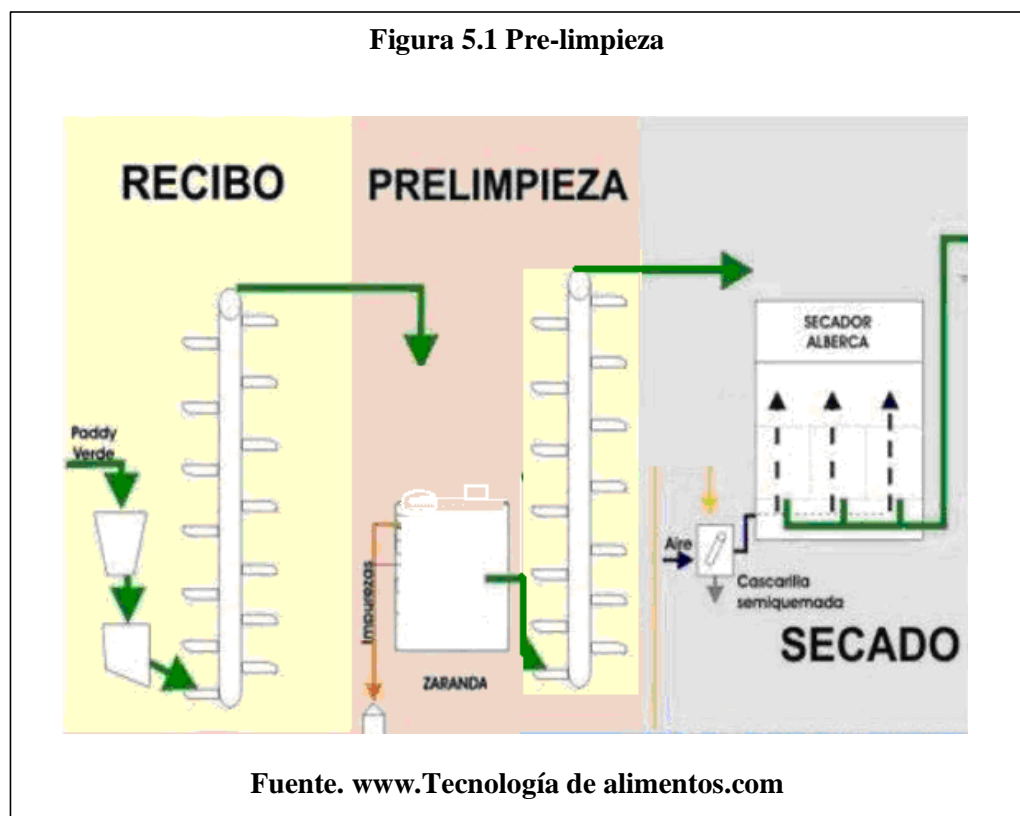
CAPÍTULO III
RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1 DISEÑO DE SISTEMA DE RECEPCION Y LIMPIEZA.

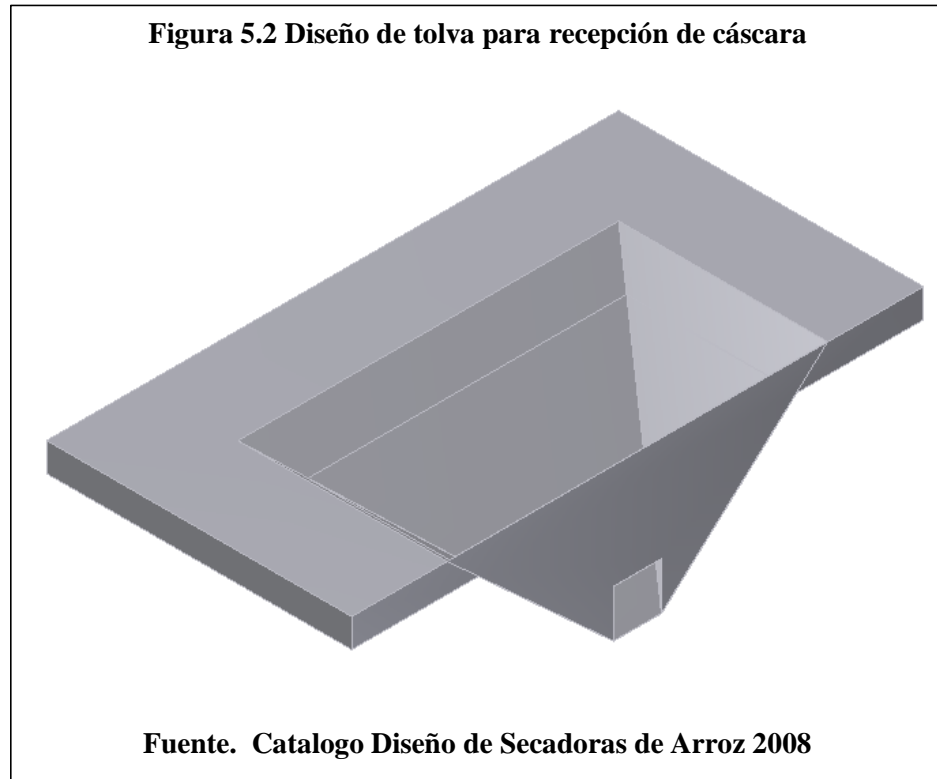
3.1.1. Pre-limpieza.

El diseñado conformado por la tolva, con dos cangilones de elevador y un pre-limpiador; teniendo como una restricción el factor económico, ya que buscamos la propuesta más factible para el molino SAN RAFAEL.



3.1.2 Tolvas de recepción

La forma elegida para la tolva de recepción de cáscara es la de una pirámide mostrada en la Figura 5.2



Con medidas tomadas en Molinos:

$A=10 \text{ m}^2$, equivale a un área 5 m de ancho x 2.5 m largo.

$A=1 \text{ m}^2$, equivale a una superficie cuadrada de 0.75 m de lado (elevador de cangilones).

Aplicando la fórmula para pirámide:

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})$$

$$V = 6.78[\text{m}^3]$$

Teniendo en cuenta que:

$$V = \frac{M}{\rho} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$W = \rho * V * G$$

Donde la densidad del arroz en cáscara $\rho = 629.24 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$

$$M = 629.24 \left[\frac{Kg}{m^3} \right] * 6.78 [m^3]$$

$$M = 4266.25 [Kg]$$

$$M = 4.266 [Ton]$$

Factor de compactación:

Es la presión que ejerce los granos superiores sobre los inferiores, se calcula teniendo en cuenta la altura de llenado y esta expresada en términos de porcentaje:

- Altura superior de la masa del grano 50% \approx 5%
- Altura inferior de la masa del grano 50% \approx 3%

$$\text{Kg de arroz} = 4266.25 * 1.03 = 4394.23 \text{Kg}$$

Entonces la recepción del arroz en cáscara al ser almacenada en la tolva sería hasta un total de 87 sacos de arroz húmedo (de 50 kg cada uno).

3.1.3 Elevador de Cangilón

Para el diseño se empleará el manual MARTIN el cual tiene similares elevadores en el mercado.

Habiendo establecido la capacidad a secar de 4 Tn/h de arroz, para ello tomaremos la **tabla 2** y seleccionaremos el tipo de sus especificaciones.

Tabla 2

Características del arroz en cáscara.

Material	Arroz en cáscara
Densidad (Lb/ft ³)	45
Código de Material	C ^{1/2} 25P
Serie de elevadores Recomendados	E

Fuente: catálogo MARTIN

Con los datos que disponemos, determinaremos la capacidad por hora que requiere el cangilón. Teniendo en cuenta que el catálogo nos proporciona unidades inglesas es que usamos estas para el desarrollo del cálculo:

$$CFH = \frac{TPH \left[\frac{\text{Ton}}{h} \right] * 2000}{\rho \left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \right]}$$

$$CFH = \frac{2.7 \left[\frac{\text{Ton}}{h} \right] * 2000}{45 \left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \right]} = 120 \left[\frac{\text{ft}^3}{h} \right]$$

Para la clasificación de Material se utilizó el catálogo MARTIN, donde tenemos lo siguiente:

Tabla 3

Significado de código de material 1

Clase	Características del material	Designación de código
Tamaño	Granular ½ y menor (malla 6 y a ½'')	C ½
Fluidez	Fluido libre	2
Abrasividad	Abrasividad	5
Peligros	Contaminante, afecta uso	P
Designación de series	Banda series 500	E

Fuente: catálogo MARTIN

Teniendo en cuenta los datos del catálogo se debería seleccionar una banda de serie 500. Sin embargo, capacidad es superior a las características requeridas, lo que originaría el sobredimensionando del equipo, por ello seleccionaremos la serie 100.

3.1.4 Elevador de cangilones de arroz

Dentro del desarrollo del proyecto y con los datos obtenidos de la visita al molino SAN RAFAEL es que se establece una jornada 8 horas, por lo que la cantidad de cáscara que se requiere transportar para lograr el funcionamiento del horno es de 4394.23 kg. Por ello se selecciona un elevador de 4 Ton/hr, esto logra que en una hora envié a la tolva la cantidad de combustible requerido para trabajar 8 horas diarias sin ningún problema.

Tabla 4

Características de la cáscara de arroz

Material	Cáscara de arroz
Densidad (Lb/ft ³)	20
Código de material	B6-35NY
Serie de elevadores recomendados	E

Fuente: catálogo MARTIN

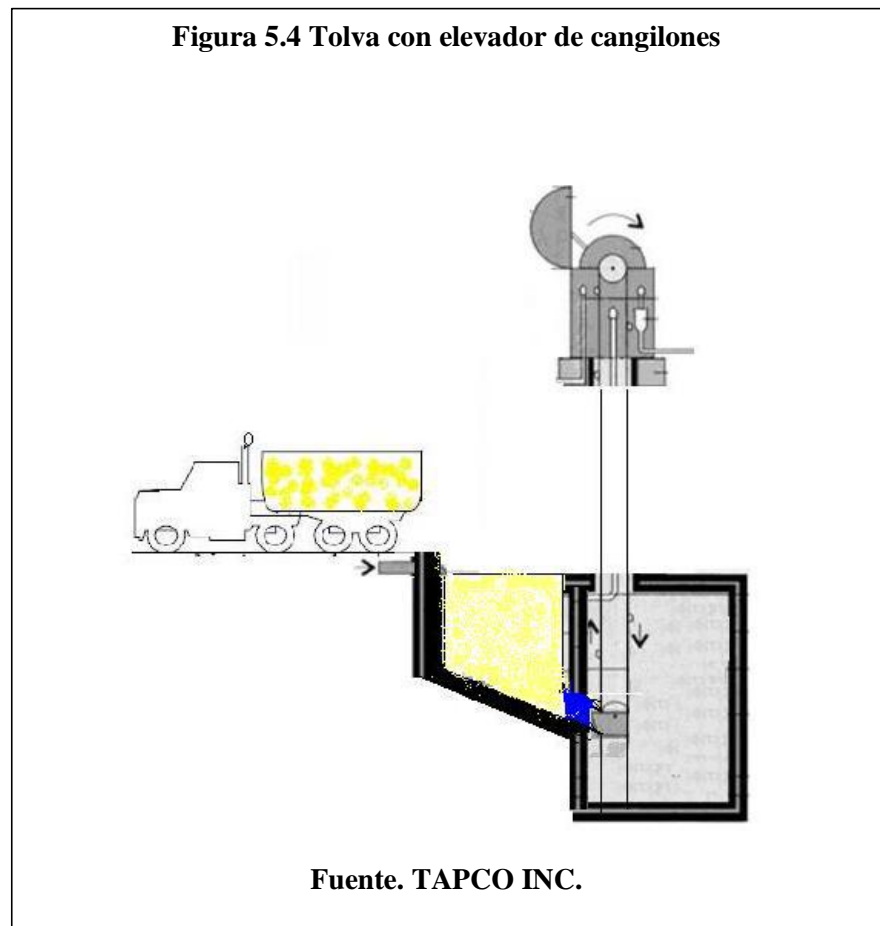
De igual modo se calcula la capacidad por del cangilón.

$$CFH = \frac{1 \left[\frac{Ton}{h} \right] * 2000}{20 \left[\frac{lb}{ft^3} \right]} = 100 \left[\frac{ft^3}{h} \right]$$

3.1.5 Dimensionamiento de Fosas

Teniendo en cuenta las características del elevador y a su vez las características de la tolva, es que determinamos las características de la fosa en donde se alojará el elevador de cangilones, es así que las dimensiones de ésta son: 1,5 x 1,75 x 2,45m.

Se debe tener especial cuidado en estos aspectos ya que proporcionar mayores dimensiones a la tolva de arroz equivaldría a que el material corra el riesgo de quedar atorado en el piso de la tolva, y en el caso de que se le proporcione menores dimensiones imposibilita el uso del bastidor.



3.2. DISEÑO DE LA CÁMARA DE SECADO

3.2.1 CÁLCULO Y DISEÑO

La cámara de secado está determinada para que logre almacenar una capacidad de 4 ton/h de arroz, logrando que la humedad se reduzca de un 24% hasta un 12%, empleando simplemente 2 pasos y una temperatura 65°C que permita lograr el proceso de secado.

A su vez, el volumen total que almacenará cada cámara será de 7,18 toneladas métricas (equivalente a 70436 N), es teniendo en cuenta este dato en que se realizará el diseño de las columnas y vigas de tal forma que logren soportar el peso de todo este volumen.

Se considerará los siguientes pasos para el diseño de la cámara de secado:

- La cámara de secado debe estar construida sobre piso concreto.
- El area del terreno debe ser mayor a la de la cámara y a su vez deberá ser hacia afuera para de esta manera poder facilitar su mantenimiento.
- La puerta de la cámara deberá contar con buen ajuste de hermeticidad y a su vez encontrarse aislada.
- Del mismo modo la cámara deberá estar forrada de planchas perforadas, de material de aluminio de un espesor reducido. Al realizar esto buscamos que el sostenedor pueda permitir la libre transferencia de calor.
- Por último, la cámara deberá contar con varillas de hierro, que cumplirán la función de vigas secundarias.

Figura 5.6 Diseño de la cámara de secado.



Fuente. Catalogo Diseño de Secadoras de Arroz 2008

3.2.2 DISEÑO DE VIGAS TRANSVERSALES

Para lograr el diseño emplearemos el programa de simulación SolidWork, sin embargo debemos contar con datos que permitan insertar valores al programa.

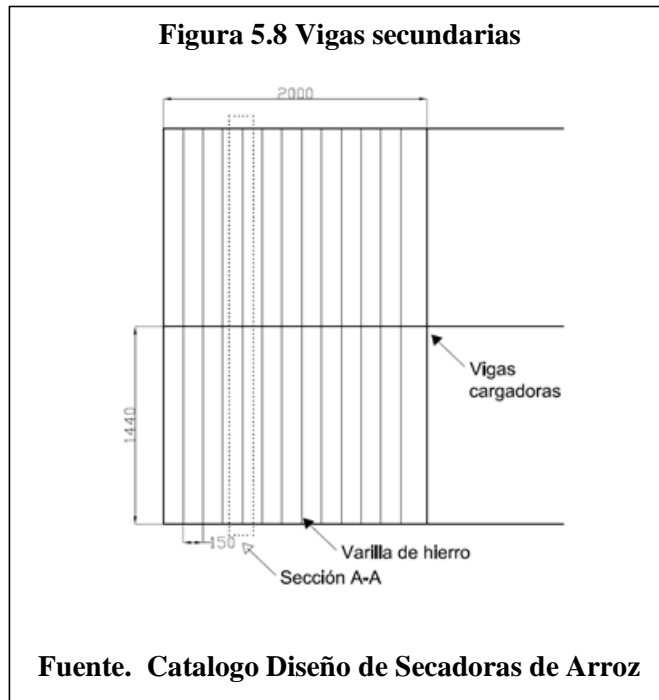
Pre diseño de vigas secundarias

Las vigas secundarias ayudarán a que no se produzca la deflexión de las planchas perforadas de aluminio.

Como ya hemos determinado la carga distribuida asciende a un total de 70435.8 N (el equivalente a 7,18 toneladas).

$$\begin{aligned} \text{Carga viva} &= \frac{\text{Carga distribuida}}{\text{Area total camara}} = \frac{70.4K [N]}{24 [m^2]} \\ &= 2.93K \left[\frac{N}{m^2} \right] \end{aligned}$$

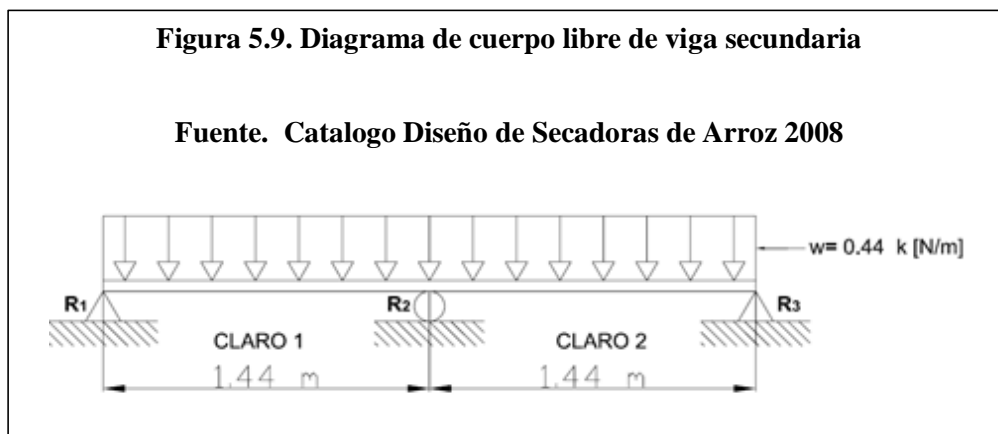
La separación que consideraremos será de 15 cm, se muestra en la Figura 5.8:



Usamos una sección A-A, para multiplicar la carga muerta comprendida entre cada mitad entre varilla y varilla.

$$w = 2.93K \left[\frac{N}{m^2} \right] * 0.15[m^2] = 0.44K \left[\frac{N}{m} \right]$$

El grafico anterior podemos visualizar que se está tratando con vigas continuas:



$$M_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3L_2 + \frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} + \frac{6A_2\bar{B}_2}{L_2} = 6EI \left(\frac{h_1}{L_1} + \frac{h_3}{L_2} \right)$$

Ya que los apoyos están al mismo nivel, la ecuación se reduce a la forma de:

$$M_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3L_2 + \frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} + \frac{6A_2\bar{b}_2}{L_2} = 0$$

El momento flector M_1 y $M_3 = 0$, los valores $6A_1\bar{a}_1/L_1$ y $6A_2\bar{b}_2/L_2$ son:

$$\frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} = \frac{6A_2\bar{b}_2}{L_2} = \frac{0.44 \left[\frac{KN}{m} \right] * 2.99[m^3]}{4}$$

$$\frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} = \frac{6A_2\bar{b}_2}{L_2} = 0.33K[N * m^2]$$

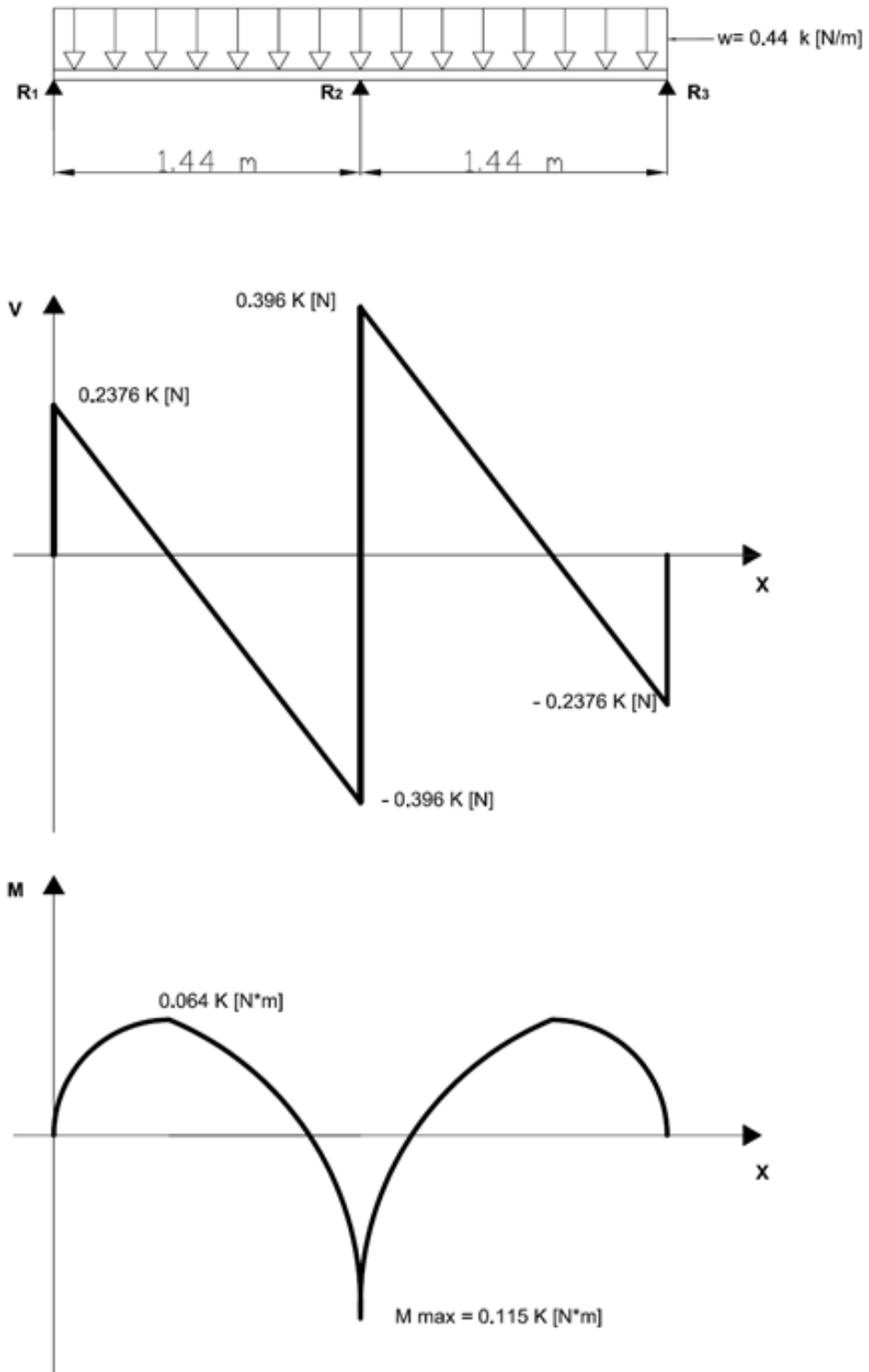
Sustituyendo:

$$2M_2(1.44 + 1.44) + 0.33 + 0.33 = 0$$

Obtenemos:

$$M_2 = -\frac{0.66}{5.76} = -0.1115K [N * m]$$

Figura 5.10 esfuerzo cortante y momento flector



Fuente. Catalogo Diseño de Secadoras de Arroz 2008

Teniendo en cuenta los gráficos anteriores, calculamos el módulo de sección para seleccionar la dimensión de tipo de varilla a utilizar.

$$S = \frac{M_{max}}{F\phi_Y}$$

Siglas:

S = Módulo Elástico

F_y = Límite Elástico = 248 MPa.

ϕ = Factor de resistencia = 0.90

Reemplazando:

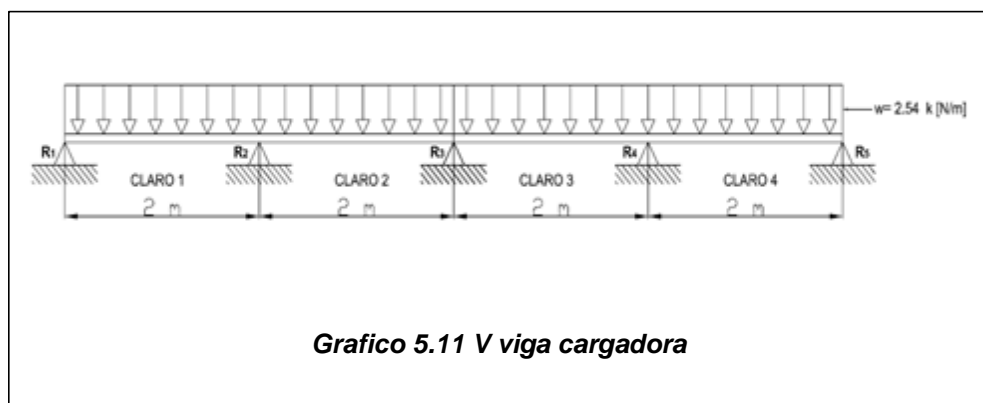
$$S = \frac{\pi * d^3}{32} \rightarrow d = 17.4 \text{ mm} \cong 18 \text{ mm}$$

Por ello seleccionamos la varilla redonda de 18 mm de diámetro, espaciada cada 15 cm.

Pre diseño de vigas cargadoras

Las vigas cargadoras interiores soportarán la mayor cantidad de carga muerta de la cámara de secado, obtenemos el valor de la fuerza que soporta la viga central, cuyo valor es de 0.396 KN que esta accionada cada 0.15m.

$$w = \frac{0.396 \text{ KN}}{0.15 \text{ m}} = 2.64 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$



Usando los momentos para vigas continuas:

$$M_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3L_2 + \frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} + \frac{6A_2\bar{b}_2}{L_2} = 0$$

$$M_2 + 2M_3(L_2 + L_3) + M_4L_3 + \frac{6A_2\bar{a}_2}{L_2} + \frac{6A_3\bar{b}_3}{L_3} = 0$$

$$M_3 + 2M_4(L_3 + L_4) + M_5L_4 + \frac{6A_3\bar{a}_3}{L_3} + \frac{6A_4\bar{b}_4}{L_4} = 0$$

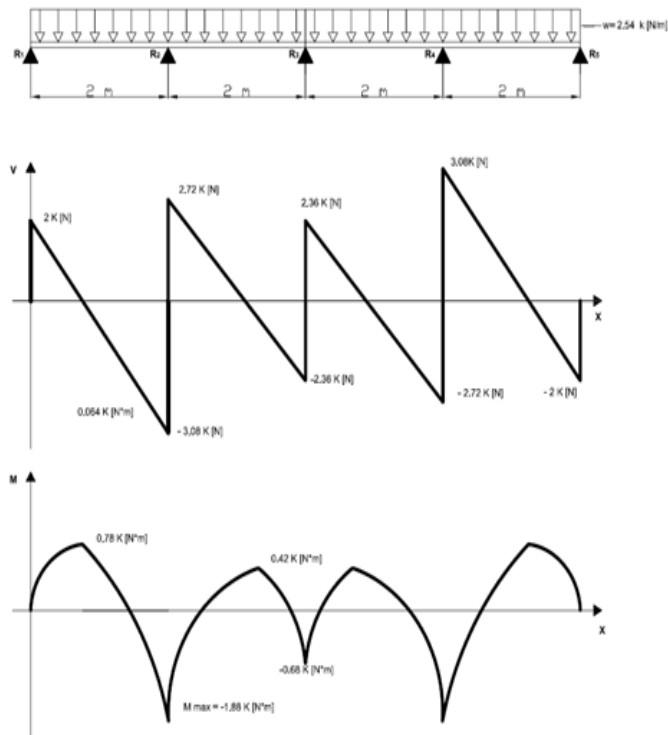
Donde M_1 y $M_5 = 0$

$$M_2 = -1.16 \text{ K N}\cdot\text{m}$$

$$M_3 = -0.73 \text{ K N}\cdot\text{m}$$

$$M_4 = -1.88 \text{ K N}\cdot\text{m}$$

Gráfico 5.12 Esfuerzo cortante y momento flector de la viga



Fuente. Catalogo Diseño de Secadoras de Arroz 2008

Del mismo modo calculamos el módulo de sección utilizando la ecuación:

$$S = \frac{M_{max}}{F\phi_Y} = \frac{1.88K [N * m]}{0.90 * 248M [Pa]} = 8.42x10^{-6}[m^3] = 8.42[cm^3]$$

Se obtiene un perfil estructural ASTM A-500 de medidas 60x60x3 mm.

3.3 DISEÑO DEL HORNO DE QUEMADO

3.3.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO

Se realizará el quemado de la cáscara de arroz, tiene que ser construido teniendo en cuenta las siguientes características:

- Debe tenerse en cuenta que la llama que produce este tipo de combustible puede llegar altura de 1.83 metros.
- La caída de ceniza hacia el tornillo transportador se asegurará gracias al horno tendrá inclinación, debido a los múltiples modelos existentes, y basándonos en ellos es que se decide que el ángulo estará entre un rango de 15 a 20 grados.
- Para lograr la reducción de las pérdidas de calor en el horno es que se adoptara la idea de recubrirlo con ladrillos refractarios.
- La cáscara combustionada será determinada por el ángulo de inclinación de la parrilla.
- La combustión será de forma más eficiente ya que se considera el uso de un soplador cuya función será la de proveer el aire necesario para tener una correcta combustión.
- Se contará con una chimenea que permitirá que los gases residuales sean expulsados al exterior.
- El diseño del horno deberá ser tal que permita su fácil operación y mantenimiento.

3.3.2 VOLUMEN DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN

Para determinar (VCC) existirá un espacio ideal para que puedan mezclarse y reaccionar el material combustible con el oxígeno, está relación de espacio estada dada por la siguiente ecuación:

$$V_{cc} = V_g + V_{cz}$$

Para lograr la correcta quema de combustible se recomienda suministrar 0.6 dm³/kw, volumen necesario (**V_g**) viene a ser:

$$V_g = 0.6 \left[\frac{dm^3}{kw} \right] * P_h$$

A su vez, no podemos dejar de lado el alto grado de ceniza que posee la cáscara de arroz, y que térmicamente hablando, no es ideal estar desalojando a cada momento las cenizas. Para no afectar la eficiencia con la que trabajará el horno, es que estimamos cual sería el intervalo tiempo prudencial para el desalojo de éstas. El volumen de cenizas (**V_{cz}**) :

$$v_{cz} = \frac{m_c * t}{p_{cz}}$$

Potencia del horno

Se calcula la cantidad de agua a evaporar cuya masa de arroz va de 24% a 12% de humedad. Entonces la cantidad de arroz a secar o el 13.63 % de la capacidad de secado de 3 toneladas/hora.

$$Q_{pu} = 3 * \left[\frac{Tn}{h} \right] * \frac{13.63\%}{100}$$

$$Q_{pu} = 0.4089 * \left[\frac{Tn}{h} \text{ de } H_2O \text{ a evaporar} \right]$$

Potencia del horno P_h :

$$P_h = Q_{pu} \left[\frac{Kg}{h} \text{ de } H_2O \text{ a evaporar} \right] * 1130 [Kcal]$$

$$P_h = 408.9 \left[\frac{Kg}{h} \text{ de } H_2O \text{ a evaporar} \right] * 1130 \left[\frac{Kcal}{Kg \text{ de } H_2O} \right]$$

$$P_h = 462057 \left[\frac{Kcal}{h} \right]$$

$$P_h = 537.37 Kw$$

Flujo de combustible

La masa de cáscara (m_c):

$$m_c = \frac{P_h}{PC_I}$$

Donde

PC_I : poder calorífico inferior

PC_s : calor latente de vapor

Reemplazando:

$$m_c = \frac{1741.04 \left[\frac{Mj}{h} \right]}{15.6 \left[\frac{Mj}{Kg} \right]}$$

$$m_c = 111.6 \left[\frac{Kg}{h} \right]$$

Volumen necesario (V_g):

$$V_g = 600 \left[\frac{cm^3}{kw} \right] * 537.37 Kw$$

$$V_g = 322422 cm^3$$

Volumen de cenizas (V_{cz}) en ½ hora es:

$$V_{cz} = \frac{111.6 \left[\frac{Kg}{h} \right] * 0.5[h]}{2.27 \times 10^{-3} \left[\frac{Kg}{cm^3} \right]}$$

$$V_{cz} = 24581.5 [cm^3]$$

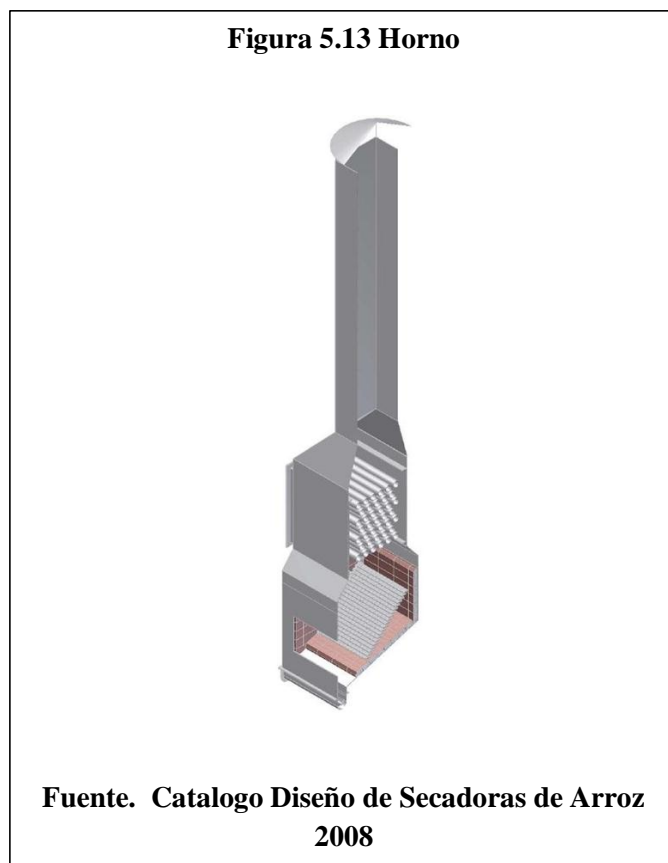
Volumen de la cámara de combustión:

$$V_{cz} = 322422[cm^3] + 24581.5 [cm^3]$$

$$V_{cz} = 347003.5[cm^3] = 0.35 [m^3]$$

3.4 DISEÑO DEL HORNO Y SELECCIÓN DE MATERIALES

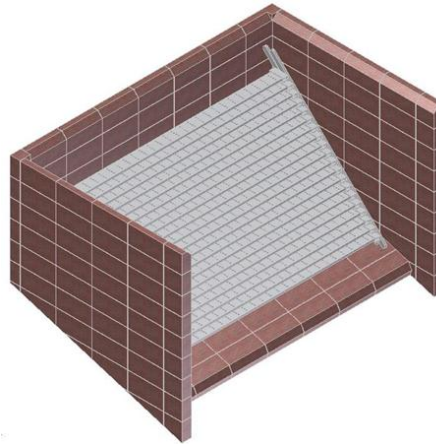
Diseño de forma del horno



La Parrilla

Se recomienda una inclinación que varía de 45° a 50° . La separación entre cada escalón no debe ser menor de 3 cm.

Figura 5.14 La Parrilla

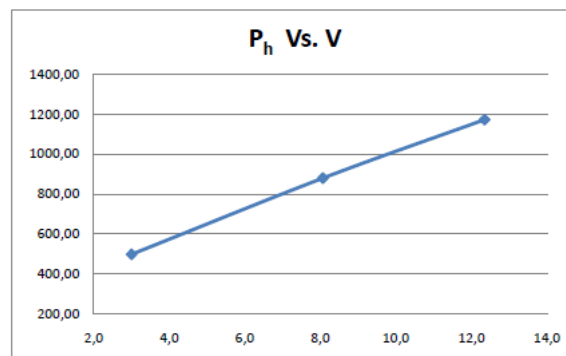


Fuente. Catalogo Diseño de Secadoras de Arroz 2008

Dimensión Cámara

En base a modelos existentes se calcula una curva que relaciona la Potencia de Combustión con el

Figura 5.15 Potencia Vs. Volumen en la cámara del horno

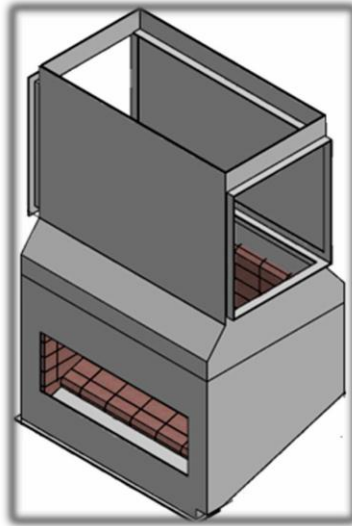


Fuente. Elaboración propia

Volumen Cámara

Con una potencia de $P_h = 483.47$ [Kw] aproximadamente 3 m^3 .

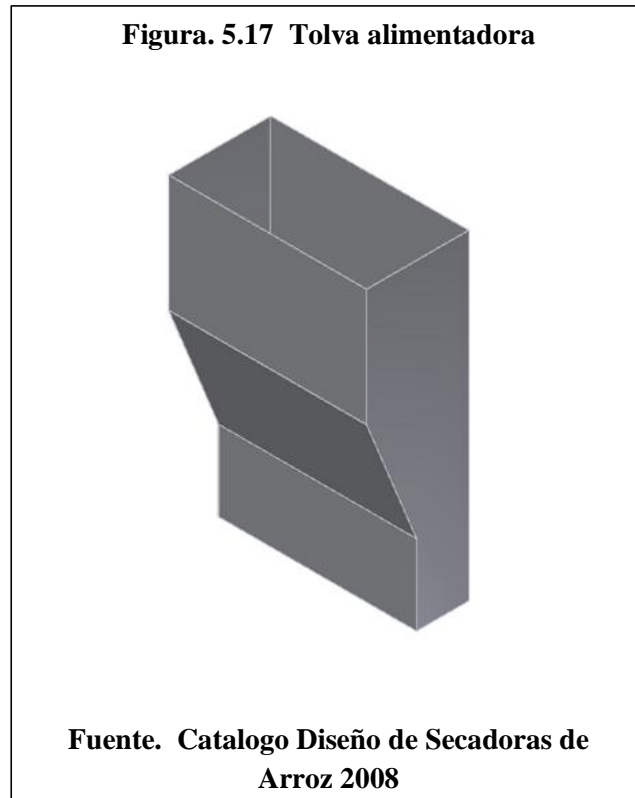
Figura 5.16. Estructura del horno



Fuente. Catalogo Diseño de Secadoras de Arroz 2008

3.5 TOLVA ALIMENTADORA DEL HORNO.

Sistema de alimentación del horno, utiliza un eje con paletas rotatorias que introduce la cáscara hacia la parrilla para su posterior quema con un flujo másico de 115.6 Kg/hr,

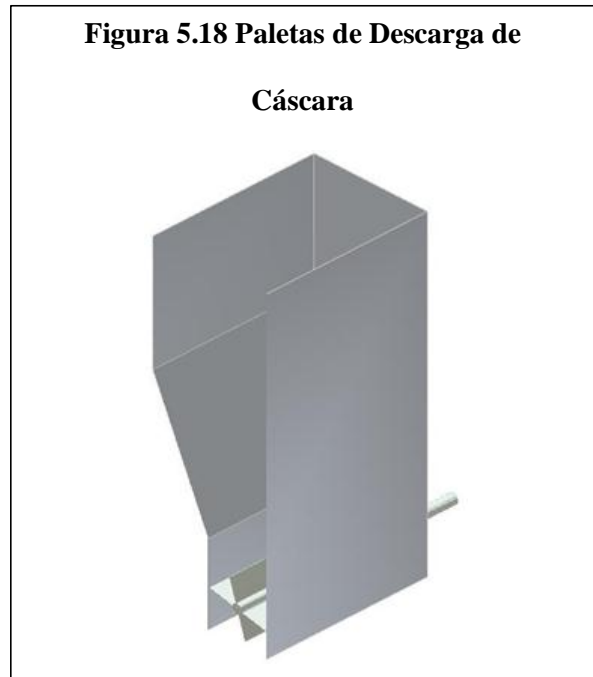


$$V = \frac{m}{p} = \frac{115.6 \left[\frac{Kg}{h} \right] * 3[h]}{100 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]} = 3.468[m^3]$$

tiempo aproximado de 2 minutos, se sabe que 111.6 kg se descargan en una hora, en dos minutos se descargan 3.89 kg, obteniéndose el siguiente volumen.

$$V = \frac{m}{p} = \frac{3.89[kg]}{100 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]} = 0.0389 m^3$$

Compuesto de 6 paletas, que se descargan en intervalos de 2 minutos.



3.6 FLUJO DE AIRE REQUERIDO.

Utilizando la fórmula de flujo volumétrico para el aire:

$$Q_a = \frac{\phi * m_c * m_{a/c}}{\rho}$$

- Relación aire - combustible (ϕ) igual a 1.9
- Densidad del aire a temperatura ambiente 30 °C.

Para cálculo utilizamos el valor teórico de 5.83 Kg de aire / Kg de combustible.

Al reemplazar de la formula anterior queda

$$Q_a = \frac{19 * 115.6 \left[\frac{Kg}{h} \right] * 5.83 \left[\frac{Kg \text{ de aire}}{Kg \text{ de combustible}} \right]}{1.151 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$Q_a = 11125.12 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Potencia Ventilador Cenizas.

Potencia del motor:

$$\varphi = \frac{Q * P_t}{\eta}$$

Reemplazando:

$$\varphi = \frac{0.235 \left[\frac{m^3}{s} \right] * 305.61 [Pa]}{0.52}$$
$$\varphi = 1381 [watts]$$
$$\varphi = 0.18k [watts] \cong 0.30 [HP]$$

Ventilador para Cenizas.

Ventilador Centrífugo con las siguientes características.

$$Q_a = 500.17 [CFM]$$

$$P_t = 305.61 [Pa]$$

$$\varphi = 0.18k [watts] \cong 0.30 [HP]$$

Figura 5.21. Soplador para cenizas



Fuente. ALIBABA

3.7 FLUJO DE GASES EN LA CHIMENEA.

Con velocidades de 0.4 a 1 m/s. y una temperatura de gases es 200° C, el flujo volumétrico sería:

$$Q_g = \left(\frac{273 + T_g}{273 + T_a} \right) * Q_a$$
$$Q_g = \left(\frac{273 + 200}{273 + 30} \right) * 843$$
$$Q_g = 1316 \left[\frac{m^3}{h} \right] = 0.366 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

El flujo volumétrico se expresa:

$$Q_g = V * A_{chimenea}$$
$$Q_g = V * \frac{\pi * d^2}{4}$$

Despejamos:

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q_g}{V * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.366 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{1 \left[\frac{m}{s} \right] * \pi}} = 0.68[m]$$

$$d = 68[cm]$$

3.8 SELECCIÓN TORNILLO

Se calcula la cantidad de ceniza a remover con un porcentaje de 20% en la cáscara de arroz. Reemplazamos en la ecuación:

$$m_c = 11.6 \left[\frac{Kg}{h} \right] * 0.2 * 6 = 133.92 \left[\frac{Kg}{h} \right] \cong 150 \left[\frac{Kg}{h} \right]$$

La ceniza a remover será:

$$m_{ex} = 150 \frac{Kg}{h}$$

Tabla 9

Características del Material

Material	Ceniza negra
Densidad (Lb/ft ³)	105
Series componente	1
Factor material(Fm)	2
Carga artesa	30°

Fuente: catálogo MARTIN

Capacidad requerida (C):

$$C = \frac{150 \left[\frac{Kg}{h} \right] * \frac{2.2 \left[\frac{lb}{Kg} \right]}{1}}{105 \left[\frac{lb}{ft^3} \right]} = 3.15 \left[\frac{ft^3}{h} \right]$$

Tabla 10

Significado de código de material

Clase	Características del material	Designación de código
Fluidez	Fluido promedio	3
Abrasividad	Abrasividad	5

Fuente: catálogo MARTIN

Velocidad para el transportador

se calcula:

$$N = \frac{\text{Capacidad Requerida} \left[\frac{ft^3}{h} \right]}{\text{Pies cúbicos por hora a 1 revolución por minuto}}$$

$$N = \frac{3.15 \left[\frac{ft^3}{h} \right]}{0.41 \frac{ft^3}{h} \text{ rpm}} = 7.68 \cong 8 \text{ RPM}$$

Cálculo de la Potencia Transportador

$$HP_f = \frac{L * N * F_d * f_b}{1000} \text{ (Hp para manejar un transportador vacio)}$$

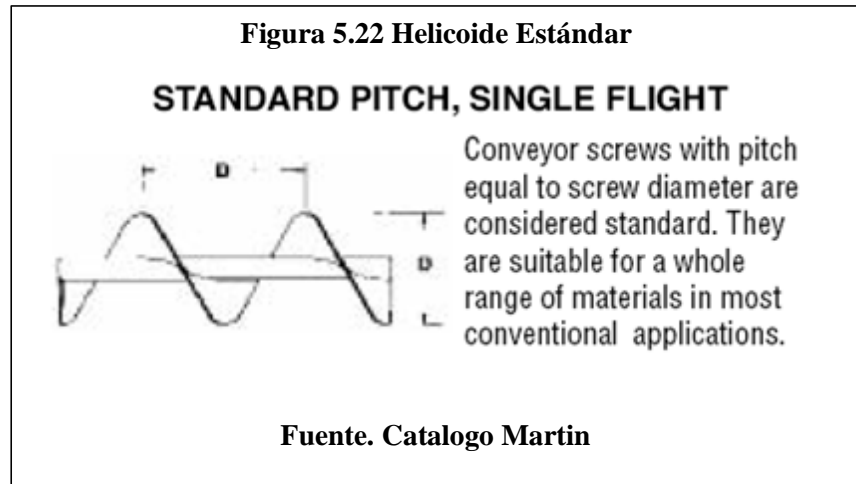
$$HP_m = \frac{C * L * N * F_m * f_p}{1\ 000\ 000} \text{ (Hp para manejar el material)}$$

$$TOTAL\ HP = \frac{(HP_f + HP_m) * F_0}{e}$$

$$HP_f = \frac{4.92[ft] * 8[rpm] * 12 * 1}{1000} = 4.73x10^{-4}$$

$$HP_m = \frac{3.15 \left[\frac{ft^3}{h} \right] * 4.92[ft] * 105 \left[\frac{lb}{ft^3} \right] * 12 * 1}{1\ 000\ 000} = 3.26x10^{-3}$$

$$TOTAL\ HP = \frac{(4.73x10^{-4} + 3.26x10^{-3}) * 3}{0.95} = 0.01\ HP$$



Con esto se puede obtener el número de hélices que requiere el tornillo transportador.

$$\#Hélices = \frac{\text{Longitud tornillo}}{\text{Paso}}$$

$$\#Hélices = \frac{59.05 [in]}{4 [in]} = 14.76 \cong 15 \text{ hélices}$$

3.9 TRANSFERENCIA DE CALOR

Se realizará el estudio de la energía y de su masa.

Asumiremos temperaturas iniciales:

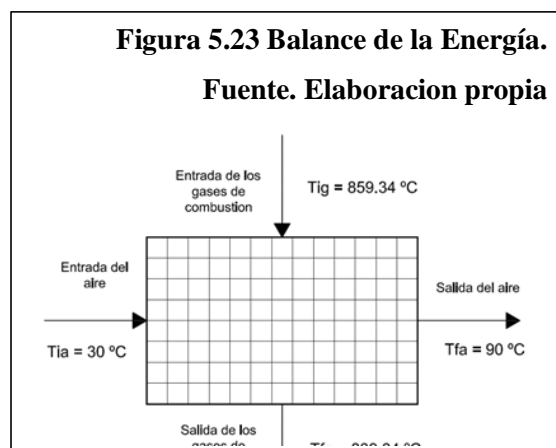


Tabla 11

Datos de variables a utilizar

	AIRE			GASES DE COMBUSTION		
Temperatura media	T_m	333	$^{\circ}K$	T_m	1122.34	$^{\circ}K$
Calor Especifico	C_{pa}	1.008	$KJ/KG^{\circ}K$	C_{pa}	1.163	$KJ/KG^{\circ}K$
Viscosidad	μ_a	$200 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$	$N \cdot S/m^2$	μ_a	$449.6 \cdot 10^{-7}$	$N \cdot S/m^2$
Número de prandtl	P_r	0.702	-	P_r	0.728	-
Conductividad Térmica	K_2	$28.742 \cdot 10^{-3}$	$W/m \cdot k$	K_2	$71.6 \cdot 10^{-3}$	$W/m \cdot K$

Fuente: INCROPERA FRANK

Calculamos el para elevar su temperatura del aire de $30^{\circ}C$ a $90^{\circ}C$

$$Q_{AIRE} = m_{AIRE} * C_{pa} * \Delta T_a$$

$$Q_{AIRE} = 15.10 \frac{Kg}{s} * 1.025 \frac{KJ}{Kg^{\circ}K} * 60^{\circ}K$$

$$Q_{AIRE} = 15.47 \frac{KJ}{S}$$

$$Q_{AIRE} = Q_{GAS}$$

$$m_{AIRE} * C_{pa} * \Delta T_a = m_{GAS} * C_{pg} * \Delta T_g$$

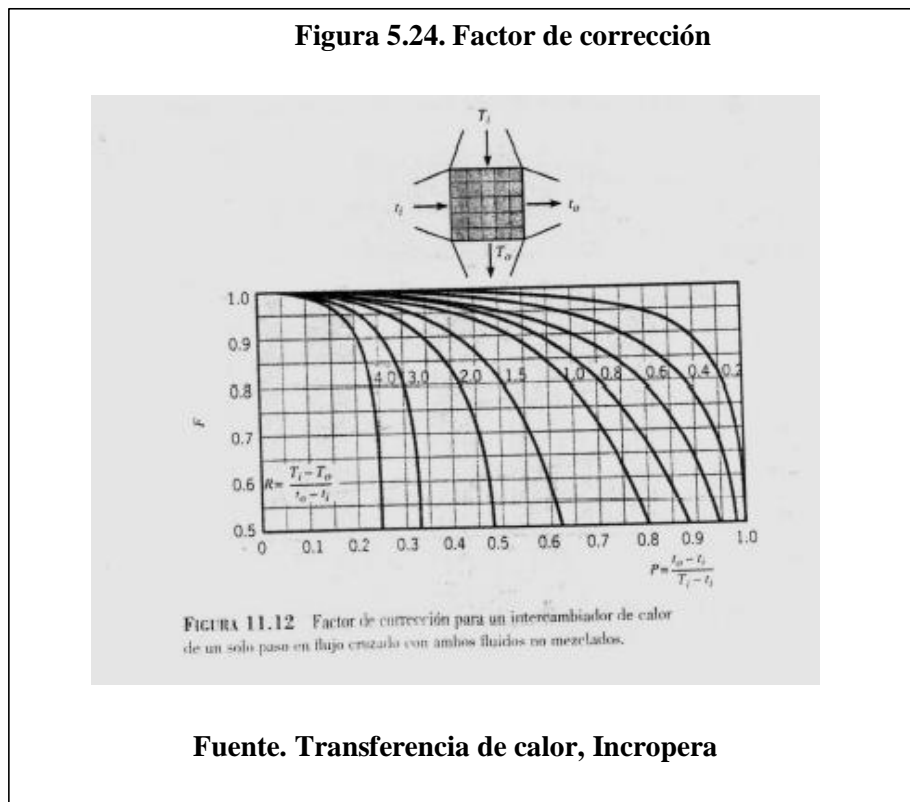
$$\dot{m}_{GAS} = \frac{\dot{m}_{AIRE} * C_{pa} * \Delta T_a}{C_{pg} * \Delta T_g}$$

$$\dot{m}_{GAS} = \frac{14.10 \frac{Kg}{s} * 1.008 \frac{KJ}{Kg^{\circ}K} * 60^{\circ}K}{1.163 \frac{KJ}{Kg^{\circ}K} * 20^{\circ}K} = 36.68 \frac{Kg}{s}$$

3. 10 PREDISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

$$Q = F * U * A * \Delta T_{lm}$$

Factor de corrección (F)



Para calcular las variables P y R.

$$P = \frac{T_{fa} - T_{ia}}{T_{ig} - T_{ia}} = \frac{90 - 30}{859.34 - 30} = 0.07$$

$$R = \frac{T_{ig} - T_{fg}}{T_{fa} - T_{ia}} = \frac{859.34 - 839.34}{90 - 30} = 0.33$$

Se Obtuvo un $F=1$

Coefficiente Transferencia (U)

Se asume un coeficiente de transferencia de calor y luego calculamos el valor real:

Tabla 12

Coefficiente de Transferencia

TABLA 11.2 Valores representativos del coeficiente global de transferencia de calor

Combinación de fluidos	$U(W/m^2 \cdot K)$
Agua con agua	850-1700
Agua con aceite	110-350
Condensador de vapor (agua en tubos)	1000-6000
Condensador de amoniaco (agua en tubos)	800-1400
Condensador de alcohol (agua en tubos)	250-700
Intercambiador de calor de tubos con aletas (agua en tubos, aire en flujo cruzado)	25-50

Fuente. Transferencia de calor, Incropera

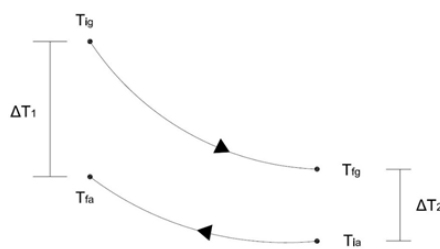
Intercambiador de calor de tubos, aire en flujo cruzado, con un valor de $U = 40 W/m^2 \cdot K$

Diferencia de Temperaturas, Media Logarítmica (ΔT_{lm})

Es así que obtenemos:

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

Figura 5.25 Distribución de temperatura en flujo cruzado



Fuente. Elaboración Propia

Donde las variables ΔT_1 y ΔT_2

$$\Delta T_1 = T_{ig} - T_{fa} = 1132.34 - 363 = 769.34^\circ K$$

$$\Delta T_2 = T_{fg} - T_{ia} = 1112.34 - 303 = 809.34^\circ K$$

Queda:

$$\Delta T_{lm} = \frac{769.34 - 809.34}{\ln \frac{769.34}{809.34}} = 789.17^\circ K$$

Despejando:

$$A = \frac{Q}{F * U * \Delta T_{lm}} = \frac{852.768 \left[\frac{Kj}{s} \right]}{1 * 40 \left[\frac{W}{m^2 \circ K} \right] * 789.17 [^\circ K]}$$

Asumimos una longitud de 1.8 obteniendo:

$$N = \frac{270[m^2]}{\pi * 0.0889[m] * 1.8[m]} = 53.70 \text{ tubos} \cong 54 \text{ tubos}$$

Calculamos el Coeficiente de transferencia:

$$U_{real} = \frac{1}{\sum R_{termicas}}$$

Resistencias Térmicas:

$$R_{TERMICAS} = R_{CV_{aire}} + F_{ouling}_{int} + R_{cond} + F_{ouling}_{ext} + R_{CV_{gas}}$$

- Resistencia de convección del aire ($R_{CV_{aire}}$)

$$R_{CV_{aire}} = \frac{1}{h_i}$$

$$h_i = \frac{Nu * K_a}{D_i}$$

$$Nu_D = 0.023 * Re_D^{\frac{4}{5}} * Pr^n \quad \begin{cases} n = 0.3 \text{ Si el fluido se enfria} \\ n = 0.4 \text{ si el fluido se calienta} \end{cases}$$

Utilizando la fórmula de Reynolds para comprobar el tubo circular se obtiene:

$$Re_D = \frac{4 \left(\frac{m_{AIRE}}{N} \right)}{\pi * D_i * \mu_a}$$

$$Re_D = \frac{4 \left(\frac{14.10 \left[\frac{Kg}{s} \right]}{65} \right)}{\pi * 77.92 \times 10^{-3} [m] * 202.10 \times 10^{-7} \left[\frac{Ns}{m^2} \right]} = 177052.8$$

Utilizamos la ecuación de Dittus-Boelter para calcular el valor de Nusselt.

$$Nu_D = 0.023 * 177052.8^{\frac{4}{5}} * 0.702^{0.4} = 338.44$$

Obteniendo:

$$RCV_{aire} = \frac{1}{124.84} = 0.008 \left[\frac{m^2 \circ K}{w} \right]$$

3.11 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LOS GASES

$$\dot{m}_{GAS} = \rho * A * V_g$$

Dónde:

$$A = S_T * N * L = 0.111[m] * 65 * 15[m] = 10.83[m^2]$$

Reemplazando la densidad del gas:

$$V_g = \frac{36.68 \left[\frac{Kg}{s} \right]}{0.3081 \left[\frac{Kg}{m^3} \right] * 10.83[m^2]} = 11 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Es así que tenemos:

$$V_{max} = \frac{0.111[m] * 11 \left[\frac{m}{s} \right]}{0.111[m] - 0.089[m]} = 55 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Reemplazamos en Reynolds, y la de Nusselt, se obtiene:

$$Re_D = \frac{0.316 \left[\frac{Kg}{m^3} \right] * 55.5 \left[\frac{m}{s} \right] * 0.089[m]}{449 * 10^{-7} \left[\frac{Ks}{m^2} \right]} = 34717.13$$

$$Nu_D = 1.13 * C_1 * Re_{D,max}^m * Pr^{1/3}$$

Calculamos la constante C_1 y m en la ecuación:

Tabla 14
Ecuación de Nusselt.

TABLA 7.5 Constantes de las ecuaciones 7.61 y 7.63 para el flujo de aire sobre un banco de tubos de 10 o más líneas [20]

S_T/D	S_T/D							
	1.25		1.5		2.0		3.0	
	C_1	m	C_1	m	C_1	m	C_1	m
Alineado								
1.25	0.348	0.592	0.275	0.608	0.100	0.704	0.0633	0.752
1.50	0.367	0.586	0.250	0.620	0.101	0.702	0.0678	0.744
2.00	0.418	0.570	0.299	0.602	0.229	0.632	0.198	0.648
3.00	0.290	0.601	0.357	0.584	0.374	0.581	0.286	0.608
Escalonado								
0.600	—	—	—	—	—	—	0.213	0.636
0.900	—	—	—	—	0.446	0.571	0.401	0.581
1.000	—	—	0.497	0.558	—	—	—	—
1.125	—	—	—	—	0.478	0.565	0.518	0.560
1.250	0.518	0.556	0.505	0.554	0.519	0.556	0.522	0.562
1.500	0.451	0.568	0.460	0.562	0.452	0.568	0.488	0.568
2.000	0.404	0.572	0.416	0.568	0.482	0.556	0.449	0.570
3.000	0.310	0.592	0.356	0.580	0.440	0.562	0.428	0.574

$$S_T/D = S_L/D = 1.25$$

Reemplazando $C_1=0.518$ y $m=0.556$ en la ecuación:

$$Nu_D = 1.13 * 0.518 * 34717.13^{0.556} * 0.728^{1/3}$$

$$Nu_D = 176.20$$

Calculando el coeficiente convectivo,

$$h_o = \frac{176.20 * 71.6 \times 10^{-3} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]}{0.089 [m]} = 141.75 \frac{W}{m^2 K}$$

Reemplazando en la ecuación de resistencia térmica por convección del gas:

$$RCV_{gas} = \frac{1}{141.75 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]} = 0.007 \frac{m^2 K}{W}$$

Realizamos sumatoria de las resistencias:

$$\sum R_{TERMICAS} = RCV_{aire} + Fouling_{int} + R_{cond} + Fouling_{ext} + Rcv_{gas}$$

$$\sum R_{TERMICAS} = 0.008 + 0 + 0.00 + 0.0018 + 0.007$$

$$\sum R_{TERMICAS} = 0.0178 \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Reemplazamos de U_{real} , queda:

$$U_{ral} = \frac{1}{0.0178 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]} = 5.62 \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Tabla 15. Iteración de los Coeficientes de Transferencia.

#PRUEBA	$U_{TEORICO}$ [w/m ² °K]	U_{REAL} [w/m ² °K]	#TUBOS
1	40	5632	54
2	56.2	70.13	46
3	70.13	79.68	37

Fuente: INCROPERA FRANK

3.12 CÁLCULO DEL VENTILADOR

CÁLCULO FLUJO DE AIRE

Hallamos el caudal del aire:

$$\dot{Q}_{AIRE} = \frac{\dot{m}_{AIRE}}{\rho_{AIRE@40^{\circ}C}}$$
$$\dot{Q}_{AIRE} = \frac{14.10 \left[\frac{Kg}{s} \right]}{1.1181 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]} = 12.61 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 755.08 \left[\frac{m^3}{min} \right]$$
$$= 2671.08 \frac{ft^3}{min}$$

Reducción del conducto de ventilación

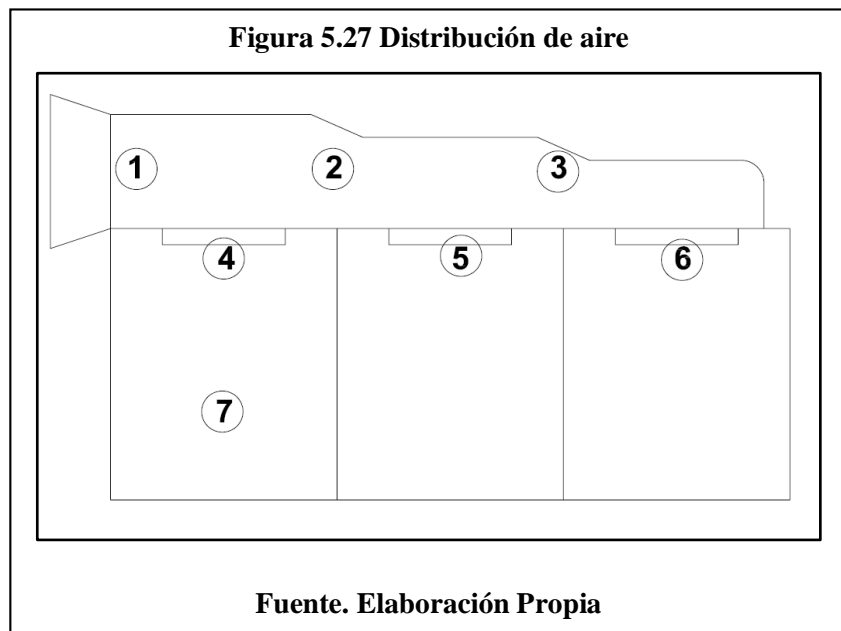
$$Q = V * A$$

Donde.:

$$A = 72 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{12.61 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{72 [m^2]} = 0.175 \left[\frac{m}{s} \right]$$

Nota: Velocidad de la cámara fluctúa entre 6 y 9 m/s, y se asume una velocidad de 9m/s.



Sección 1- 2

Velocidad de 9 m/s

$$A_1 = \frac{Qt}{V} = \frac{12.61 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{9 \left[\frac{m}{s} \right]} = 1.40 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A = 1.40 \text{ [m]}$$

$$d_{eq \ 1-2} = 1.34 \text{ [m]}$$

Utilizando la tabla para ducto 1-2 son:

$$A = 2 \text{ m}$$

$$B = 1.5 \text{ m}$$

Sección 2 - 3

Velocidad se mantiene constante

$$Q_{2-3} = \frac{2}{3} Q_T = \frac{8.40 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{9 \left[\frac{m}{s} \right]} = .94 \text{ [m}^2\text{]}$$

Entonces:

$$A_2 = \frac{Q_{2-3}}{V} = \frac{8.40 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{9 \left[\frac{m}{s} \right]} = 0.94 \text{ [m}^2\text{]}$$

Diámetro 2-3

$$d_{eq \ 2-3} = 1$$

Utilizando el **ANEXO 1** para ducto 2-3 son:

$$a = 2 \text{ m}$$

$$b = 0.95 \text{ m.1 [m]}$$

Sección 3-4

Velocidad constante en la sección 3-4

$$Q_{3-4} = \frac{1}{3} Q_T = 4.21 \left[\frac{m^3}{s} \right] = 8892.5 \left[\frac{ft^3}{min} \right]$$

Entonces:

$$A_1 = \frac{Q_{3-4}}{V} = \frac{4.21 \left[\frac{m^3}{s} \right]}{9 \left[\frac{m}{s} \right]} = 0.48 \text{ [m}^2\text{]}$$

Donde el diámetro equivalente 3-4 es:

$$deq \text{ 3-4} = 0.8 \text{ [m]}$$

Utilizando el **ANEXO 1** para ducto 2-3:

$$a = 2 \text{ m}$$

$$b = 0.48 \text{ m.}$$

3.13 POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO

Expresada en watts:

$$\varphi = \frac{Q * P_s}{\eta}$$

Dónde:

$$\varphi = \frac{13.61 \left[\frac{m^3}{s} \right] * 398.54 [Pa]}{0.52}$$

$$\varphi = 10431 [Watts]$$

$$\varphi = 10 \text{ k watts} \cong 13.41 [HP]$$

3.14 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ

Se llevó a cabo una evaluación financiera que pueda comprobar la rentabilidad que pueda tener la máquina secadora de arroz, y también para verificar su viabilidad. Se emplearon cálculos ya conocidos como los son el VAN y el TIR.

Antes de empezar con los cálculos mencionados se dará la lista de costos de los elementos seleccionados con los que contará la máquina secadora de arroz.

Inversión inicial

- **Costos directos**

Hacen referencia al costo de la máquina en general y su entorno que lo constituye. Los costos de inversión y mantenimiento. Para este caso los costos directos se dividio en costos directos de elementos que constituyen la máquina y costos directos del sistema eléctrico de control y protección para la máquina (motor eléctrico de la secadora de arroz).

TABLA COSTOS N° 1**Costos directos de inversión de los elementos que constituyen la máquina
secadora de arroz**

Elementos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
PLANOS DE DISEÑO			
Elaboración de planos	22	S/250	S/5000
SISTEMA DE POTENCIA			
Motor trifásico 15 HP	1	S/10000	S/10000
Riel base del motor	1	S/700	S/700
Arandela, tuerca y pernos de anclaje M16	6	S/100	S/100 10800
SISTEMA DE TRANSMISIÓN			
Eje Principal	1	S/650	S/650
Chaveta Inferior	1	S/13	S/13
Chaveta Cuchillas	1	S/13	S/13
Chaveta Rodillos	1	S/13	S/13
Eje de Rodillos	2	S/80	S/160
Rodamientos del Eje Principal	1	S/170	S/170
Obturador rodamiento eje principal SKF	1	S/9	S/9
Rodamiento eje rodillo	2	S/280	S/560
Seguro rodamiento eje rodillo	2	S/9	S/18

Base cabezal rodillos	1	S/32	S/32
Cuerpo cabezal rodillos	1	S/35	S/35
Tapa cabezal rodillos	1	S/16	S/16

S/1689

SISTEMA DE RECEPCION Y LIMPIEZA

Fosa de 1.5 x 1.75 x 2.45	1	S/4000	S/4000
Tolva receptora	1	S1000	S/1000
Elevador de cangilones	1	S/20000	S/20000
Horno quemador	1	S/5000	S/5000
Cámara de secado	1	S/20000	S/30000
Soplador de gases	1	S/3000	S/5000
Motor eléctrico de 15 hp	1	S/10000	S/10000

75000

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Silo	1	S/1300	S/1300
Soportes de tolva	4	S/800	S/800
Arandela tuerca y pernos	6	S/200	S/200
Arandela, tuerca y pernos de anclaje M16	12	S/200	S/200

2500

CARCAZA

Lamina cámara compactación	1	S/65	S/65
Base matriz extrusión	1	S/130	S/130
Canal salida material	1	S/20	S/20

Pernos matriz	4	S/1.60	S/6.40
---------------	---	--------	--------

ENSAMBLAJE Y FABRICACIÓN

Soldadura		S/5000	S/5000
Herramientas		S/1600	S/1600
Pintura		S/800	S/800
Montaje		S/4000	S/4000
			11400

TOTAL

TABLA COSTOS N°2

Costos directos de inversión del sistema eléctrico para la máquina secadora de arroz

Elementos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
-----------	----------	-----------------	--------------

SISTEMA ELÉCTRICO DE PROTECCIÓN Y MANDO

Guardamotor	Sirius	1	S/7000	S/7000
3RV1041-4KA15	Siemens			
57-75 Amp				
Interruptor termomagnético		1	S/600	S/600
Schneider 63 Amp				
Contactador Schneider		1	S/600	S/600
LC1D80M7 80 Amp				
Relé térmico RT3B 55-80		1	S/250	S/250
Amp General Electric				
Pulsador Metálico 1NC		2	S/300	S/600
Cable AWG 4 Inmersur		50 mt	S/7.5	S/375
Cable Tw AWG 14 Indeco		50 mt	S/0.85	S/425

TOTAL**TABLA COSTOS N°3****Total costos directos**

COSTOS	VALOR
COSTOS DIRECTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA	S/106389
COSTOS DIRECTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA MÁQUINA	S/9850
TOTAL	S/116239

- **COSTOS INDIRECTOS**

Son los costos de repuestos y mantenimiento, también viene hacer la energía consumida.

TABLA COSTOS N°4**Costos indirectos de inversión**

Elementos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
MATERIALES INDIRECTOS			
Grasa, lubricantes		S/300	S/300
MANO DE OBRA INDIRECTA			
Diseño e Ingeniería		S/10000	S/10000
Diseño Interfaz		S/5000	S/5000
Planos Mecánicos		S/1500	S/2500

17800

RUBROS OPERACIONALES

Energía eléctrica	S/5000
Teléfono/Celular	S/200
Transporte	S/300
Internet	S/200
	5700
TOTAL	S/23800

Gatos Varios: S/ 8561

- **Costos totales de inversión**

TABLA DE COSTOS N°5

Costos totales de inversión

COSTOS	VALOR
COSTOS DIRECTOS	S/116239
COSTOS INDIRECTOS	S/ 23800
GATOS VARIOS	8561
TOTAL	S/148600

- **Flujo de caja anual**

El beneficio neto de flujo anual (Ft) es la ganancia que se tendrá por año restando algún cobro adicional de mantenimiento u otro cargo.

Para saber cuales son las posibles ganancias que generará la máquina estas estarán en relacionadas a la comparativa de la cascarilla de arroz con el diésel

- **Ganancias mensual y anual en ahorro o venta de cascarilla de arroz.**

Actualmente 2 kg de cascarilla de arroz equivale a 1 litro de diésel, el cobro del litro de gasóleo actualmente en Perú es de 3 soles con 8 céntimos (ver **Anexo No 29**). Ahora, para que el arroz tenga un buen valor comercial su precio debe ser más barato. Entonces cada 2 kg de cascarilla de arroz costara 2 soles (S/ 1 por kg).

A pesar que el molino trabaja todo el día, se espera que la máquina opere 8 horas al día. La producción de la máquina secadora de arroz por hora es de 4394.23 kg; por día una cantidad de 35153.84 kg y por mes que son 20 días productivos según el rendimiento de la empresa, da un total de 703076.8 kg de arroz secado en base a merma o cascarilla de arroz.

Gastos necesarios mensuales y anuales de la secadora de arroz

Para que la máquina secadora en base a cascarilla de arroz tenga un óptimo funcionamiento se detallan los siguientes gastos necesarios tanto mensual como anual en la **Tabla No 14**.

Cabe mencionar que actualmente el molino vende la merma usable que expulsa de su proceso como pajilla prensada a un valor de 180 soles por tonelada prensada, al día producen 4.8 de toneladas de merma, al mes 144 y al año 1728 toneladas.

Tabla No 14 Gastos de operación mensual y anual de la máquina secadora de arroz

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad diaria	Precio unitario (S/.)	Precio mensual (S/.)	Precio anual (S/.)
Costo de mano de obra					
Personas	-	1	-	950	13300
Materia prima					
Merma de arroz	Tonelada	4.8	180	25920	311040
Energía eléctrica					
Motor 40 HP (30 kW)	kW-h	-	-	54.34	652.08
Mantenimiento					
Costo promedio	-	-	-	300	3600
Gastos administrativos					
Personal y gastos de administración	-	-	-	1000	14000
Transporte					
Traslado de material	m3	-	3.08	246.4	2956.8
TOTAL					345548.88

Fuente: Elaboración Propia

Valor actual neto (VAN)

El VAN tiene que ser mayor que 0, eso demostrará que nuestros ingresos durante un período de tiempo son mucho mayor que a la inversión y los costos adicionales como el mantenimiento y por lo tanto se generará ganancias (Boulanger, 2007). Para realizar el cálculo del VAN se tomaron los valores aproximados que se detallaron anteriormente y un lapso de tiempo de 5 años.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

- Ft: Beneficio neto de flujo anual
- I: Inversión inicial
- r: Tasa de descuento (12%) = 0.12
- t: 5 años
- n: Número de años

1.1.1. Tasa interna de retorno (TIR)

Para un proyecto tenga buen TIR necesita ser mayor que el 12% ya que ese es el interés que paga un banco. Este cálculo muestra cuán rentable es el proyecto, a mayor TIR mayor rentabilidad (Boulanger, 2007). Lo mencionado viene expresado en la siguiente fórmula estadística:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} - I = 0$$

En la **Tabla No 15** se muestran los resultados del VAN y el TIR para nuestro proyecto y diseño de la máquina pelletizadora, dando resultados muy favorables.

Tabla No 15 Gastos de operación mensual y anual de la máquina secadora

Inversión Inicial	-148600					
Gastos en Reemplazos						
Gastos en operación, mantenimiento u otros		-345549	-380104	-418114	-459926	-505918
TOTAL EGRESOS	-148600	-345549	-380104	-418114	-459926	-505918
Ingresos por ventas cascarilla de arroz o ahorro en combustible		480000	504000	529200	423360	508032
TOTAL DE INGRESOS		480000	504000	529200	423360	508032
BENEFICIOS NETOS	-148600	134451	123896	111086	36566	2114
				VAN	127245	
				TIR	64%	

Fuente : Elaboración Propia

CAPÍTULO IV
DISCUSIÓN

I.V DISCUSIÓN

El objetivo general que se planteó en este proyecto, fue diseñó una máquina secadora de arroz tipo torre para mejorar el proceso de secador de arroz en el molino “San Rafael S.R.L” con los parámetros técnicos requeridos para cubrir la demanda de producción arroz.

En otras investigaciones como, por ejemplo, en la tesis de “Sistema de Control Automatizado para el Secado de Arroz en el Molino El Pirata s.a.c”, en la cual también se planteó una metodología de estudio similar, nos sirvió como ayuda para el estudio de los procesos de secado de arroz y permitió aplicar de manera sencilla las teorías expuestas.

Habiendo realizado el diseño de la máquina con satisfacción, se procedió a realizar el cálculo de TIR y VAN. Obteniendo un resultado de un TIR de 64% y VAN de 127245 soles; por lo que la máquina sería rentable si desearamos fabricarla.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

- Se conocieron dos tipos de técnicas de secado, las cuales son la Técnica Artesanal y la Técnica Artificial ; siendo esta ultima la mas conveniente para el desarrollo de esta investigación.
- Se conocio la capacidad de producción diaria del Molino SAN RAFAEL S.R.L la cual es de 703 sacos de 50kg c/u trabajando 8 horas diarias, produciendo un flujo de 4394.23kg de arroz seco por hora ; teniendo un valor de humedad de entrada de 24% y de salida 12%.
- Se realizaron con satisfacción los cálculos correspondientes para el diseño de esta máquina secadora de arroz y se obtubieron sus parametros de funcionamiento, tambien obtuvimos el modelado mediante el software de SolidWorks 2018 y planos.
- Habiendo realizado el análisis del TIR y VAN obtuvimos un TIR de 64% y VAN de 127245 soles ; por lo cual concluimos que la máquina es rentable.

CAPÍTULO VI
RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

- Capacitación del personal que opera dicha máquina
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo a la máquina.
- Se recomienda colocar un termómetro para controlar la temperatura de secado.
- Se recomienda evaluar la instalación de un pre-calentador, utilizando los gases de combustión eliminados por la chimenea recirculando el aire caliente que sale por los tubos de la torre.
- Implementar este trabajo con la adquisición de sensores para determinar la humedad exacta y regular la cantidad de humedad a remover, asegurando la calidad del arroz seco en cáscara.

CAPÍTULO VII
PROPUESTA

VII. PROPUESTA

7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BAUTISTA Vidal, Salas María, “El arroz y su cultivo en el Perú”, Boletín de Lima, Vol, IV, pp 31-38; Mayo 1992.

D.H. Grist. “El arroz”, Editorial CICSA, MEXICO, 1982.

DE MORA Font, Llorens Rafael. “El arroz: Su cultivo Molinería y Comercio”. Editorial Michael Graham, Ottawa, Canadá, 1986.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: manual de capacitación, Colección FAO: Capacitación n° 10, 1986.

GARCÍA Montesco, Eduardo. “El arroz y su cultivo”, Espasa Calpe, España 1989.

INCROPERA FRANK P. Fundamentos Transferencia de Calor, cuarta edición, Prentice Hall, 1999.

KUELE, Federico. “El secado”, Editorial UOMO, España 1989

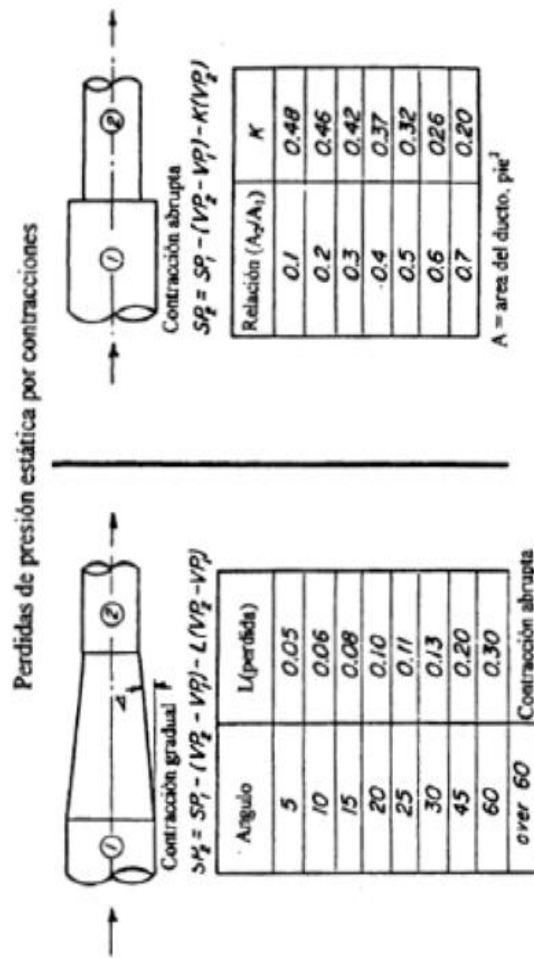
Masana Tarda, José. “Ventiladores y turbocompresores”, Edición Técnica, Mascombo S.A., Barcelona.

PERRY and CHILTON “Biblioteca del Ingeniero Químico”, Tomo VI, 6ta Edición, Mc Graw Hill Interamericana, México 1997.

TASCON Eugenio, García Elías. “Arroz: Investigación y Producción”. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia, 1958.

TOPOLANSKI, Eugenio.”El arroz y su cultivo y producción”

ANEXO 01



ANEXO 02



Centrifugal Discharge Belt

Series 100 Belt (Series 200 is for Head Take-up)

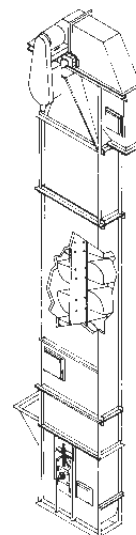
Centrifugal discharge belt type elevators handle a variety of relatively free-flowing dry materials with small to medium lump sizes that are mildly, moderately or extremely abrasive.

Buckets

Capacities listed are for style "AA" buckets. Style "A", "AA-RB" and "Salem" can be furnished. Style "C" may also be used to handle wet or sticky materials. Consult the factory for a specific recommendation.

Belt

Centrifugal discharge belt type elevators are furnished with 100% polyester carcass PVC belting or rubber covered ply belts specifically designed for elevator service. Many other types of belts and covers are available.



#100 Belt Centrifugal Discharge Bucket Elevator

ELEVATOR Number	CAPACITY Max. C.F.H.	BUCKETS				BELT		MAX. LUMP SIZE		NOM. CASING SIZE		HEAD PULLEY		BOOT PULLEY	
		Width	Proj.	Depth	Spacing	Width	F.P.M.	100%	10%	Width	Depth	Diameter	RPM	Diameter	Shaft Dia.
B43-139	95	4	2-3/4	3	8	5	140	1/4	1	8	18	8.00	62.9	8.00	1.5000
B64-141	293	6	4	4.25	13	7	235	1/4	2-1/2	11-3/4	35	20.00	43.8	16.00	1.5000
B64-140	324	6	4	4.25	13	7	260	1/2	2-1/2	11-3/4	39	24.00	40.5	16.00	1.5000
B85-142	543	8	5	5.5	16	9	230	3/4	3	13-3/4	39	20.00	42.9	14.00	2.0000
B85-143	591	8	5	5.5	16	9	250	3/4	3	13-3/4	42	24.00	39	16.00	2.0000
B106-144	911	10	6	6.25	16	11	225	1	3-1/2	15-3/4	42	20.00	41.9	16.00	2.0000
B106-145	1,013	10	6	6.25	16	11	250	1	3-1/2	15-3/4	48	24.00	39	20.00	2.0000
B127-146	1,425	12	7	7.25	18	13	250	1-1/4	4	17-3/4	48	24.00	39	20.00	2.4375
B127-147	1,596	12	7	7.25	18	13	280	1-1/4	4	17-3/4	54	30.00	35.1	24.00	2.4375
B147-148	1,691	14	7	7.25	18	15	245	1-1/4	4	19-3/4	48	24.00	38.2	20.00	2.4375
B147-149	1,932	14	7	7.25	18	15	280	1-1/4	4	19-3/4	54	30.00	35.1	24.00	2.4375
B168-150	2,550	16	8	8.5	18	17	250	1-1/2	4-1/2	22-3/4	48	24.00	39	20.00	2.4375
B168-152	2,856	16	8	8.5	18	17	280	1-1/2	4-1/2	22-3/4	54	30.00	35.1	24.00	2.4375
B188-160	2,925	18	8	8.5	18	19	250	1-1/2	4-1/2	24-3/4	48	24.00	39	20.00	2.4375
B208-164	3,150	20	8	8.5	18	21	250	1-1/2	4-1/2	26-3/4	48	24.00	39	20.00	2.4375
B188-162	3,276	18	8	8.5	18	19	280	1-1/2	4-1/2	24-3/4	54	30.00	35.1	24.00	2.4375
B208-166	3,528	20	8	8.5	18	21	280	1-1/2	4-1/2	26-3/4	54	30.00	35.1	24.00	2.4375
B127-146S	4,489	12	7	7.25	16	24	350	1-1/4	4	28	66	42.00	31.5	30.00	2.4375
B248-168	4,788	24	8	8.5	18	25	280	1-1/2	4-1/2	30-3/4	54	30.00	35.1	24.00	2.4375
B2410-170	6,636	24	10	10.5	18	25	280	1-1/2	4-1/2	30-3/4	60	30.00	35.1	24.00	2.4375

All Dimensions in inches.

Max. CFH capacity is at 75% bucket load.

Consult *Martin* for head shaft size and horsepower requirements.

ANEXO 03

<h1 style="margin: 0;">Buckets and Chain</h1>																																																																																																																											
Style AA Ductile iron buckets for general use with most types of relatively free flowing material in centrifugal discharge elevators. Can be mounted on chain or belt and furnished in various plastic materials.		<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th colspan="3">Bucket Size</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> <tr><td>4</td><td>2 1/4</td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>4</td><td>4 1/4</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td><td>5 1/2</td></tr> <tr><td>10</td><td>6</td><td>6 1/4</td></tr> <tr><td>12</td><td>7</td><td>7 1/4</td></tr> <tr><td>14</td><td>7</td><td>7 1/4</td></tr> <tr><td>16</td><td>8</td><td>8 1/2</td></tr> </table>			Bucket Size			A	B	C	4	2 1/4	3	6	4	4 1/4	8	5	5 1/2	10	6	6 1/4	12	7	7 1/4	14	7	7 1/4	16	8	8 1/2	<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th>Weight Lbs.</th></tr> <tr><td>1.0</td></tr> <tr><td>2.7</td></tr> <tr><td>4.8</td></tr> <tr><td>7.7</td></tr> <tr><td>12.0</td></tr> <tr><td>13.9</td></tr> <tr><td>21.8</td></tr> </table>	Weight Lbs.	1.0	2.7	4.8	7.7	12.0	13.9	21.8	<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th>Capacity cu. ft. X-X</th></tr> <tr><td>.01</td></tr> <tr><td>.03</td></tr> <tr><td>.07</td></tr> <tr><td>.12</td></tr> <tr><td>.19</td></tr> <tr><td>.23</td></tr> <tr><td>.34</td></tr> </table>	Capacity cu. ft. X-X	.01	.03	.07	.12	.19	.23	.34																																																																										
Bucket Size																																																																																																																											
A	B	C																																																																																																																									
4	2 1/4	3																																																																																																																									
6	4	4 1/4																																																																																																																									
8	5	5 1/2																																																																																																																									
10	6	6 1/4																																																																																																																									
12	7	7 1/4																																																																																																																									
14	7	7 1/4																																																																																																																									
16	8	8 1/2																																																																																																																									
Weight Lbs.																																																																																																																											
1.0																																																																																																																											
2.7																																																																																																																											
4.8																																																																																																																											
7.7																																																																																																																											
12.0																																																																																																																											
13.9																																																																																																																											
21.8																																																																																																																											
Capacity cu. ft. X-X																																																																																																																											
.01																																																																																																																											
.03																																																																																																																											
.07																																																																																																																											
.12																																																																																																																											
.19																																																																																																																											
.23																																																																																																																											
.34																																																																																																																											
Style C Fabricated buckets are used in centrifugal discharge elevators to handle materials that tend to pack or stick, such as sugar, clay, salt or wet grains.		<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th colspan="3">Bucket Size</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> <tr><td>6</td><td>4 1/2</td><td>4</td></tr> <tr><td>8</td><td>4 1/2</td><td>4</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>12</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>14</td><td>7</td><td>5 1/2</td></tr> <tr><td>16</td><td>7</td><td>5 1/2</td></tr> </table>			Bucket Size			A	B	C	6	4 1/2	4	8	4 1/2	4	10	5	4	12	5	4	14	7	5 1/2	16	7	5 1/2	<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th>Weight Lbs.</th></tr> <tr><td>2.0</td></tr> <tr><td>2.8</td></tr> <tr><td>4.0</td></tr> <tr><td>4.8</td></tr> <tr><td>8.5</td></tr> <tr><td>10.5</td></tr> </table>	Weight Lbs.	2.0	2.8	4.0	4.8	8.5	10.5	<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th>Capacity cu. ft. X-X</th></tr> <tr><td>.026</td></tr> <tr><td>.035</td></tr> <tr><td>.052</td></tr> <tr><td>.061</td></tr> <tr><td>.138</td></tr> <tr><td>.158</td></tr> </table>	Capacity cu. ft. X-X	.026	.035	.052	.061	.138	.158																																																																															
Bucket Size																																																																																																																											
A	B	C																																																																																																																									
6	4 1/2	4																																																																																																																									
8	4 1/2	4																																																																																																																									
10	5	4																																																																																																																									
12	5	4																																																																																																																									
14	7	5 1/2																																																																																																																									
16	7	5 1/2																																																																																																																									
Weight Lbs.																																																																																																																											
2.0																																																																																																																											
2.8																																																																																																																											
4.0																																																																																																																											
4.8																																																																																																																											
8.5																																																																																																																											
10.5																																																																																																																											
Capacity cu. ft. X-X																																																																																																																											
.026																																																																																																																											
.035																																																																																																																											
.052																																																																																																																											
.061																																																																																																																											
.138																																																																																																																											
.158																																																																																																																											
Continuous Medium front non-overlapping fabricated steel buckets are used in continuous discharge elevators for general service. Heavier gauges should be used when handling abrasive materials. Available fabricated from various materials. High front continuous buckets are available also. Plastic buckets available in most sizes.		<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th colspan="3">Bucket Size</th><th colspan="4">Weight Lbs.</th><th>Capacity cu. ft. X-X</th></tr> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>12 Ga.</th><th>10 Ga.</th><th>3/16"</th><th>1/4"</th><th></th></tr> <tr><td>8</td><td>5</td><td>7 1/4</td><td>5.1</td><td>6.3</td><td>8.7</td><td>—</td><td>.070</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td><td>7 1/4</td><td>5.9</td><td>7.4</td><td>10.2</td><td>—</td><td>.090</td></tr> <tr><td>10</td><td>7</td><td>11 1/2</td><td>9.3</td><td>11.9</td><td>16.5</td><td>—</td><td>.180</td></tr> <tr><td>12</td><td>7</td><td>11 1/2</td><td>10.4</td><td>13.4</td><td>18.6</td><td>—</td><td>.218</td></tr> <tr><td>14</td><td>7</td><td>11 1/2</td><td>11.6</td><td>14.9</td><td>20.7</td><td>—</td><td>.253</td></tr> <tr><td>12</td><td>8</td><td>11 1/2</td><td>11.2</td><td>14.4</td><td>20.0</td><td>26.1</td><td>.275</td></tr> <tr><td>14</td><td>8</td><td>11 1/2</td><td>12.4</td><td>16.0</td><td>22.2</td><td>29.1</td><td>.325</td></tr> <tr><td>16</td><td>8</td><td>11 1/2</td><td>13.7</td><td>17.6</td><td>24.5</td><td>32.0</td><td>.375</td></tr> <tr><td>18</td><td>8</td><td>11 1/2</td><td>14.9</td><td>19.2</td><td>26.7</td><td>35.0</td><td>.420</td></tr> </table>			Bucket Size			Weight Lbs.				Capacity cu. ft. X-X	A	B	C	12 Ga.	10 Ga.	3/16"	1/4"		8	5	7 1/4	5.1	6.3	8.7	—	.070	10	5	7 1/4	5.9	7.4	10.2	—	.090	10	7	11 1/2	9.3	11.9	16.5	—	.180	12	7	11 1/2	10.4	13.4	18.6	—	.218	14	7	11 1/2	11.6	14.9	20.7	—	.253	12	8	11 1/2	11.2	14.4	20.0	26.1	.275	14	8	11 1/2	12.4	16.0	22.2	29.1	.325	16	8	11 1/2	13.7	17.6	24.5	32.0	.375	18	8	11 1/2	14.9	19.2	26.7	35.0	.420																															
Bucket Size			Weight Lbs.				Capacity cu. ft. X-X																																																																																																																				
A	B	C	12 Ga.	10 Ga.	3/16"	1/4"																																																																																																																					
8	5	7 1/4	5.1	6.3	8.7	—	.070																																																																																																																				
10	5	7 1/4	5.9	7.4	10.2	—	.090																																																																																																																				
10	7	11 1/2	9.3	11.9	16.5	—	.180																																																																																																																				
12	7	11 1/2	10.4	13.4	18.6	—	.218																																																																																																																				
14	7	11 1/2	11.6	14.9	20.7	—	.253																																																																																																																				
12	8	11 1/2	11.2	14.4	20.0	26.1	.275																																																																																																																				
14	8	11 1/2	12.4	16.0	22.2	29.1	.325																																																																																																																				
16	8	11 1/2	13.7	17.6	24.5	32.0	.375																																																																																																																				
18	8	11 1/2	14.9	19.2	26.7	35.0	.420																																																																																																																				
AC Welded Steel High front for greater capacity. Hooded back for closer spacing. Typical in cement, gypsum powder or other powdery materials. Venting available for clean filling and discharge. Mounted on chain or belt.		<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th colspan="3">Bucket Size, Inches</th><th colspan="4">Weight</th><th colspan="2">Cap. Cu. Feet*</th></tr> <tr><th>L Length</th><th>P Proj.</th><th>D Depth</th><th>3/16" Steel</th><th>1/4" Steel</th><th>5/16" Steel</th><th>1/2" Steel</th><th>Filed to Line X-X</th><th>Filed to Line X-Y</th></tr> <tr><td>12</td><td>8</td><td>8 1/2</td><td>18.25</td><td>24.30</td><td>.231</td><td>.303</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>8</td><td>8 1/2</td><td>20.30</td><td>27.00</td><td>.271</td><td>.356</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>8</td><td>8 1/2</td><td>22.48</td><td>29.98</td><td>.311</td><td>.408</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>10</td><td>10 1/2</td><td>31.15</td><td>38.95</td><td>.488</td><td>.691</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td><td>10 1/2</td><td>33.68</td><td>42.10</td><td>.542</td><td>.768</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>10</td><td>10 1/2</td><td>39.67</td><td>52.69</td><td>.651</td><td>.921</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>12</td><td>12 1/2</td><td>53.84</td><td>71.46</td><td>1.072</td><td>1.474</td><td></td><td></td></tr> </table>			Bucket Size, Inches			Weight				Cap. Cu. Feet*		L Length	P Proj.	D Depth	3/16" Steel	1/4" Steel	5/16" Steel	1/2" Steel	Filed to Line X-X	Filed to Line X-Y	12	8	8 1/2	18.25	24.30	.231	.303			14	8	8 1/2	20.30	27.00	.271	.356			16	8	8 1/2	22.48	29.98	.311	.408			18	10	10 1/2	31.15	38.95	.488	.691			20	10	10 1/2	33.68	42.10	.542	.768			24	10	10 1/2	39.67	52.69	.651	.921			27	12	12 1/2	53.84	71.46	1.072	1.474			*Weights do not include bolt reinforcing plates. Bolt reinforcing plates are recommended if less than 8 bolts are used. Vent holes in bottom are optional in style "AC" buckets.																																					
Bucket Size, Inches			Weight				Cap. Cu. Feet*																																																																																																																				
L Length	P Proj.	D Depth	3/16" Steel	1/4" Steel	5/16" Steel	1/2" Steel	Filed to Line X-X	Filed to Line X-Y																																																																																																																			
12	8	8 1/2	18.25	24.30	.231	.303																																																																																																																					
14	8	8 1/2	20.30	27.00	.271	.356																																																																																																																					
16	8	8 1/2	22.48	29.98	.311	.408																																																																																																																					
18	10	10 1/2	31.15	38.95	.488	.691																																																																																																																					
20	10	10 1/2	33.68	42.10	.542	.768																																																																																																																					
24	10	10 1/2	39.67	52.69	.651	.921																																																																																																																					
27	12	12 1/2	53.84	71.46	1.072	1.474																																																																																																																					
SC Welded Steel Mounted between two strands of chain. Suitable for the heaviest materials. Designed for super capacity elevators. Typical in asphalt and concrete applications. Design offers increased capacity.		<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><th colspan="3">Bucket Size, Inches</th><th colspan="4">Weight</th><th colspan="2">Cap. Cu. Feet*</th></tr> <tr><th>L Length</th><th>P Proj.</th><th>D Depth</th><th>10 Gauge Steel</th><th>3/16" Steel</th><th>1/4" Steel</th><th>5/16" Steel</th><th>Filed to Line X-X</th><th>Filed to Line X-Y</th></tr> <tr><td>12</td><td>8 1/2</td><td>11 1/2</td><td>4 1/8</td><td>22</td><td>29</td><td>39</td><td>49</td><td>.35</td><td>.54</td></tr> <tr><td>14</td><td>8 1/2</td><td>11 1/2</td><td>4 1/8</td><td>23</td><td>31</td><td>41</td><td>51</td><td>.41</td><td>.63</td></tr> <tr><td>16</td><td>8 1/2</td><td>11 1/2</td><td>4 1/8</td><td>25</td><td>34</td><td>45</td><td>56</td><td>.46</td><td>.72</td></tr> <tr><td>16</td><td>12</td><td>17 1/2</td><td>6 1/2</td><td>43</td><td>58</td><td>76</td><td>95</td><td>1.11</td><td>1.55</td></tr> <tr><td>18</td><td>8 1/2</td><td>11 1/2</td><td>4 1/8</td><td>27</td><td>36</td><td>48</td><td>60</td><td>.52</td><td>.81</td></tr> <tr><td>20</td><td>8 1/2</td><td>11 1/2</td><td>4 1/8</td><td>29</td><td>39</td><td>52</td><td>65</td><td>.58</td><td>.90</td></tr> <tr><td>20</td><td>12</td><td>17 1/2</td><td>6 1/2</td><td>49</td><td>67</td><td>88</td><td>110</td><td>1.40</td><td>1.94</td></tr> <tr><td>24</td><td>12</td><td>17 1/2</td><td>6 1/2</td><td>55</td><td>75</td><td>104</td><td>130</td><td>1.68</td><td>2.33</td></tr> <tr><td>30</td><td>12</td><td>17 1/2</td><td>6 1/2</td><td>65</td><td>88</td><td>117</td><td>146</td><td>2.11</td><td>2.91</td></tr> <tr><td>36</td><td>12</td><td>17 1/2</td><td>6 1/2</td><td>73</td><td>99</td><td>132</td><td>165</td><td>2.53</td><td>3.49</td></tr> </table>			Bucket Size, Inches			Weight				Cap. Cu. Feet*		L Length	P Proj.	D Depth	10 Gauge Steel	3/16" Steel	1/4" Steel	5/16" Steel	Filed to Line X-X	Filed to Line X-Y	12	8 1/2	11 1/2	4 1/8	22	29	39	49	.35	.54	14	8 1/2	11 1/2	4 1/8	23	31	41	51	.41	.63	16	8 1/2	11 1/2	4 1/8	25	34	45	56	.46	.72	16	12	17 1/2	6 1/2	43	58	76	95	1.11	1.55	18	8 1/2	11 1/2	4 1/8	27	36	48	60	.52	.81	20	8 1/2	11 1/2	4 1/8	29	39	52	65	.58	.90	20	12	17 1/2	6 1/2	49	67	88	110	1.40	1.94	24	12	17 1/2	6 1/2	55	75	104	130	1.68	2.33	30	12	17 1/2	6 1/2	65	88	117	146	2.11	2.91	36	12	17 1/2	6 1/2	73	99	132	165	2.53	3.49	*Note: Actual capacity depends on angle of repose of material handled and inclination of elevator.
Bucket Size, Inches			Weight				Cap. Cu. Feet*																																																																																																																				
L Length	P Proj.	D Depth	10 Gauge Steel	3/16" Steel	1/4" Steel	5/16" Steel	Filed to Line X-X	Filed to Line X-Y																																																																																																																			
12	8 1/2	11 1/2	4 1/8	22	29	39	49	.35	.54																																																																																																																		
14	8 1/2	11 1/2	4 1/8	23	31	41	51	.41	.63																																																																																																																		
16	8 1/2	11 1/2	4 1/8	25	34	45	56	.46	.72																																																																																																																		
16	12	17 1/2	6 1/2	43	58	76	95	1.11	1.55																																																																																																																		
18	8 1/2	11 1/2	4 1/8	27	36	48	60	.52	.81																																																																																																																		
20	8 1/2	11 1/2	4 1/8	29	39	52	65	.58	.90																																																																																																																		
20	12	17 1/2	6 1/2	49	67	88	110	1.40	1.94																																																																																																																		
24	12	17 1/2	6 1/2	55	75	104	130	1.68	2.33																																																																																																																		
30	12	17 1/2	6 1/2	65	88	117	146	2.11	2.91																																																																																																																		
36	12	17 1/2	6 1/2	73	99	132	165	2.53	3.49																																																																																																																		
Chain Combination chains, C-, have cast block links and steel connecting side bars. All steel (steel knuckle), SS, are fabricated of steel. Attachments are available either on the connecting side bars or block link.	<table border="1" style="font-size: 8px; width: 100%;"> <tr> <th rowspan="2">Chain No.</th> <th rowspan="2">Pitch in Inches</th> <th rowspan="2">Average Ultimate Strength Lbs.</th> <th rowspan="2">Rated Working Value Lbs.</th> <th rowspan="2">Wt. Per Ft. Lbs Attachment Every Other Pitch</th> <th rowspan="2">Attachment Number</th> <th colspan="3">Dimension in Inches</th> </tr> <tr> <th>Pitch</th> <th>Pin Diameter</th> <th>Side Bar</th> <th>Barrel or Knuckle Dia.</th> </tr> <tr><td>C-977</td><td>2.308</td><td>11,000</td><td>1830</td><td>2.2</td><td>K-1</td><td>7/16</td><td>3/16 x 7/16</td><td>3/8</td></tr> <tr><td>C-188</td><td>2.609</td><td>14,000</td><td>1950</td><td>4.8</td><td>K-2</td><td>1/2</td><td>1/4 x 1 1/2</td><td>3/8</td></tr> <tr><td>C-102B</td><td>4.0</td><td>24,000</td><td>4000</td><td>7.8</td><td>K-2</td><td>3/4</td><td>3/8 x 1 1/2</td><td>1 1/2</td></tr> <tr><td>C-110</td><td>6.0</td><td>24,000</td><td>4000</td><td>7.3</td><td>K-2</td><td>3/4</td><td>3/8 x 1 1/2</td><td>1 1/2</td></tr> <tr><td>C-111</td><td>4.76</td><td>36,000</td><td>5,950</td><td>10.7</td><td>K-2</td><td>3/4</td><td>3/8 x 1 1/2</td><td>1 1/2</td></tr> <tr><td>SS-102B</td><td>4.0</td><td>40,000</td><td>6,290</td><td>9.0</td><td>K-2</td><td>3/4</td><td>3/8 x 1 1/2</td><td>1</td></tr> <tr><td>SS-110</td><td>6.0</td><td>40,000</td><td>6,290</td><td>8.6</td><td>K-2</td><td>3/4</td><td>3/8 x 1 1/2</td><td>1 1/4</td></tr> </table>							Chain No.	Pitch in Inches	Average Ultimate Strength Lbs.	Rated Working Value Lbs.	Wt. Per Ft. Lbs Attachment Every Other Pitch	Attachment Number	Dimension in Inches			Pitch	Pin Diameter	Side Bar	Barrel or Knuckle Dia.	C-977	2.308	11,000	1830	2.2	K-1	7/16	3/16 x 7/16	3/8	C-188	2.609	14,000	1950	4.8	K-2	1/2	1/4 x 1 1/2	3/8	C-102B	4.0	24,000	4000	7.8	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/2	C-110	6.0	24,000	4000	7.3	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/2	C-111	4.76	36,000	5,950	10.7	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/2	SS-102B	4.0	40,000	6,290	9.0	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1	SS-110	6.0	40,000	6,290	8.6	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/4																																								
Chain No.	Pitch in Inches	Average Ultimate Strength Lbs.	Rated Working Value Lbs.	Wt. Per Ft. Lbs Attachment Every Other Pitch	Attachment Number	Dimension in Inches																																																																																																																					
						Pitch	Pin Diameter	Side Bar	Barrel or Knuckle Dia.																																																																																																																		
C-977	2.308	11,000	1830	2.2	K-1	7/16	3/16 x 7/16	3/8																																																																																																																			
C-188	2.609	14,000	1950	4.8	K-2	1/2	1/4 x 1 1/2	3/8																																																																																																																			
C-102B	4.0	24,000	4000	7.8	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/2																																																																																																																			
C-110	6.0	24,000	4000	7.3	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/2																																																																																																																			
C-111	4.76	36,000	5,950	10.7	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/2																																																																																																																			
SS-102B	4.0	40,000	6,290	9.0	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1																																																																																																																			
SS-110	6.0	40,000	6,290	8.6	K-2	3/4	3/8 x 1 1/2	1 1/4																																																																																																																			

NOTE: All dimensions are inside to inside of bucket.

ANEXO 04



Descarga Centrifuga de Banda Series 100

No. de Elevador	Caballos de Fuerza*												No. de Elevador
	Densidad de Material (Libras por Pies Cúbicos)												
	35			50			75			100			
	Centros Pies	Diámetro de Eje de Cabeza	HP	Centros Pies	Diámetro de Eje de Cabeza	HP	Centros Pies	Diámetro de Eje de Cabeza	HP	Centros Pies	Diámetro de Eje de Cabeza	HP	
B43-139	0-100	1 1/8	1	0-100	1 1/8	1	0-100	1 1/8	1	0-80	1 1/8	1	B43-139
										81-100	1 1/8	1 1/2	
B64-140 y B64-141	0-80	1 1/8	1	0-66	1 1/8	1	0-44	1 1/8	1	0-33	1 1/8	1	B64-140 y B64-141
	81-100	1 1/8	1 1/2	67-80	1 1/8	1 1/2	45-66	1 1/8	1 1/2	34-50	1 1/8	1 1/2	
				81-100	1 1/8	2	67-88	1 1/8	2	51-66	1 1/8	2	
							89-100	2 1/8	3	67-92	1 1/8	3	
B85-142 y B85-143	0-42	1 1/8	1	0-33	1 1/8	1	0-33	1 1/8	1 1/2	0-25	1 1/8	1 1/2	B85-142 y B85-143
	43-71	2 1/8	1 1/2	34-50	2 1/8	1 1/2	34-44	2 1/8	2	26-33	2 1/8	2	
	72-95	2 1/8	2	51-66	2 1/8	2	45-66	2 1/8	3	34-50	2 1/8	3	
	96-100	2 1/8	3	67-90	2 1/8	3	67-100	2 1/8	5	51-83	2 1/8	5	
				91-100	2 1/8	5				84-100	2 1/8	7 1/2	
B106-144 y B106-145	0-25	1 1/8	1	0-24	1 1/8	1 1/2	0-20	1 1/8	1 1/2	0-30	2 1/8	3	B106-144 y B106-145
	26-42	2 1/8	1 1/2	25-40	2 1/8	2	21-26	2 1/8	2	31-50	2 1/8	5	
	43-57	2 1/8	2	41-60	2 1/8	3	27-40	2 1/8	3	51-75	3 1/8	7 1/2	
	58-85	2 1/8	3	61-100	3 1/8	5	41-66	2 1/8	5	76-100	3 1/8	10	
	86-100	3 1/8	5				67-100	3 1/8	7 1/2				
B127-146S Alternado	0-27	2 1/8	5	0-34	3 1/8	7 1/2	0-30	3 1/8	10	0-35	3 1/8	15	B127-146S Alternado
	28-44	3 1/8	7 1/2	35-46	3 1/8	10	31-46	3 1/8	15	36-46	4 1/8	20	
	45-66	3 1/8	10	47-69	4 1/8	15	47-61	4 1/8	20	47-58	4 1/8	25	
	67-89	4 1/8	15	70-93	4 1/8	20	62-77	4 1/8	25	59-69	4 1/8	30	
	90-100	4 1/8	15	94-100	4 1/8	25	78-92	4 1/8	30	70-93	5 1/8	40	
B127-146 y B127-147	0-35	2 1/8	2	0-34	2 1/8	3	0-25	2 1/8	3	0-31	2 1/8	5	B127-146 y B127-147
	36-53	2 1/8	3	35-59	2 1/8	5	26-41	2 1/8	5	32-46	3 1/8	7 1/2	
	54-89	3 1/8	5	60-93	3 1/8	7 1/2	42-62	3 1/8	7 1/2	47-62	3 1/8	10	
	90-100	3 1/8	7 1/2	94-100	3 1/8	10	63-72	3 1/8	10	63-93	3 1/8	15	
B147-148 y B147-149							73-100	3 1/8	15	94-100	4 1/8	20	B147-148 y B147-149
	0-27	2 1/8	3	0-20	2 1/8	5	0-17	2 1/8	5	0-15	2 1/8	5	
	28-45	2 1/8	3	21-39	2 1/8	7 1/2	18-34	2 1/8	5	16-33	2 1/8	7 1/2	
	46-75	3 1/8	5	40-76	3 1/8	7 1/2	35-52	3 1/8	7 1/2	34-51	3 1/8	10	
	76-100	3 1/8	7 1/2	77-100	3 1/8	10	53-69	3 1/8	10	52-76	3 1/8	15	
B168-150 y B168-152							76-100	4 1/8	15	77-100	4 1/8	20	B168-150 y B168-152
	0-28	2 1/8	5	0-28	2 1/8	5	0-35	3 1/8	7 1/2	0-29	3 1/8	10	
	29-51	3 1/8	5	29-46	3 1/8	7 1/2	36-47	3 1/8	10	44	3 1/8	15	
	52-76	3 1/8	7 1/2	47-70	3 1/8	10	48-71	4 1/8	15	65	4 1/8	20	
	77-100	4 1/8	10	71-92	4 1/8	15	72-95	4 1/8	20	89	4 1/8	25	
				92-100	4 1/8	20	96-100	4 1/8	25	100	5 1/8	30	

*Basado en un cangilón lleno al 100%

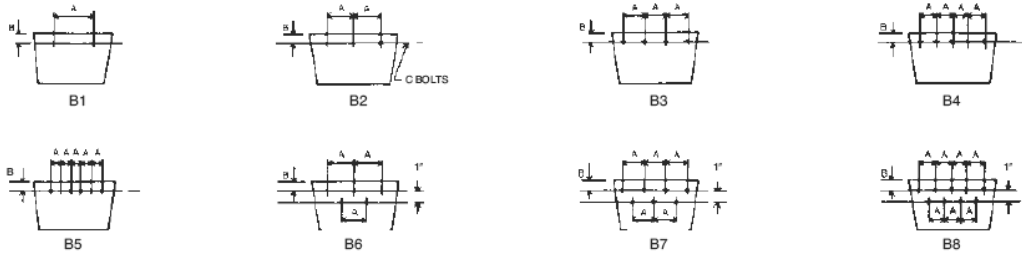
*Para dimensiones nominales vea la pagina H-131.

ANEXO 05

Martin

Bucket Punching (Belt)

CEMA Standard (Formerly P1 thru P9)



Bucket Length	Salem and Other Similar Light Buckets				M.I. & Steel Buckets Style A, AA, AA-RB, B, C, etc.				Continuous Buckets			
	Punch	A	B	C*	Punch	A	B	C*	Punch	A	B	C*
6	B-1	4%	5/8	1/4	B-1	4-3/8	1	1/4	—	—	—	—
8	B-2	3 3/16	7/8	1/4-5/16	B-6	3	7/8	1/4-5/16	B-6	3	1 1 1 1 1 1 1 1	1/4-5/16
10	B-2	4 1/4	7/8	1/4-5/16	B-6	3 1/2	7/8	1/4-5/16	B-6	3 1/2		1/4-5/16
12	B-3	3%	7/8	1/4-5/16	B-6	4 1/2	7/8	1/4-5/16	B-6	4 1/2		1/4-5/16
14	B-4	3	7/8	1/4-5/16	B-7	4	7/8	5/16	B-7	4		5/16
16	B-5	2 1/2	7/8	1/4-5/16	B-7	4 1/2	7/8	5/16	B-7	4 1/2		5/16
18	—	—	—	—	—	—	—	—	B-7	5		5/16

*C = Bolt Diameter. See Chart on Page H-140.

Bucket Punching — Chain



Style AA, C, SC, etc.

Continuous

Chain Number	Attachment Number	A	B	C	D	E
C-977	K-1	1	—	3	—	3/8
C-188	K-2	1	1 1/4	4 1/16	2 1/4	3/8
C-102B	K-2	3/4	1 1/4	5 1/16	2	3/8
C-110	K-2	7/8	1 1/4	5 1/16	3%	3/8
C-111	K-2	3/4	2 1/16	6 1/4	2 1/4	3/8
SS-102B	K-2	3/4	1 1/4	5 1/16	2	3/8
SS-110	K-2	7/8	1 1/4	5 1/16	3%	3/8

Bucket Size	High Speed Grain			
	Punch	A	B	C
7 x 5	B2	2 1/16	1 1/4	1/4
9 x 5	B2	3%	1 1/4	1/4
9 x 6	B2	3%	2	1/4
11 x 6	B3	3	2	1/4
12 x 6	B3	3%	2	1/4
14 x 7	B4	3	2	5/16

Consult *Martin* for "AC" and "SC" Bucket Punching.



Platforms

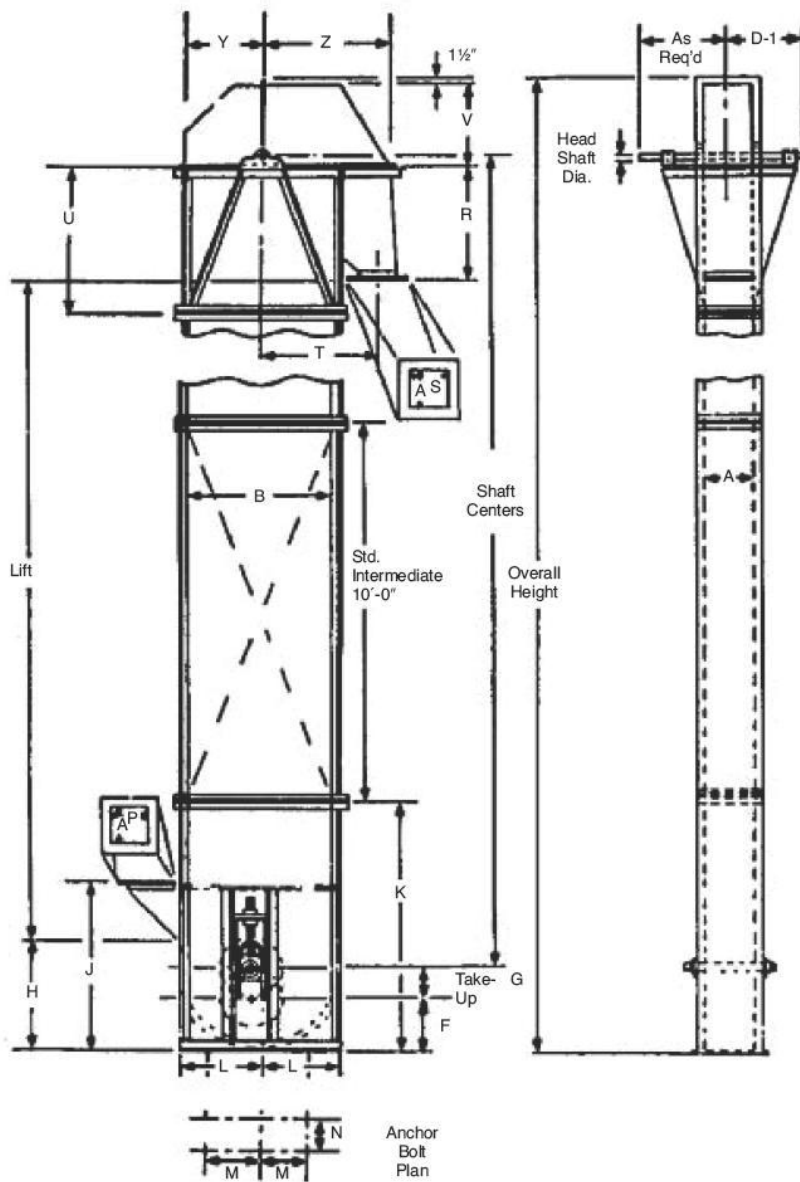
Head section service platforms are of structural steel, angle hand rails and heavy non-skid grating. The platform mounts securely to the elevator head section. Various sizes and configurations are available. Rest platforms are also available and required at 30' intervals.

Ladders/Safety Cages

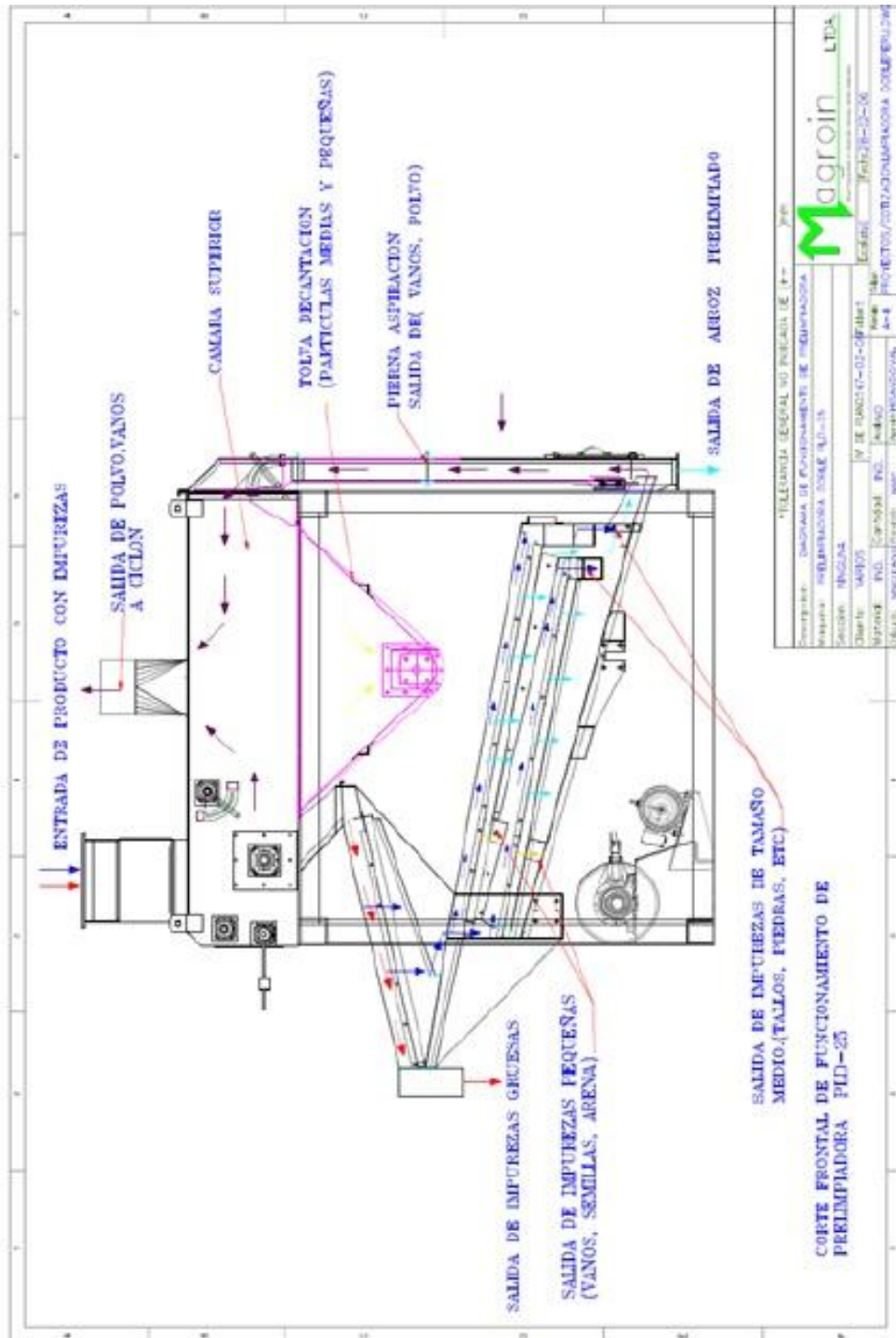
Ladders with safety cages are available. They are constructed of heavy gauge steel and sized to provide easy access to platforms. Ladders with safety cage are easily bolted to the elevator casings.

ANEXO 06

Bucket Elevator
Dimensions



ANEXO 07



ANEXO 08

**Table 1-1
Material Classification Code Chart**



Major Class	Material Characteristics Included	Code Designation
Density	Bulk Density, Loose	Actual Lbs/PC
Size	Very Fine No. 200 Sieve (.0029") And Under No. 100 Sieve (.0059") And Under No. 40 Sieve (.016") And Under	A200 A100 A40
	Fine No. 6 Sieve (.132") And Under	B6
	Granular ½" And Under (6 Sieve to ½") 3" And Under (½ to 3") 7" And Under (3" to 7")	C½ D3 D7
	Lumpy 16" And Under (0" to 16") Over 16" To Be Specified X=Actual Maximum Size	D16 DX
	Irregular Stringy, Fibrous, Cylindrical, Slabs, Etc.	E
Flowability	Very Free Flowing	1
	Free Flowing	2
	Average Flowability	3
	Sluggish	4
Abrasiveness	Mildly Abrasive	5
	Moderately Abrasive	6
	Extremely Abrasive	7
Miscellaneous Properties Or Hazards	Builds Up and Hardens Generates Static Electricity Decomposes — Deteriorates in Storage Flammability Becomes Plastic or Tends to Soften Very Dusty Aerates and Becomes a Fluid Explosiveness Stickiness — Adhesion Contaminable, Affecting Use Degradable, Affecting Use Gives Off Harmful or Toxic Gas or Fumes Highly Corrosive Mildly Corrosive Hygroscopic Interlocks, Mats or Agglomerates Oils Present Packs Under Pressure Very Light and Fluffy — May Be Windswept Elevated Temperature	F G H J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

ANEXO 09

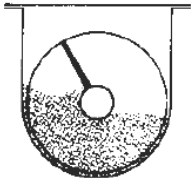
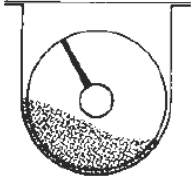
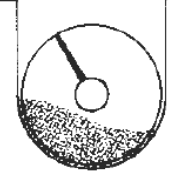
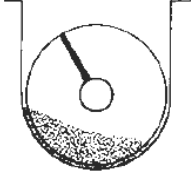


Capacity Table

Horizontal Screw Conveyors

(Consult Factory for Inclined Conveyors)

Table 1-6

	Trough Loading	Screw Dia. Inch	Capacity Cubic Feet Per Hour (Full Pitch)		Max. RPM
			At One RPM	At Max RPM	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.20	1270	155
		10	11.40	1710	150
		12	19.40	2820	145
		14	31.20	4370	140
		16	46.70	6060	130
		18	67.60	8120	120
		20	93.70	10300	110
		24	164.00	16400	100
30	323.00	29070	90		
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3380	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
30	216.00	12960	60		
30% B		4	0.41	29	72
		6	1.49	90	60
		9	5.45	300	55
		10	7.60	418	55
		12	12.90	645	50
		14	20.80	1040	50
		16	31.20	1400	45
		18	45.00	2025	45
		20	62.80	2500	40
		24	109.00	4360	40
30	216.00	7560	35		
15%		4	0.21	15	72
		6	0.75	45	60
		9	2.72	150	55
		10	3.80	210	55
		12	6.40	325	50
		14	10.40	520	50
		16	15.60	700	45
		18	22.50	1010	45
		20	31.20	1250	40
		24	54.60	2180	40
30	108.00	3780	35		

ANEXO 10

Horsepower Requirements



Horizontal Screw Conveyors

*Consult Factory for Inclined Conveyors or Screw Feeders

The horsepower required to operate a horizontal screw conveyor is based on proper installation, uniform and regular feed rate to the conveyor and other design criteria as determined in this book.

The horsepower requirement is the total of the horsepower to overcome friction (HP_f) and the horsepower to transport the material at the specified rate (HP_m) multiplied by the overload factor F_O and divided by the total drive efficiency e, or:

$$HP_f = \frac{LN F_d f_b}{1,000,000} = \text{(Horsepower to run an empty conveyor)}$$

$$HP_m = \frac{CLW F_f F_m F_p}{1,000,000} = \text{(Horsepower to move the material)}$$

$$\text{Total HP} = \frac{(HP_f + HP_m) F_O}{e}$$

The following factors determine the horsepower requirement of a screw conveyor operating under the foregoing conditions.

- L = Total length of conveyor, feet
- N = Operating speed, RPM (revolutions per minute)
- F_d = Conveyor diameter factor (See Table 1-12)
- F_b = Hanger bearing factor (See Table 1-13)
- C = Capacity in cubic feet per hour
- W = Weight of material, lbs. per cubic foot
- F_f = Flight factor (See Table 1-14)
- F_m = Material factor (See Table 1-2)
- F_p = Paddle factor, when required. (See Table 1-15)
- F_O = Overload factor (See Table 1-16)
- e = Drive efficiency (See Table 1-17)

Table 1-12

Conveyor Diameter Factor, F _d			
Screw Diameter Inches	Factor F _d	Screw Diameter Inches	Factor F _d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300

Table 1-13

Hanger Bearing Factor F _b		
Bearing Type		Hanger Bearing Factor F _b
B	Ball	1.0
L	<i>Martin</i> Bronze	2.0
S	*Graphite Bronze *Melamine *Oil Impreg. Bronze *Oil Impreg. Wood *Nylatron *Nylon *Teflon *UHMW *Ertalyte® *Urethane	2.0
	<i>Martin</i> Hard Iron	3.4
H	*Hard Surfaced *Stellite *Ceramic	4.4

*Non lubricated bearings, or bearings not additionally lubricated.

ANEXO 11



Table 1-14
Flight Factor, F_f

Flight Type	F_f Factor for Percent Conveyor Loading			
	15%	30%	45%	95%
Standard	1.0	1.0	1.0	1.0
Cut Flight	1.10	1.15	1.20	1.3
Cut & Folded Flight	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Ribbon Flight	1.05	1.14	1.20	—
*Not Recommended				

Table 1-15

Paddle Factor F_p					
Standard Paddles per Pitch, Paddles Set at 45° Reverse Pitch					
Number of Paddles per Pitch	0	1	2	3	4
Paddle Factor — F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Table 1-16

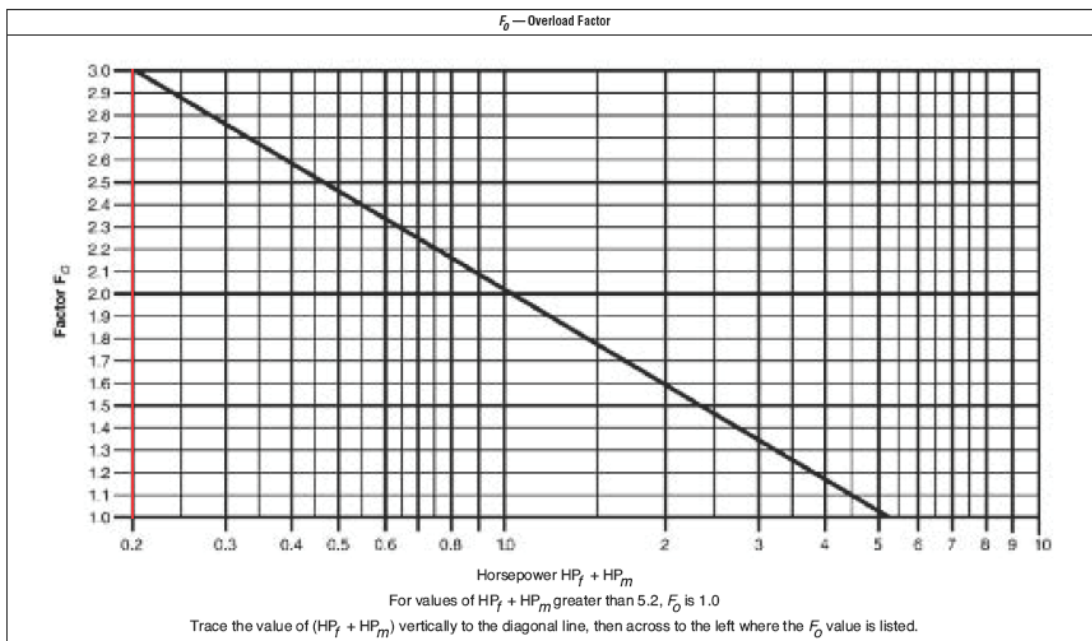


Table 1-17

e Drive Efficiency Factor				
Screw Drive or Shaft Mount w/ V-Belt Drive	V-Belt to Helical Gear and Coupling	Gearmotor w/ Coupling	Gearmotor w/ Chain Drive	Worm Gear
.88	.87	.95	.87	Consult Manufacturer

ANEXO 13



Printed Date: 6/5/2010
Job: Miguel 05-06-10 (practica)
Product Type: Fan
Mark: VENTILADOR CENTRIFUGO

ENGINEERING DATA

Approx. Fan Weight (lb)	Max. T Motor Frame Size
1,170	180

**Fan weight is without accessories.

Drive Type
Variable

CONFIGURATION

Arrangement	Rotation	Discharge Position
10	CW	TH

INSTALLATION

Air Stream Temp (F)
70

MOTOR SPECS

Size (kW)	RPM	VICP	Enclosure	Motor Frame Size
15	1725	460/60/3	IP55	180

SWB Backward Inclined Centrifugal Utility Fan

Tag: VENTILADOR CENTRIFUGO STANDARD CONSTRUCTION FEATURES

HOUSING: Heavy gauge steel housing with Lock-seam construction • Unit support angles with prepunched mounting holes • Adjustable motor plate • Corrosion resistant fasteners • Entire unit is phosphatized and coated.
BEARINGS, SHAFT, AND WHEEL: Heavy duty lubricatable, self-aligning ball bearing pillow blocks • Polished, solid steel shafts • Backward inclined fan wheel (Fans with EXP. motors include: aluminum wheel, aluminum rub ring, and shaft seal)

SELECTED OPTIONS & ACCESSORIES

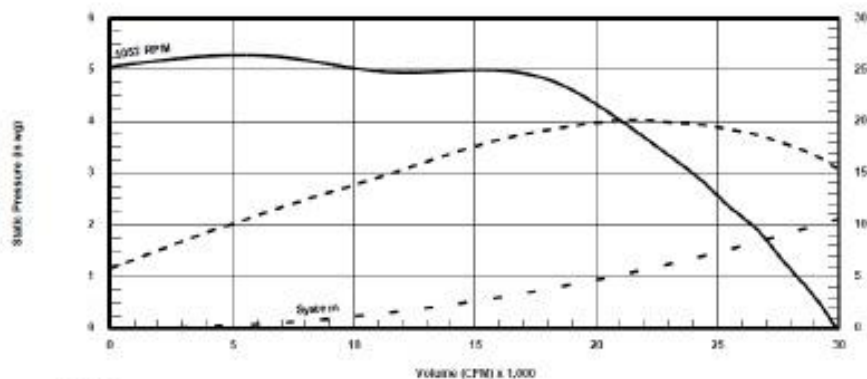
Steel Wheel Construction
 Class F Motor Insulation
 Fernatec® - Standard Coating on Entire Fan
 Two Groove Pulley and Belt System

PERFORMANCE Elevation ft. = 0

Qty.	Model	Volume (CFM)	SP (in wg)	TS (ft/min)	CV (ft/min)	FRPM	Operating Power (hp)	SE %
1	SWB-M236-15KW*	27,000	1.72	10,053	3,659	1,052	18.49	40

SOUND

Inlet Sound Power by Octave Band								LWA	dBA	Noise Criteria	Sones
62.5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	94	83	70	39
0.4	0.6	0.7	0.2	0.8	0.4	0.9	0.3				



——— Fan Curve
 - - - - - System Curve
 Static Pressure Curve
 Do not operate to the left of this curve.



ANEXO 14

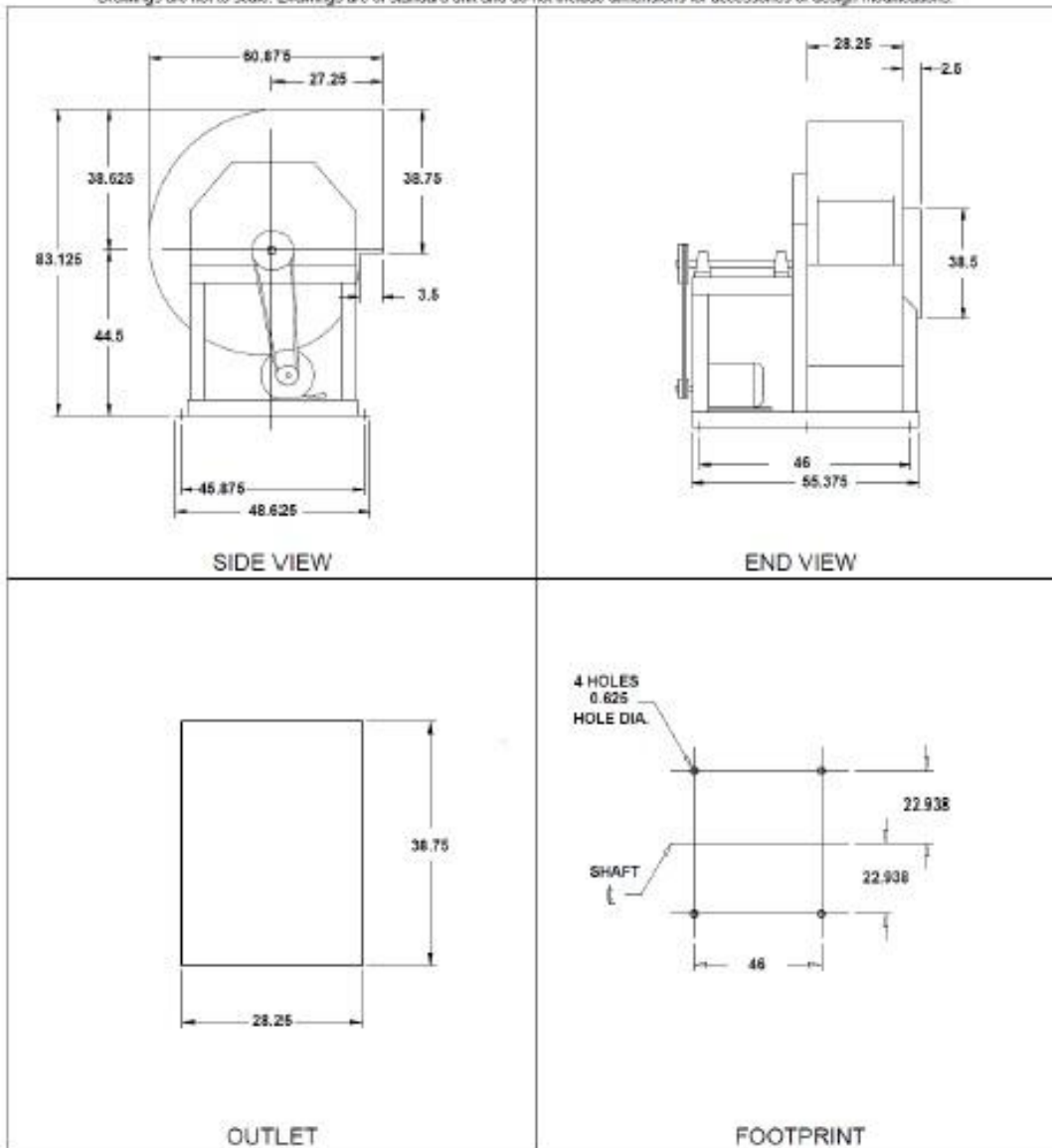


Printed Date: 6/5/2010
 Job: Miguel 05-06-10 (practica)
 Product Type: Fan
 Mark: VENTILADOR CENTRIFUGO

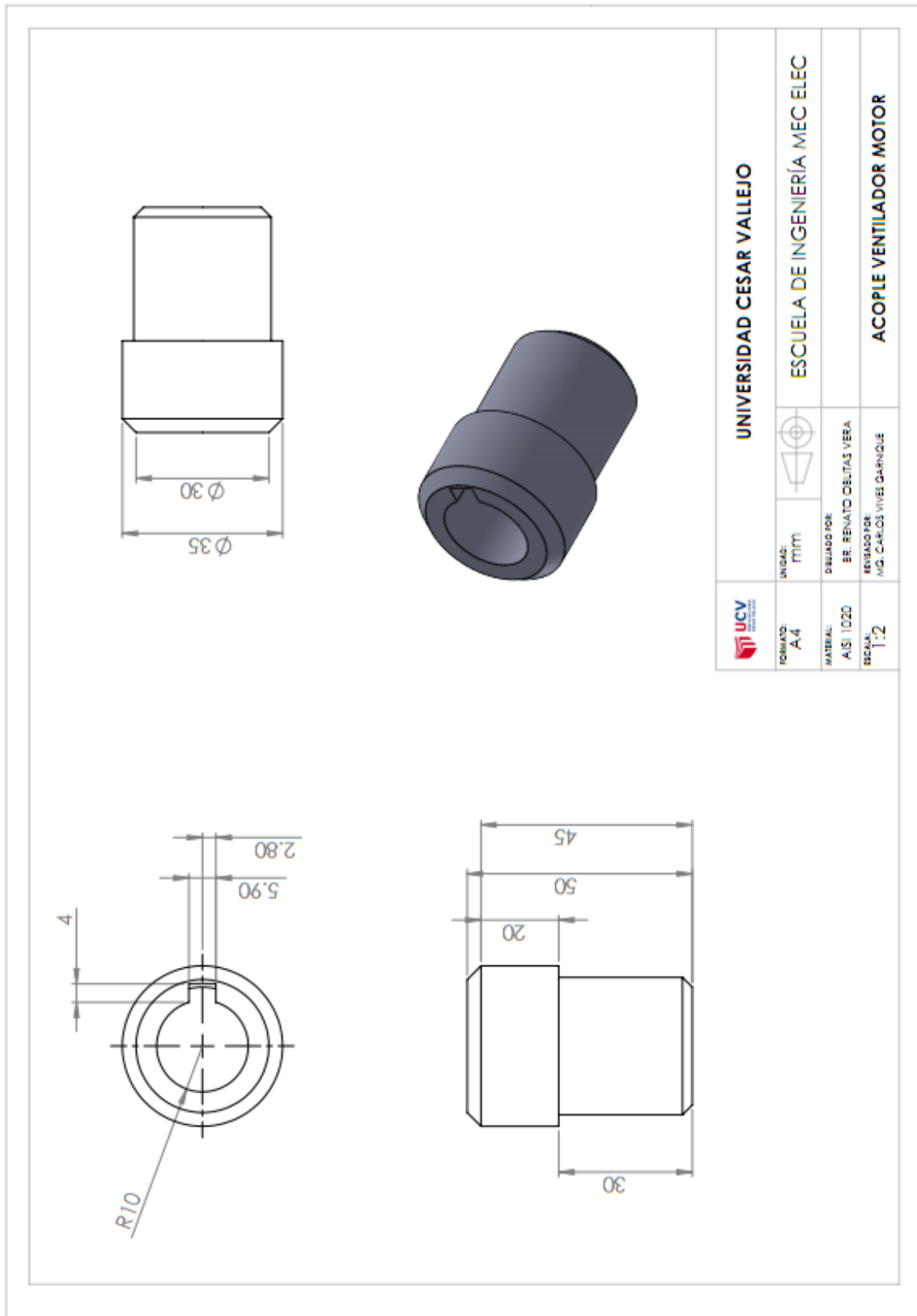
Size: 36
 Arrangement: 10

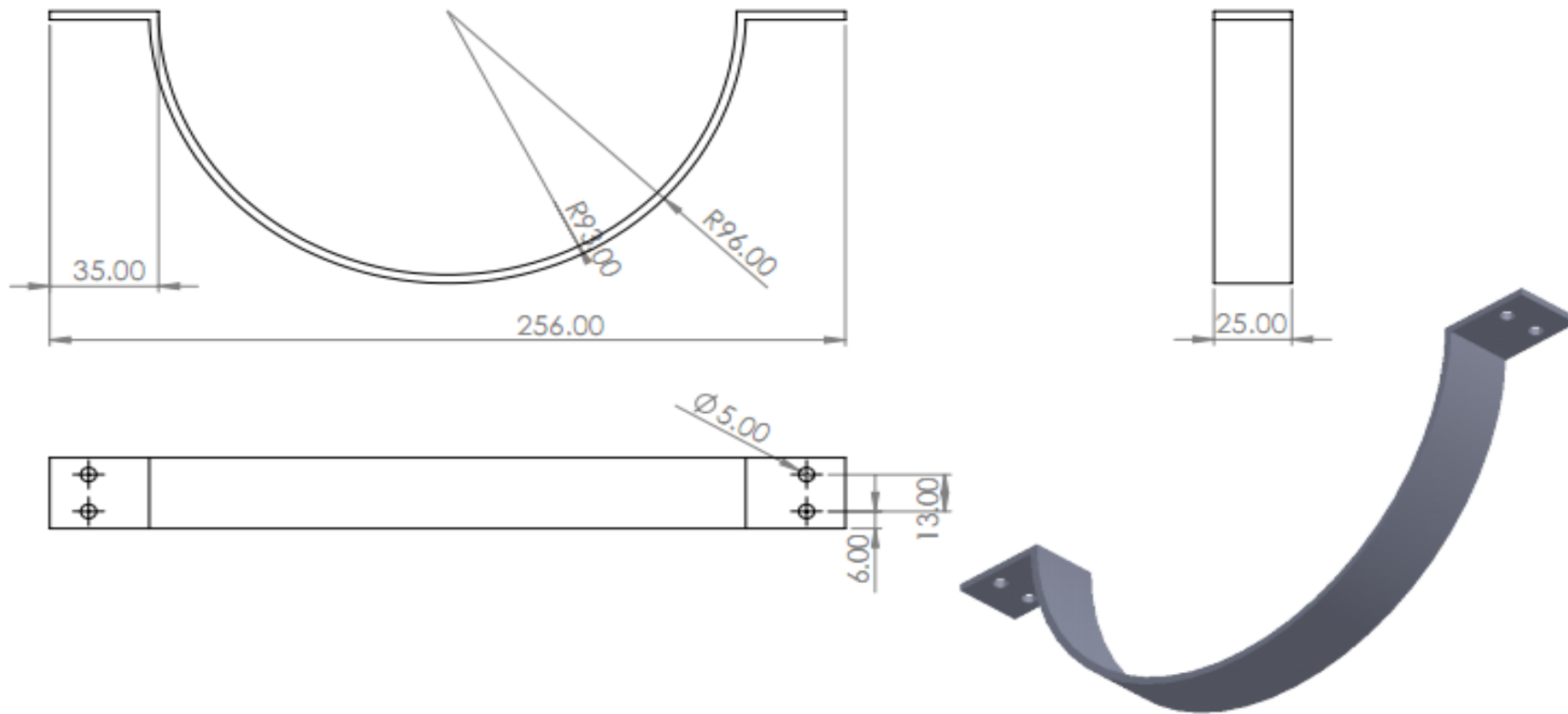
SWB Backward Inclined Centrifugal Utility Fan

NOTES: All dimensions shown are in units of inches.
 Drawings are not to scale. Drawings are of standard unit and do not include dimensions for accessories or design modifications.

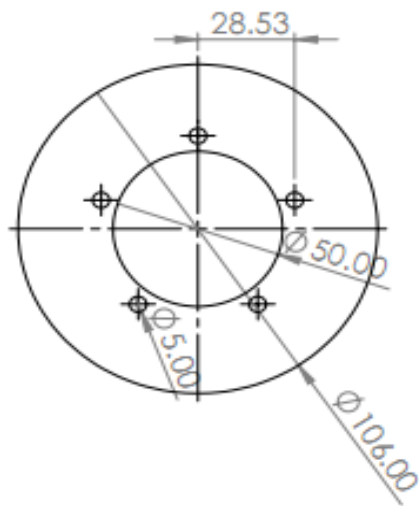


7.3 PLANOS

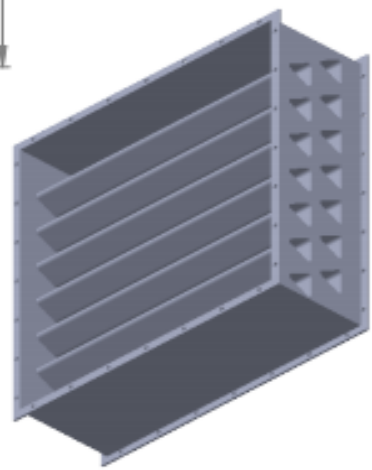
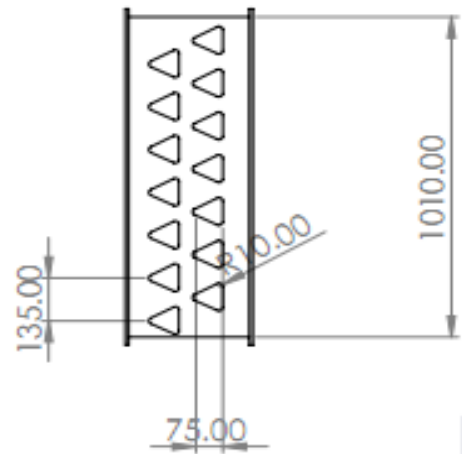
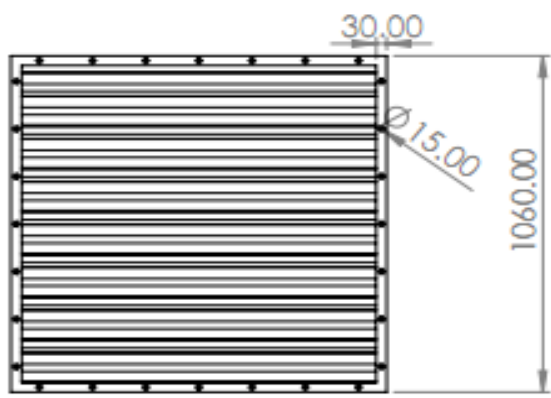




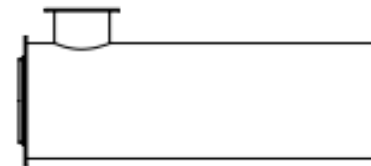
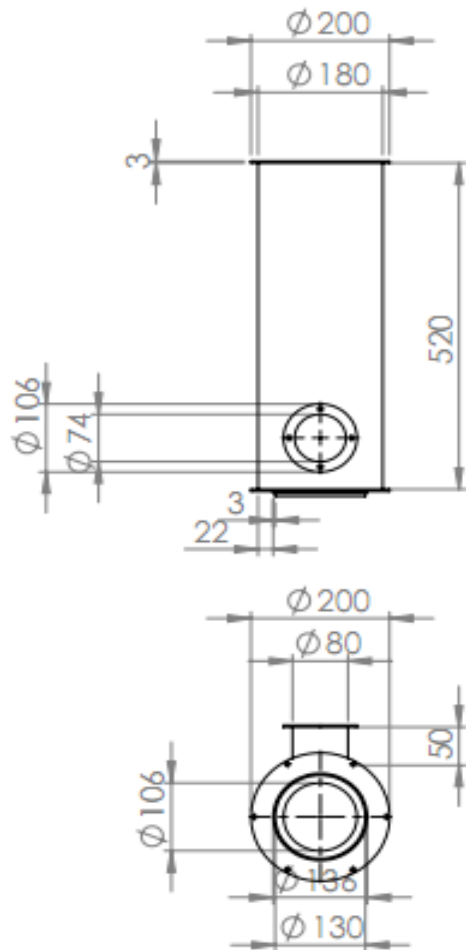
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DIBUJADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: ING. CARLOS VIVES GARNIQUE		ARO SOPORTE



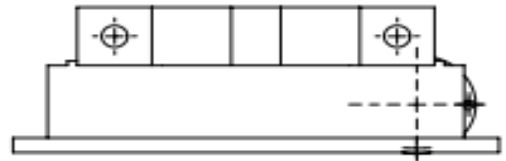
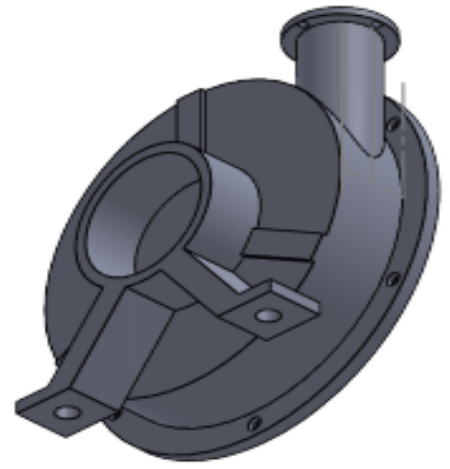
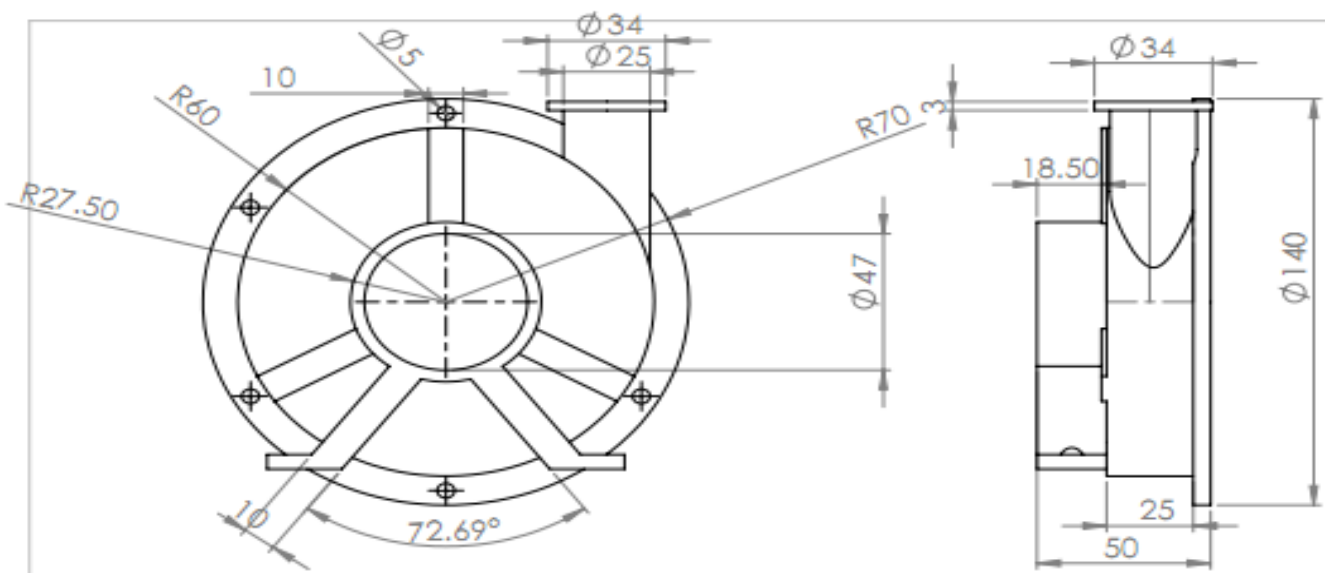
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DIBUJADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		BRIDA DEL QUEMADOR



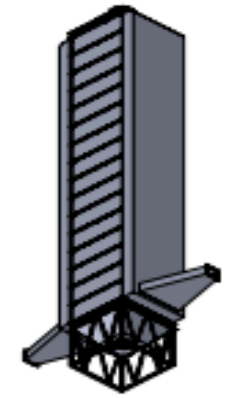
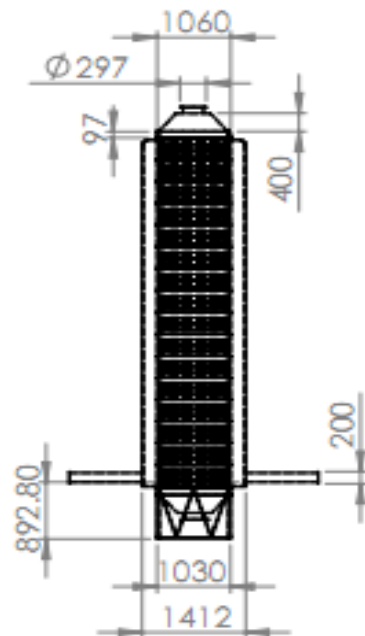
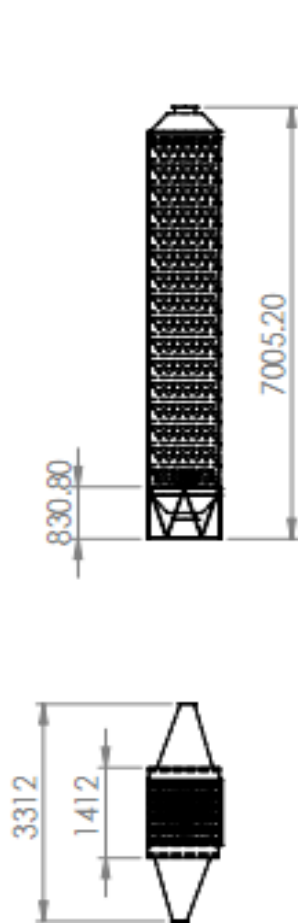
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR. RENATO OBITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		CABALLETE



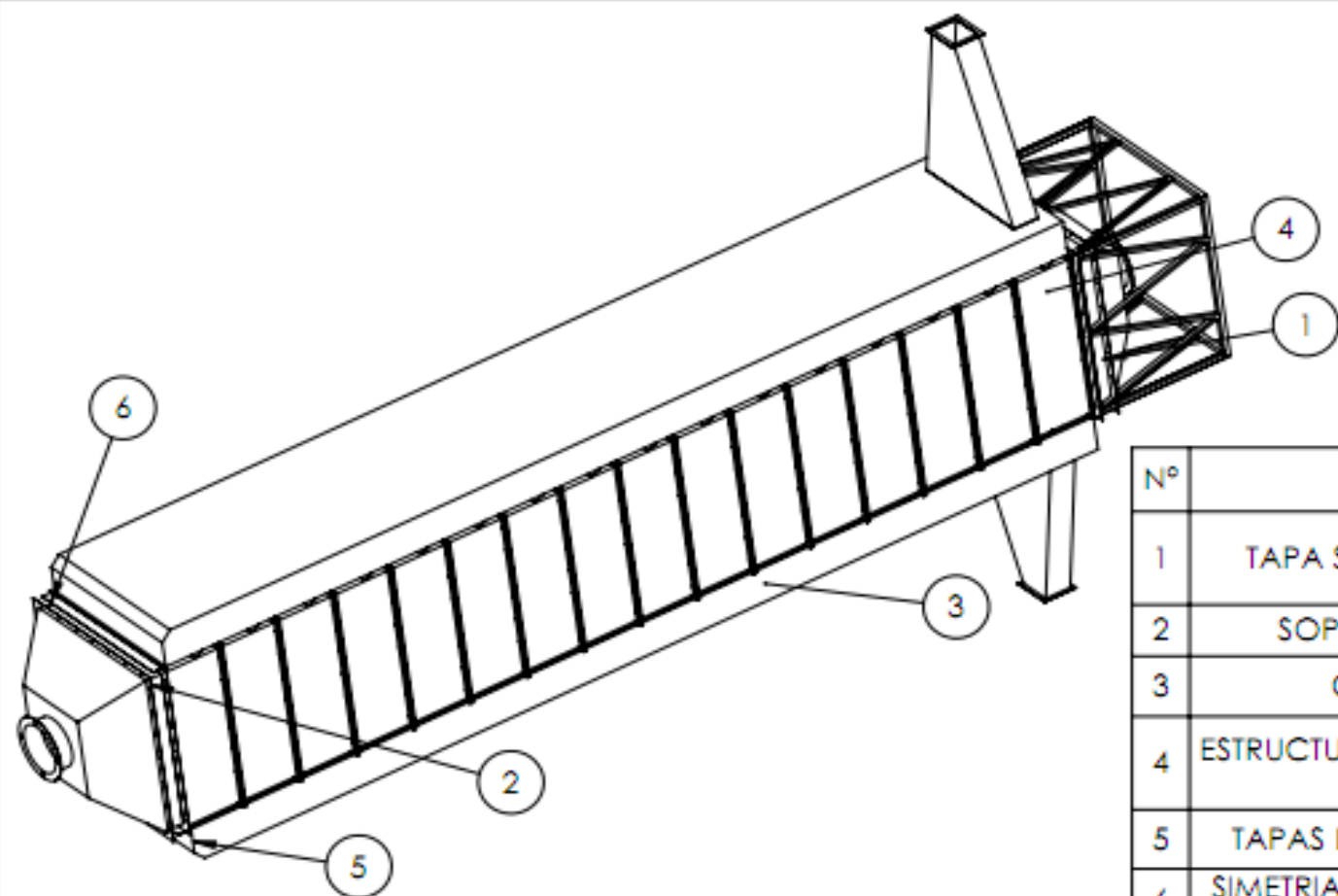
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DIBUJADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		CAMARA COMB



 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DIBUJADO POR: BR. RENATO OSBITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GASNIQUE		CARCAZA VENTILADOR

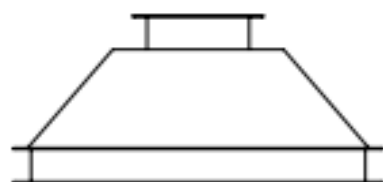
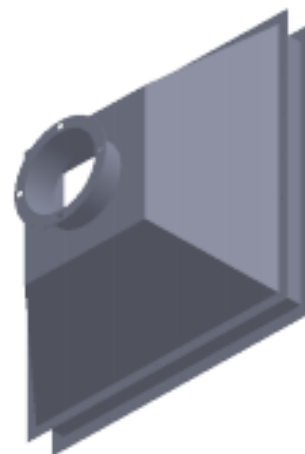
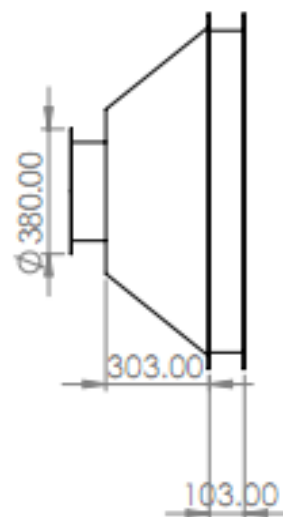
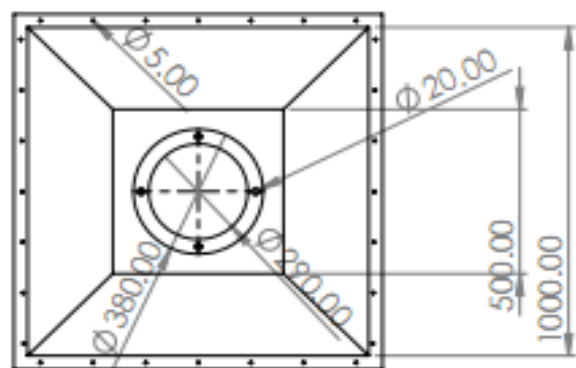


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: SR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:100	REVISADO POR: MG CARLOS VIVES GARNIQUE		ENSAMBLE OCMPLETO

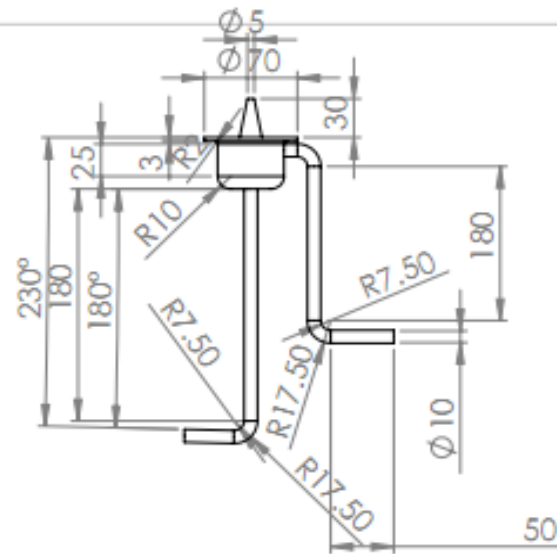


Nº	PARTE	CANTIDAD
1	TAPA SUPERIOR TORRE	02
2	SOPORTE LATERAL	02
3	CABALLETE	16
4	ESTRUCTURA SOPORTE DE LA TORRE	01
5	TAPAS LATERALES TORRE	01
6	SIMETRIA TAPAS LATEAÑLES DE LA TORRE	01

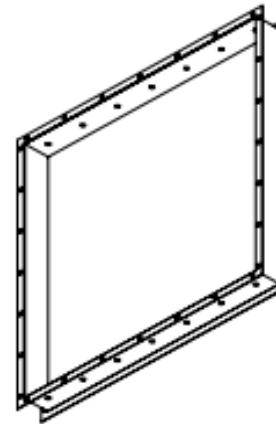
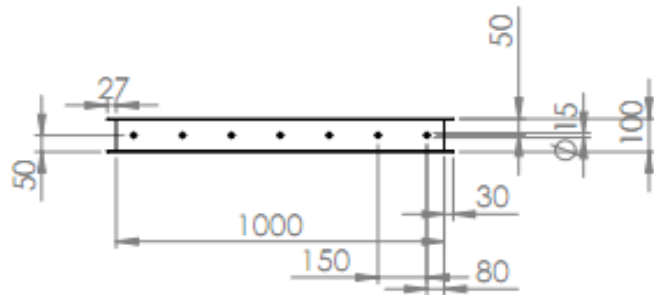
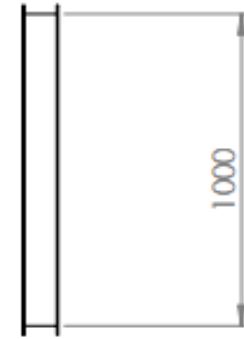
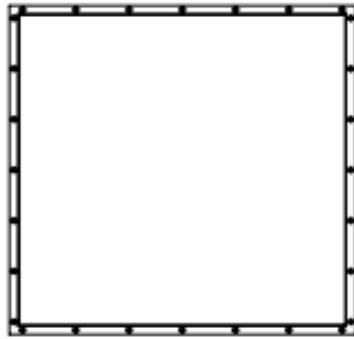
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: SR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:35	REVISADO POR: MG CARLOS VIVES GARNIQUE		ENSAMBLE COMPLETO 2



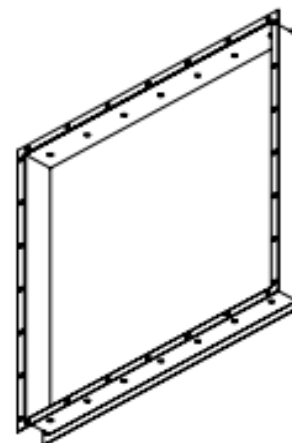
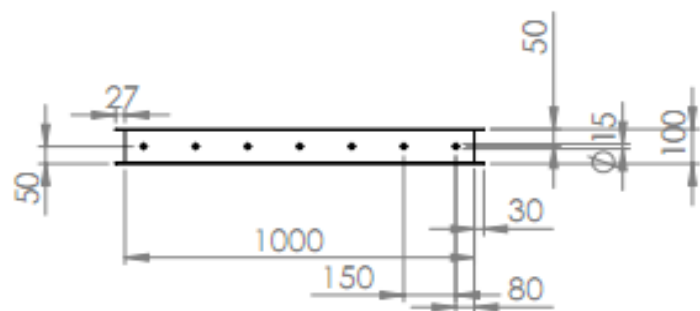
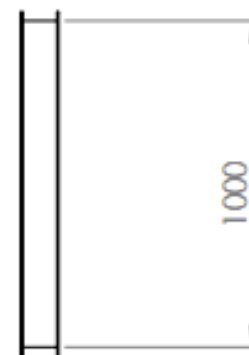
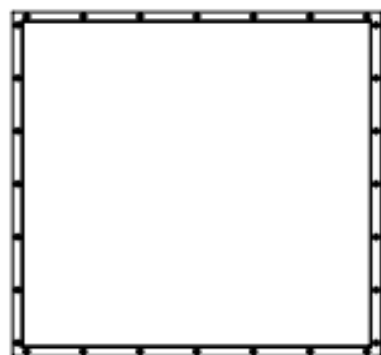
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		ENSAMBLAJE TAPA SUPERIOR
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		



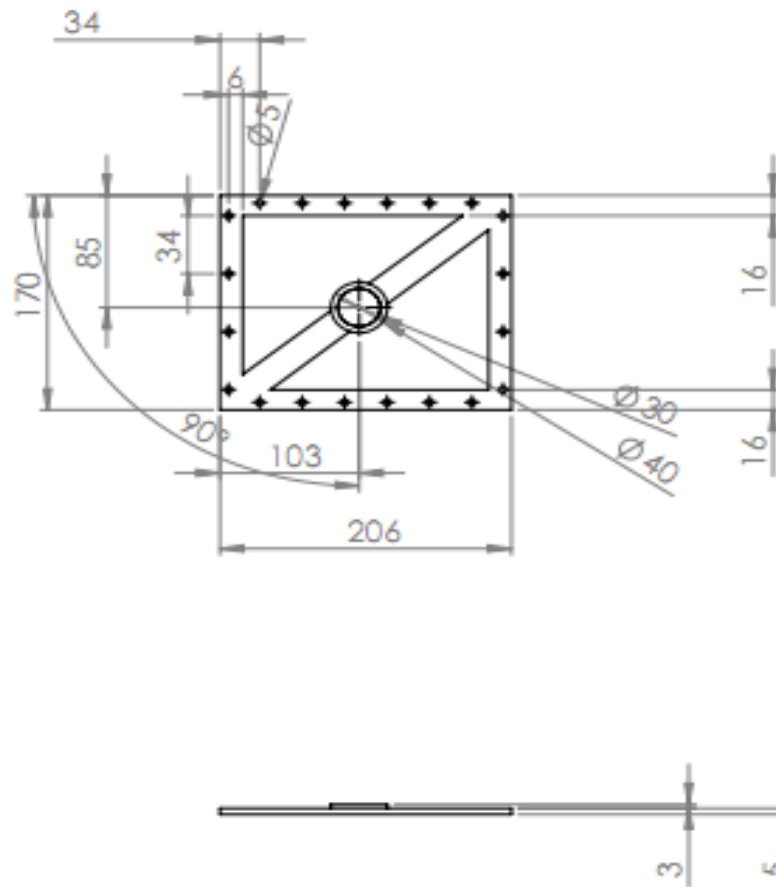
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: ER, RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		QUEMADOR



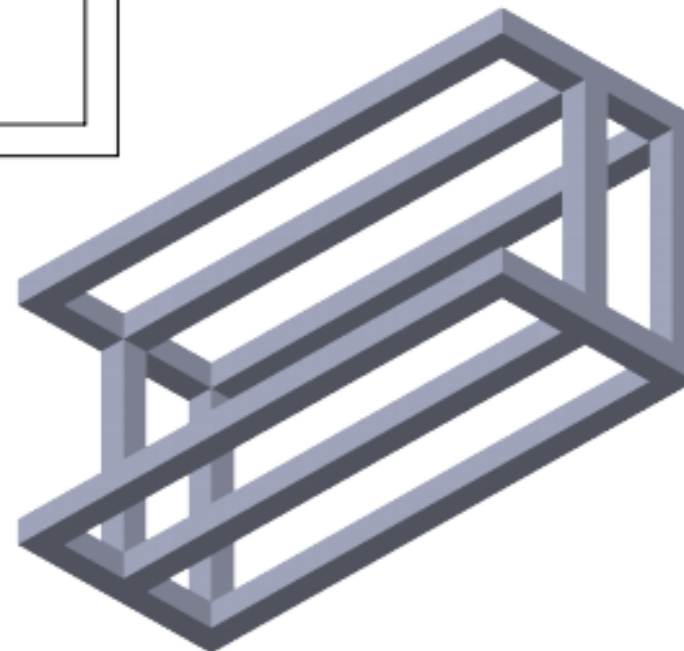
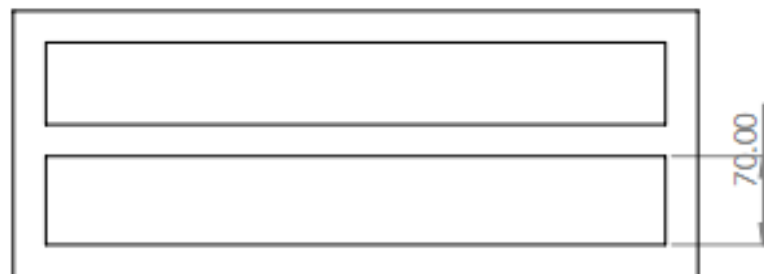
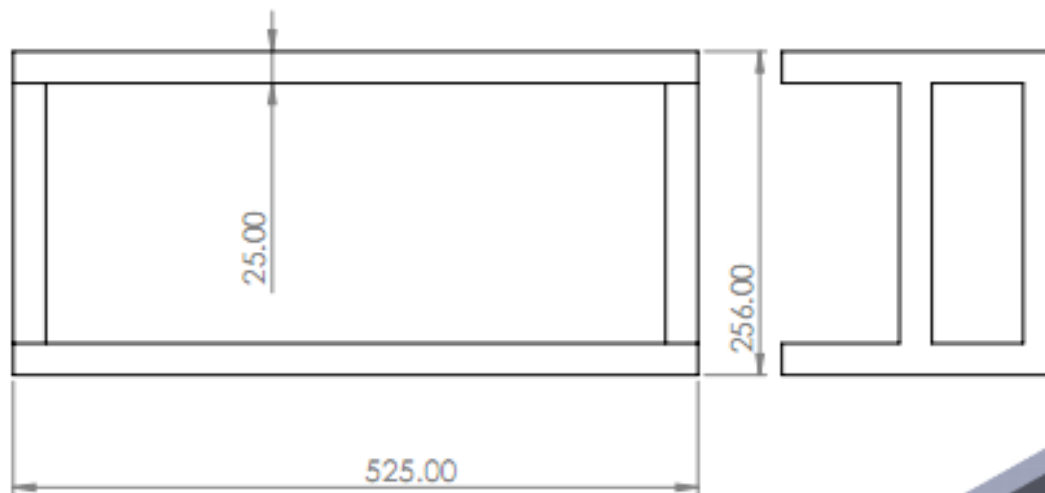
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: SR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		SOPORTE LATERAL



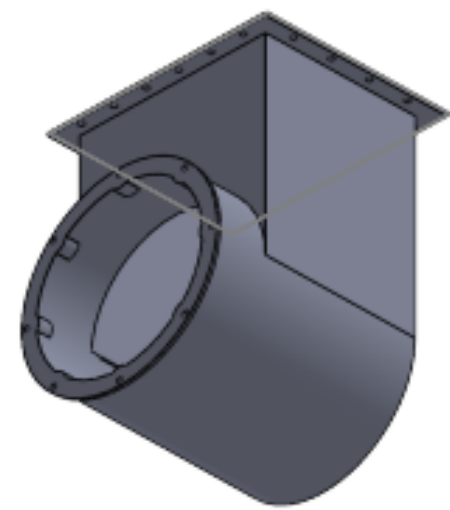
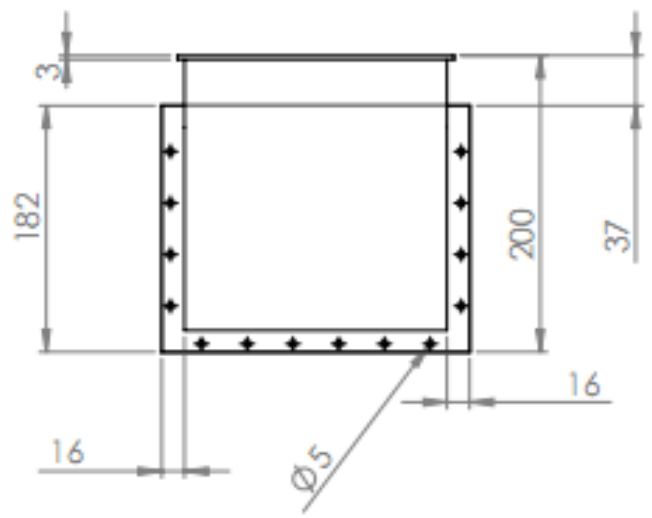
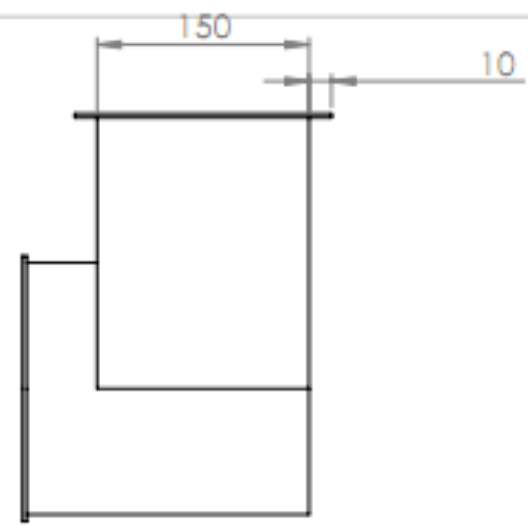
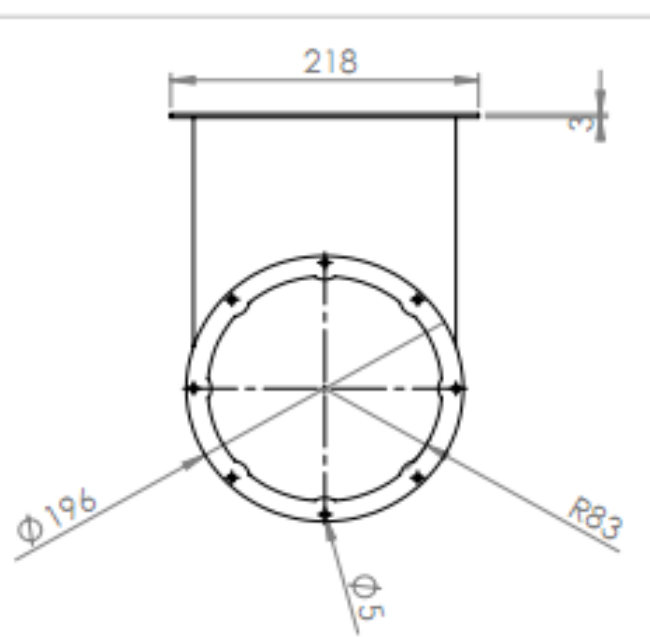
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		SOPORTE LATERAL



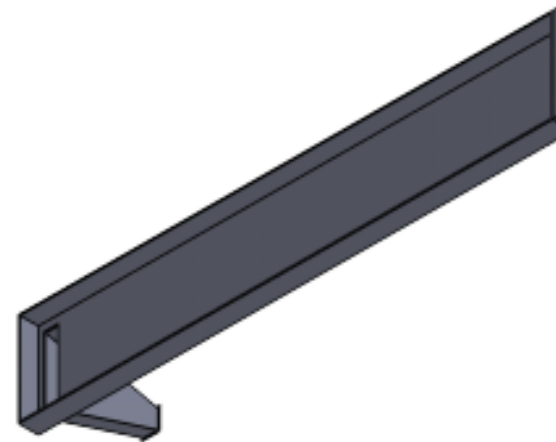
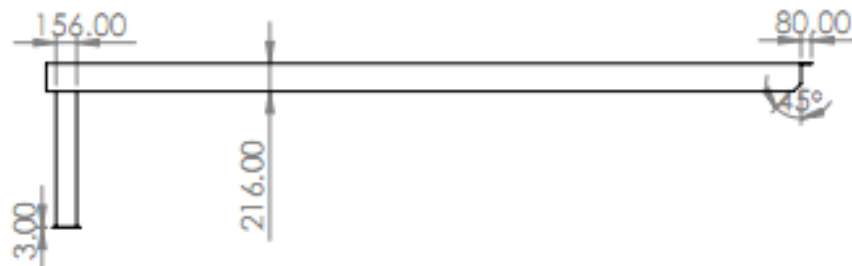
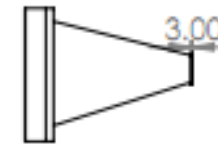
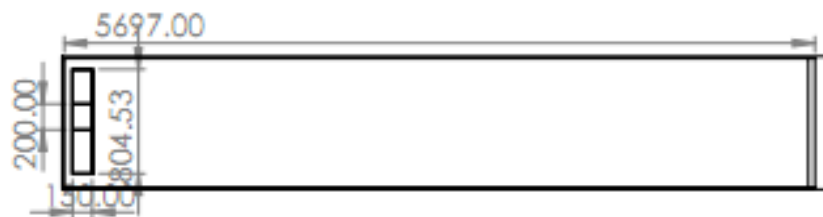
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MGL. CARLOS VIVES GARNIQUE		SOPORTE VENTILADOR GASES



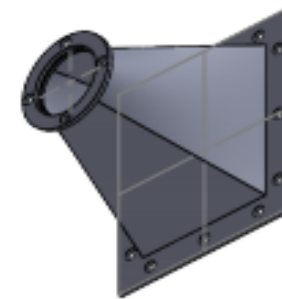
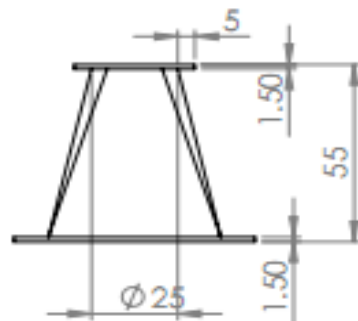
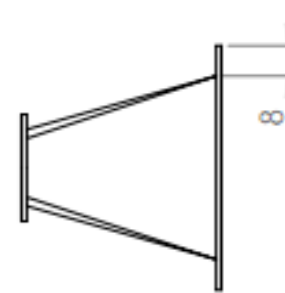
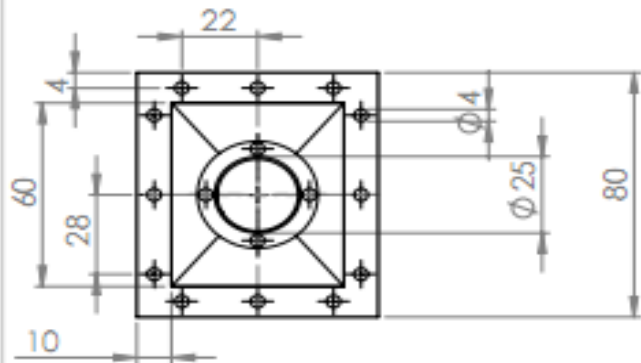
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DESEÑADO POR: BR. RENATO OSBITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		ESTRUCTURA BASE



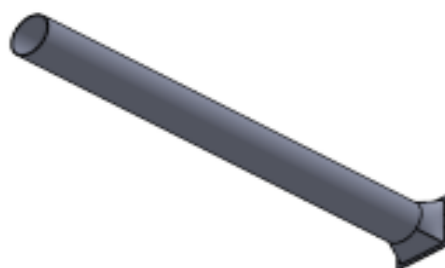
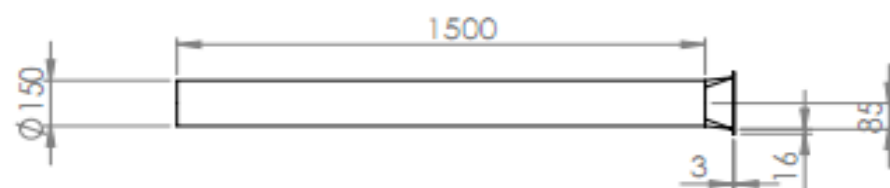
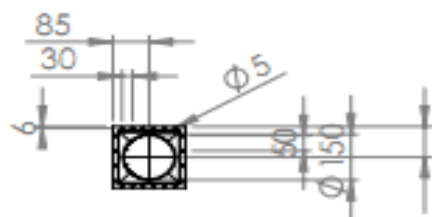
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DESEÑADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		SUCCION DE GASES





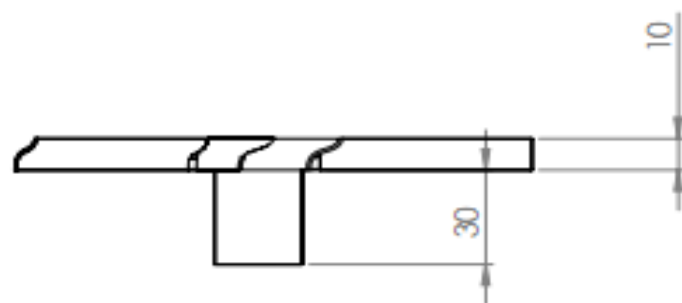
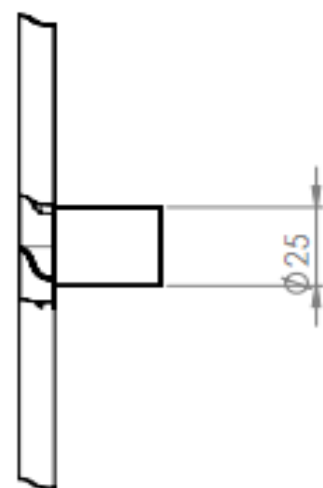
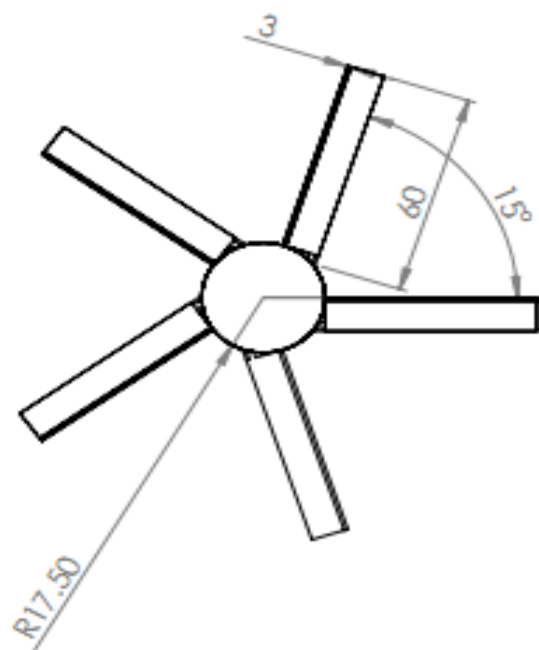
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DIBUJADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		TAPAS LATERALES TORRE



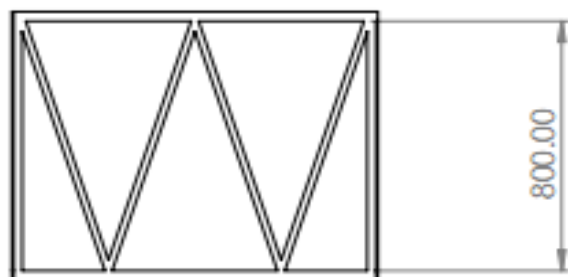
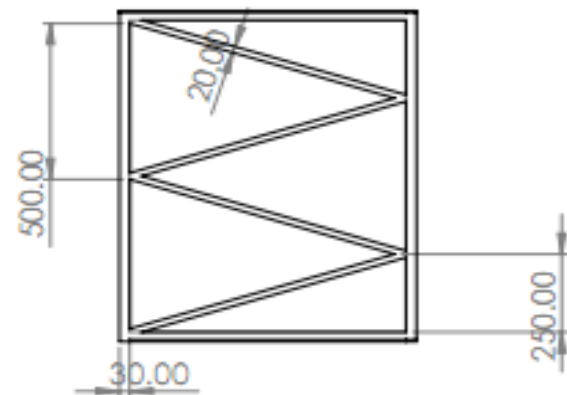
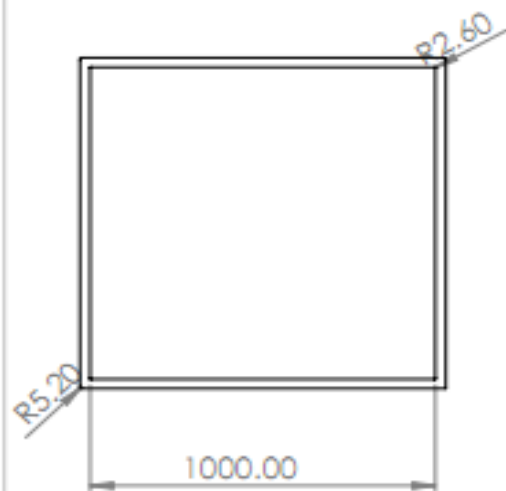
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR. RENATO OSUTAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		TRONCO PIRAMIDE




		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR. RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		TUBO DE GASES



		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DISEÑADO POR: BR, RENATO OBLITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		VENTILADOR



 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MATERIAL: AISI 1020	DIBUJADO POR: BR. RENATO OSBITAS VERA		
ESCALA: 1:2	REVISADO POR: MG. CARLOS VIVES GARNIQUE		ESTRUCTURA SOPORTE DE TORRE

7.4 ACTA DE ORIGINALIDAD



RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

Yo, Ing.Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad de Ingeniería de UCV – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo academico (Tesis) titulado: “Diseño de una Maquina secadora de arroz tipo torre para Mejorar el sistema de secado en el Molino San Rafael S.R.L del departamento de Lambayeque” del bachiller de Ingeniería mecánica:

Hector Renato Oblitas Vera

Que el citado trabajo academico tiene un indice de similitud 14 %,verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad cesar vallejo.

Chiclayo, 28 de Noviembre del 2018

Ing. Enrique Díaz Rubio

Docente de la facultad de ingeniería de Ucv



7.5 REPORTE SIMILITUD TURNITIN

"DISEÑO DE UNA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ TIPO TORRE PARA MEJORAR EL SISTEMA DE SECADO EN EL MOLINO "SAN RAFAEL S.R.L" DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2016"

ORIGINALITY REPORT

14%	13%	0%	7%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	esdocs.com Internet Source	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	3%
3	Submitted to Systems Link Student Paper	1%
4	www.buenastareas.com Internet Source	1%
5	tesis.ipn.mx:8080 Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	<1%
7	ethics.iit.edu Internet Source	<1%
8	wn.com Internet Source	<1%



7.6 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

OBELITAS VERA HECTOR RENATO

D.N.I. : 40277419

Domicilio : Fco. García Calderón 207, PARRALILLO SILVA

Teléfono : Fijo : 074 524876 Móvil : 950074019

E-mail : renatobelitas@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA

Escuela : INGENIERIA MECANICA

Carrera : INGENIERIA MECANICA

Título : INGENIERO MECANICO

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

OBELITAS VERA HECTOR RENATO

Título de la tesis:

"DISEÑO de una MAQUINA SECADORA DE ARROZ

TIPO TORRE PARA MEJORAR EL SISTEMA DE SECADO EN EL

MOLINO SAN RAFAEL SRL DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

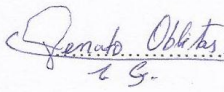
Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : 15-02-2019