

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL  
ENVEJECIMIENTO DE ARROZ CON CAPACIDAD 40 Kg/día**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**JONATTAN DAVID BARRAGÁN QUINTANILLA  
ÁNGEL VINICIO BENALCÁZAR SÁNCHEZ**

**DIRECTOR: Ing. JAIME VARGAS T.**

**QUITO, FEBRERO 2008**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Jonattan David Barragán Quintanilla y Ángel Vinicio Benalcázar Sánchez, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado de calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Jonattan David Barragán Q.

---

Ángel Vinicio Benalcázar S.

## CERTIFICACIÓN

Certifico que bajo nuestra dirección, el presente proyecto de titulación fue realizado en su totalidad por los señores: JONATTAN DAVID BARRAGÁN QUINTANILLA y ÁNGEL VINICIO BENALCÁZAR SÁNCHEZ

---

Ing. JAIME VARGAS T.  
DIRECTOR DE PROYECTO

---

Ing. JORGE ESCOBAR  
COLABORADOR

### **AGRADECIMIENTO**

- Al Ing. Jaime Vargas, por su dirección en el proyecto, así como también por su apoyo y amistad brindada durante toda nuestra carrera.
- A todos los profesores que forman parte de la Facultad de Ingeniería Mecánica, quien siempre estuvieron prestos para darnos su ayuda incondicional.
- A las secretarias de la Facultad de Ingeniería Mecánica quienes demostraron siempre su amistad y colaboración para con nosotros.
- A nuestros compañeros y amigos los D.O.G por su solidaridad presente en cada momento.

David y Angel

## DEDICATORIA

A mis padres Jorge Barragán y Margarita Quintanilla, que con su esfuerzo, dedicación y confianza contribuyeron para que hoy cumpla con mis metas planteadas.

A mi tía Antonieta Barragán y toda mi familia, que con su apoyo hice realidad el sueño de ser un profesional.

David

A mis padres Ángel Benalcázar y Elisa Sánchez, que con su apoyo y esfuerzo depositado en mí, hicieron posible cumplimiento de la meta que me he trazado para llegar hacer un profesional.

A mis dos amores Elena e Itzell, quienes siempre estuvieron a mi lado, brindándome amor aliento y confianza para que no decaiga y salga adelante.

Ángel

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	10
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	12
<b>CAPITULO 1</b> .....	13
<b>FUNDAMENTOS</b> .....	13
1.1. ESTUDIO AGRONÓMICO .....	13
1.1.1. INTRODUCCIÓN, DEFINICIÓN, ORIGEN, CLASES Y TIPOS DE ARROZ....	13
1.2. EL ARROZ EN EL ECUADOR .....	15
1.3. TIPOS DE ARRO EN EL ECUADOR .....	19
1.3.1. PRODUCCIÓN .....	21
1.3.2. RECOLECCIÓN .....	22
1.3.3. SECADO .....	23
1.3.4. SECUENCIA DE ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO DEL ARROZ.....	23
1.3.5. ENVEJECIMIENTO .....	24
<b>CAPITULO 2</b> .....	27
<b>ESTUDIO DE CAMPO</b> .....	27
2.1. ASPECTOS DEL ENVEJECIMIENTO NATURAL .....	27
2.1.1. ENVEJECIMIENTO NATURAL .....	27
2.2. VARIEDAD .....	28
<b>CAPITULO 3</b> .....	29
<b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS</b> .....	29
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO. ....	29
3.3 PARÁMETROS FUNCIONALES.....	30
3.4 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	31
3.4.1 ALTERNATIVA 1: ENVEJECIMIENTO POR HORNO ELÉCTRICO.....	31
3.4.2 ALTERNATIVA 2: SISTEMA DE INTERCAMBIADOR DE CALOR CON GAS PROPANO. (L. P. G.) .....	32
3.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. ....	33
3.6 PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	35
3.6.1 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES.....	35
3.6.2 VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS....	35
3.6.3 VERIFICACIÓN DE FUGAS: COMBUSTIBLE, CONEXIONES, AIRE CALIENTE, GASES. ....	36
3.6.4 TRABAJO EN VACÍO. ....	36
3.6.5 TRABAJO CON CARGA.....	37
3.6.6 PRUEBA DE COCCIÓN.....	37

<b>CAPITULO 4</b> .....	38
<b>DISEÑO DE PROTOTIPO</b> .....	38
4.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ARROZ REQUERIDO. ....	38
4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO Y DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO.....	40
4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE ALIMENTACIÓN.....	44
4.4. MATERIALES A UTILIZARSE.....	46
4.5. CÁLCULO DEL AISLANTE TÉRMICO.....	47
4.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO .....	51
4.7. CÁLCULO DEL CALOR REQUERIDO PARA EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO .....	52
4.8. CALENTADOR DE AIRE .....	61
 <b>CAPÍTULO 5</b> .....	 63
<b>CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO</b> .....	63
5.1. GENERALIDADES.....	63
5.2. CONSTRUCCIÓN PROTOTIPO ENVEJECEDOR DE ARROZ.....	63
5.3. REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	64
5.3.1. MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	64
5.3.2. HERRAMIENTAS.....	64
5.3.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN.....	65
5.3.4. RESUMEN DE MATERIA PRIMA.....	65
5.3.5. LISTADO DE ELEMENTOS A CONSTRUIR. ....	65
5.4. HOJA DE PROCESOS. ....	66
5.5. PRUEBAS DE CAMPO.....	82
 <b>CAPÍTULO 6</b> .....	 83
<b>COSTOS</b> .....	83
6.2. INTRODUCCIÓN.....	83
6.3. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.....	84
6.3.1. COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS.....	84
6.3.2. COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	84
6.3.3. COSTOS DE MAQUINADO .....	85
6.3.4. COSTOS DE MONTAJE.....	86
6.3.5. COSTO DIRECTO TOTAL.....	86
6.4. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.....	86
6.4.1. COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS .....	86
6.4.2. COSTOS DE INGENIERÍA .....	87
6.5. COSTO TOTAL INDIRECTO .....	87
6.6. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA .....	88
 <b>CAPÍTULO 7</b> .....	 90
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	90
7.1. CONCLUSIONES.....	90
7.2. RECOMENDACIONES .....	91
 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	 93
 <b>ANEXOS</b> .....	 95

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Superficie sembrada y producción de arroz .....	21
<b>Tabla 2.1.</b> Tipos de variedades que se cultivan en el Ecuador .....	28
<b>Tabla 3.1.</b> Equivalencias.....	33
<b>Tabla 3.2.</b> Comparación de alternativas por medio de calificación y factor de ponderación .....	34
<b>Tabla 3.3.</b> Verificación de medidas .....	35
<b>Tabla 3.4.</b> Verificación de elementos normalizados.....	35
<b>Tabla 3.5.</b> Verificación de fugas.....	36
<b>Tabla 3.6.</b> Tiempo Vs Temperatura (Aire en Vacío).....	36
<b>Tabla 3.7.</b> Tiempo Vs Temperatura (Aire con Carga).....	37
<b>Tabla 3.8.</b> Tiempo Vs Cocción.....	37
<b>Tabla 4.1.</b> Equivalencia entre capacidad y peso .....	39
<b>Tabla 4.2.</b> Ángulo de inclinación para el deslizamiento del arroz.....	43
<b>Tabla 4.3.</b> Composición química .....	47
<b>Tabla 4.4.</b> Determinación de espesores (lana de vidrio).....	50
<b>Tabla 4.5.</b> Cálculo del calor transferido .....	53
<b>Tabla 4.6.</b> Cálculo del flujo másico de aire. ....	54
<b>Tabla 4.7.</b> Cálculo de la velocidad de aire.....	55
<b>Tabla 4.8.</b> Velocidades del venterol .....	56
<b>Tabla 4.9.</b> Cálculo del área en función de q .....	60
<b>Tabla 4.10.</b> Cálculo del área física de los tubos del serpentín.....	60
<b>Tabla 4.11.</b> Modelos experimentales para el calentador de aire.....	62
<b>Tabla 6.1.</b> Costos de materiales directos .....	84
<b>Tabla 6.2.</b> Costos de elementos normalizados.....	85
<b>Tabla 6.3.</b> Costos de maquinado.....	85
<b>Tabla 6.4.</b> Costo directo total.....	86
<b>Tabla 6.5.</b> Costos de materiales indirectos .....	87
<b>Tabla 6.6.</b> Costo directo total.....	88
<b>Tabla 6.7.</b> Costo directo total.....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Planta de arroz (Guayas, El Boliche).....	13
<b>Figura 1.2</b>	Distribución de zonas arroceras.....	15
<b>Figura 1.3</b>	Plantación de arroz en verano (Guayas, Boliche).....	16
<b>Figura 1.4</b>	Plantación de arroz en mesetas (Los Ríos, Montalvo).....	17
<b>Figura 1.5</b>	Plantación de arroz en zonas inundadas (Guayas, Jujan).....	17
<b>Figura 1.6</b>	Plantación de arroz en pozas (Guayas, Daule).....	18
<b>Figura 1.7</b>	Grano de arroz largo .....	19
<b>Figura 1.8</b>	Medida del grano de arroz largo .....	20
<b>Figura 1.9</b>	Medida del grano de arroz corto .....	20
<b>Figura 1.10</b>	Arroz listo para la cosecha (Los Ríos, Babahoyo).....	22
<b>Figura 1.11</b>	Grano de arroz.....	25
<b>Figura 4.1</b>	Serpentín .....	40
<b>Figura 4.2</b>	Cámara de envejecimiento .....	42
<b>Figura 4.3</b>	Tolva .....	45
<b>Figura 4.4</b>	Esquema para el cálculo de lana de vidrio.....	48
<b>Figura 4.5</b>	Esquema del sistema de calentamiento.....	51
<b>Figura 4.6</b>	Distribución de temperaturas en el tubo del serpentín.....	56
<b>Figura 4.7</b>	Esquema para el análisis de transferencia de calor por resistencias .....	57
<b>Figura 4.8</b>	Distribución de temperatura para el cálculo de la constante de convección.....	57

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación abarca el diseño y construcción de un prototipo de envejecedor de arroz.

El arroz recién cosechado, dado su elevado porcentaje de humedad, no posee las cualidades adecuadas para la alimentación y por ella se lo conoce como “arroz nuevo” y su precio es bajo. Este arroz debe ser secado bajo ciertas condiciones que al mismo tiempo que reduce su humedad, transforma sus cadenas moleculares que mejoran notablemente su gusto al ingerirse.

La diferencia sustancial de costo de venta de un arroz nuevo y un arroz viejo hace que en la actualidad, el pequeño y mediano agricultor arrocero recurra a grandes plantas envejecedoras de arroz, para mejorar la calidad de su producto y obtener una elevación del precio de venta, siendo por supuesto el industrial el que se lleva la mayor ganancia.

Con la construcción del prototipo de envejecedor de arroz, para pequeña capacidad y en el menor tiempo, se resuelve el problema del pequeño y mediano agricultor arrocero.

El presente trabajo se halla organizado de la siguiente manera:

En el Capítulo uno se resume los términos y conceptos utilizados en la agricultura, así como variedades, tipos de arroz y zonas arroceras existentes en el Ecuador.

En el Capítulo dos se realiza un estudio de campo, así como los aspectos del envejecimiento y variedades.

En el Capítulo tres se definen los parámetros que se han considerado para el presente diseño, así como las alternativas su análisis y la selección de las mismas.

El Capítulo cuarto desarrolla el diseño de los elementos mecánicos a ser construidos y la selección de los respectivos elementos normalizados.

En el quinto Capítulo se detallan los procesos de producción montaje y pruebas de campo.

El sexto Capítulo trata sobre los costos del diseño y construcción del prototipo.

En el Capítulo siete se determinan las Conclusiones y Recomendaciones del presente Proyecto de Titulación.

## **PRESENTACIÓN**

En el Ecuador, uno de los problemas para el arrocero es la falta de desarrollo tecnológico hacia su sector productivo, además de la falta de compromiso del sector social y gubernamental. Debido a esto se plantea el diseño y construcción de una máquina para el envejecimiento del arroz.

La falta de compromiso hace imperioso que las universidades del Ecuador tomen la pauta para solucionar estos problemas, mediante el desarrollo técnico de maquinaria agrícola.

El presente proyecto permite aumentar la calidad del arroz, mediante un cambio de temperatura controlada que ayuda a disminuir el tiempo de envejecimiento. Esto se lo logra al diseñar y construir un prototipo envejecedor de arroz de fácil manejo y funcionamiento.

En la primera parte del proyecto se desarrolla un estudio agronómico básico del arroz, así como también de un estudio de los sistemas mecánicos que permiten que el prototipo envejecedor de arroz tenga un correcto y fácil funcionamiento, para ello se realiza un análisis de los posibles mecanismos que conforman el prototipo.

# CAPITULO 1.

## FUNDAMENTOS

### 1.1. ESTUDIO AGRONÓMICO

#### 1.1.1. INTRODUCCIÓN, DEFINICIÓN, ORIGEN, CLASES Y TIPOS DE ARROZ.

**Introducción:** Se habla de el arroz, como un alimento que ha acompañado al hombre desde hace miles de años y que además hace parte de su dieta cotidiana. No solo por ser un cereal abundante sino también por su valor nutricional, su alto aporte calórico y sobre todo por su economía.

**Definición de Arroz:** El arroz es el fruto en grano de la planta (*Oryza sativa*) (Figura 1.1), herbácea anual de la familia de las gramíneas. Se cultiva ampliamente en los cinco continentes, en regiones pantanosas de clima templado o cálido y húmedo. El origen del nombre tal y como se lo conoce actualmente proviene de la palabra árabe “ar-rozz”.



**Figura 1.1** Planta de arroz (Guayas, El Boliche)

**Origen:** El cultivo del arroz comenzó hace 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. El desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas.

Existen varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo.

Su introducción en América Latina la hacen los portugueses en el Brasil en el año de 1685.

El cultivo de arroz en términos de explotación es una actividad agrícola muy importante y conocida a nivel mundial; sin embargo, por ser un cultivo semiacuático tiene una particularidad en los sistemas de manejo que depende básicamente de la estación climática, disponibilidad de infraestructura de riego, tipo y clase de suelo niveles de explotación y grados de tecnificación.

**Tipos de Arroz:** Existen tres grandes categorías: Grano largo, grano medio y grano corto. De acuerdo al proceso industrial al que son sometidos, surgen al mercado y según su grado de elaboración surgen al mercado las siguientes variedades: Integral, Blanco, Parboiled, entre otros, Las variedades más usadas son:

- ✓ **Arborio.-** Grano italiano de elevada calidad. El arroz cocinado mantiene su contextura firme y cremosa.
- ✓ **Integral.-** Con su cáscara, de color oscuro, rico en fibras y vitaminas, requiere un cocimiento a fuego lento y por un tiempo prolongado.
- ✓ **Japonés.-** De gran capacidad aglutinante es muy usado en la preparación de sus platos típicos.
- ✓ **Parbolizado o vaporizado.-** También conocido como precocido y de color ligeramente amarillento. Es sometido a un tratamiento previo que lo hace más nutritivo y fácil de preparar (no se pasa).

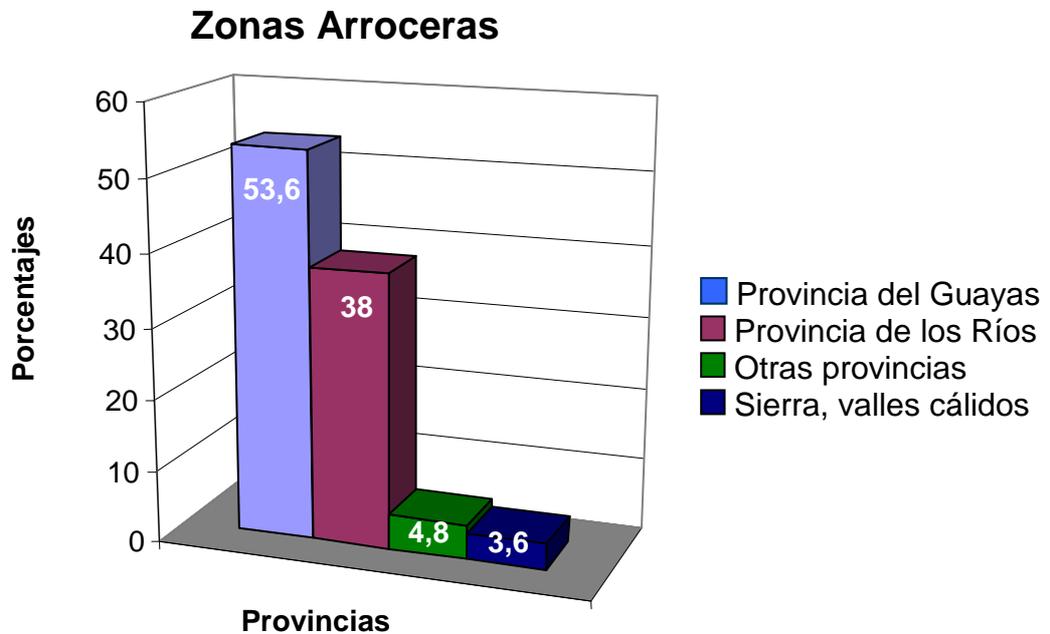
- ✓ **Indica Tropical.-** Gramínea acuática que crece a orillas de los grandes lagos o en zonas inundadas de color oscuro. Tras su cocción se mantiene entero y suelto.

## 1.2. EL ARROZ EN EL ECUADOR

En el Ecuador el cultivo del arroz se realiza tanto en el invierno o período lluvioso (denominado de seco) como en el verano (período seco) dependiendo exclusivamente del agua de riego.

El área cultivada de arroz en el Ecuador es de 324.875 hectáreas, el 53,6% en la provincia del Guayas, el 38% en la provincia de Los Ríos, el 3,6% de la superficie se cultiva en los valles cálidos de la Sierra y Amazonía, el 8,4% en otras provincias de la Costa. La producción de arroz está concentrada en un 96,4% en las provincias de Guayas y Los Ríos.

**Figura 1.2** Distribución de zonas arroceras.



**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

El 63% de la producción anual se recoge entre los meses de abril y junio, correspondiente a la siembra de invierno, mientras que la producción restante sale a partir de septiembre hasta fines de año (siembra de verano).

Los agricultores cultivan esta planta tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ **Secano sin lámina de agua;** se cultiva en Los Ríos el 80 %, dependiendo del éxito o fracaso de la cantidad y la distribución de las lluvias de enero a abril de cada año, los campos arroceros se encuentran como indica la figura 1.1.



**Figura 1.3** Plantación de arroz en verano (Guayas, Boliche)

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

- ✓ **El cultivo de arroz de secano estricto (de montaña o de meseta).**- La tierra se prepara y se siembra en seco como se indica en la figura 1.4. Las cosechas sufren a menudo de la falta de humedad y de tierras generalmente poco fértiles, por lo que, dependen de los sistemas riego. Como consecuencia los rendimientos son a menudo bajos.



**Figura 1.4** Plantación de arroz en mesetas (Los Ríos, Montalvo)

**Fuente:** INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador)

- ✓ **El cultivo del arroz inundado en aguas profundas.-** La profundidad del agua se sitúa aproximadamente hasta 1,5 metros. El agua proviene de los ríos, lagos y de mareas en las desembocaduras (Figura 1.5). El arroz se siembra al voleo en un terreno no muy trabajado en los campos rara vez rodeados por pequeños diques, en las regiones donde el nivel del agua sube rápidamente.



**Figura 1.5** Plantación de arroz en zonas inundadas (Guayas, Jujan).

**Fuente:** INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador)

- ✓ **Cultivo de arroz en pozas veraneras-**. La principal zona arrocera está bajo la cota de 10m sobre el nivel del mar con suelos arcillosos, profundos y fértiles, donde se realizan cultivos tecnificados y semitecnificados con riego intermitentes. Las cosechas en el año tienen rendimientos de 5 a 7.5 TM/ha.

En este tipo de cultivo el terreno se llena de agua fresca durante los meses de lluvia (enero-abril). En las provincias del Guayas y Los Ríos se siembran alrededor de 40.000 has.

La producción en pozas veraneras es efectuada por pequeños agricultores utilizando una tecnología natural, lo que significa la adaptación del campesino arrocero a las condiciones naturales del terreno. Realizando la siembra de semilleros y transplante en franjas conforme descienden los niveles de agua (Figura 1.6.)

En este grupo es mínimo el uso de insumos y agroquímicos (semilla certificada y equipos agrícolas) y bajo estas condiciones se obtienen rendimientos de alrededor de 2.7 TM/ha.



**Figura 1.6** Plantación de arroz en pozas (Guayas, Daule)

**Fuente:** INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador)

Con todas estas ventajas y desventajas, el pequeño arrocero tiene que luchar cada año para realizar sus siembras ya que la mayoría de estos cultivos dependen de los factores climáticos y de cómo la naturaleza se comporte, para que la cosecha sea exitosa.

### 1.3. TIPOS DE ARROZ EN EL ECUADOR

Los tipos de arroz cultivados en el Ecuador son:

- ✓ **Blanco de grano largo:** Es el tipo de arroz que se produce en el Ecuador (Figura 1.7) y es reconocido en el mercado internacional por su altísima calidad.



**Figura 1.7** Grano de arroz largo

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

- ✓ Es un grano largo, delgado y de al menos 3 veces más largo que ancho. Supera los 6 milímetros de longitud (Figura 1.8.) la cáscara y el germen se eliminan durante el pilado. Después del cocinado los granos tienden a permanecer separados debido a su grado de envejecimiento.



**Figura 1.8** Medida del grano de arroz largo

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

- ✓ **Blanco de grano medio:** Es la variedad más consumida en el país por ser un grano completo de arroz que tiene entre 5,0 y 5,9 mm de longitud (Figura 1.9), tiene una textura suave y tierna al ser cocido. Es de forma ligeramente redondeado y tiende a empastarse cuando se someten a una cocción demasiado prolongada.



**Figura 1.9** Medida del grano de arroz corto

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

El más característico es el arroz bomba. Una vez sobrepasado el tiempo de cocción no se rompe como el resto, sino que se abomba y se arruga un poco. Esta peculiaridad le permite guardar el almidón con lo que siempre sale suelto.

### 1.3.1. PRODUCCIÓN

La Producción en el Ecuador esta representada en el tabla 1.1. y hace referencia a la producción desde el año 1998 al 2006

**Tabla 1.1.** Superficie sembrada y producción de arroz

<b>ECUADOR: SUPERFICIE SEMBRADA Y PRODUCCIÓN DE ARROZ CÁSCARA 1998 - 2005</b>			
<b>Año</b>	<b>Superficie (Has.)</b>	<b>Producción Tm</b>	<b>Rend. (Tm/Ha)</b>
1998	291.356	1'048.881	3,6
1999	324.476	1'168.113	3,60
2000	305.978	1'162.716	3,8
2001	310.288	1'179.094	3,8
2002	311.865	1'185.087	3,8
2003	316.948	1'204.402	3,8
2004	314.423	1'194.807	3,8
2005	358.094	1'360.757	3,8
2006	324.875	1'104.575	3,4

**Fuente:** INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador)

**Elaboración:** Barragán, Benalcázar

### 1.3.2. RECOLECCIÓN

- ✓ **Recolección:** El momento óptimo de recolección es cuando la panícula alcanza su madurez fisiológica (cuando el 95% de los granos tengan el color paja y el resto estén amarillentos como se ve en la figura 1.10) y la humedad del grano sea del 20 al 27%. Se recomienda la recolección mecanizada empleando una cosechadora provista de orugas.



**Figura 1.10** Arroz listo para la Cosecha (Los Ríos, Babahoyo)

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Cabe recalcar que cada una de las diferentes variedades de arroz tiene su diferente tipo de maduración, es decir cada una tiene un diferente tratamiento de recolección.

Cuando la humedad del arroz en cáscara es mayor del 30%, la recolección tiene que realizarse con las debidas precauciones, para evitar que el arroz se quiebre.

En el precio del arroz tiene especial interés el porcentaje de granos enteros sobre el total de los granos pilados. Después del trillado el arroz presenta una humedad del 25 al 30%, por lo que debe secarse hasta alcanzar un grado de humedad inferior al 14%.

### **1.3.3. SECADO.**

Secado Natural o por Radiación.- Es el tipo de secado más utilizado por los pequeños y medianos agricultores. Este se lo realiza en tendales, que son superficies planas de cemento, en estos sitios el arroz es depositado para que con la ayuda de la radiación solar reduzca el grado de humedad del 30% al 14%

Secado Artificial en hornos.- Este proceso es el más rápido y utiliza como medio de calentamiento una llama en el caso de combustibles y resistencias en los eléctricos. El aire calentado en un intercambiador de calor, entra a la cámara de secado con la ayuda de un ventilador centrífugo, estando en contacto directo con la gramínea.

El secado artificial no depende de las condiciones climáticas porque utiliza una fuente de calor propia y es uno de los más rápidos.

### **1.3.4. SECUENCIA DE ELABORACIÓN Y TRATAMIENTO DEL ARROZ.**

La elaboración del arroz es una de las variables más importantes que influyen en la calidad. Su finalidad consiste en quitar la cáscara más externa y el germen, con el mínimo de roturas, dejando el grano, en la mayor medida posible, con su forma original. El grado o intensidad de elaboración debe ser la adecuada para obtener un producto de buen aspecto.

Con una elaboración profunda se obtiene un arroz blanco, brillante y poco harinoso, frecuentemente preferido por el consumidor. Sin embargo, al eliminar casi completamente las capas celulares que envuelven el endocarpio, reduce las características cualitativas del arroz en la cocción que son mejores cuando la elaboración es menos intensa, hay que tener en cuenta también la pérdida de valor nutritivo que se origina después de la eliminación de las capas externas, que son las que contienen abundantemente los mejores elementos, desde el punto de vista del valor alimenticio.

Uno de los pasos finales para obtener un arroz de calidad es el envejecimiento el cual ayuda a un mejor rendimiento del mismo.

### **1.3.5. ENVEJECIMIENTO**

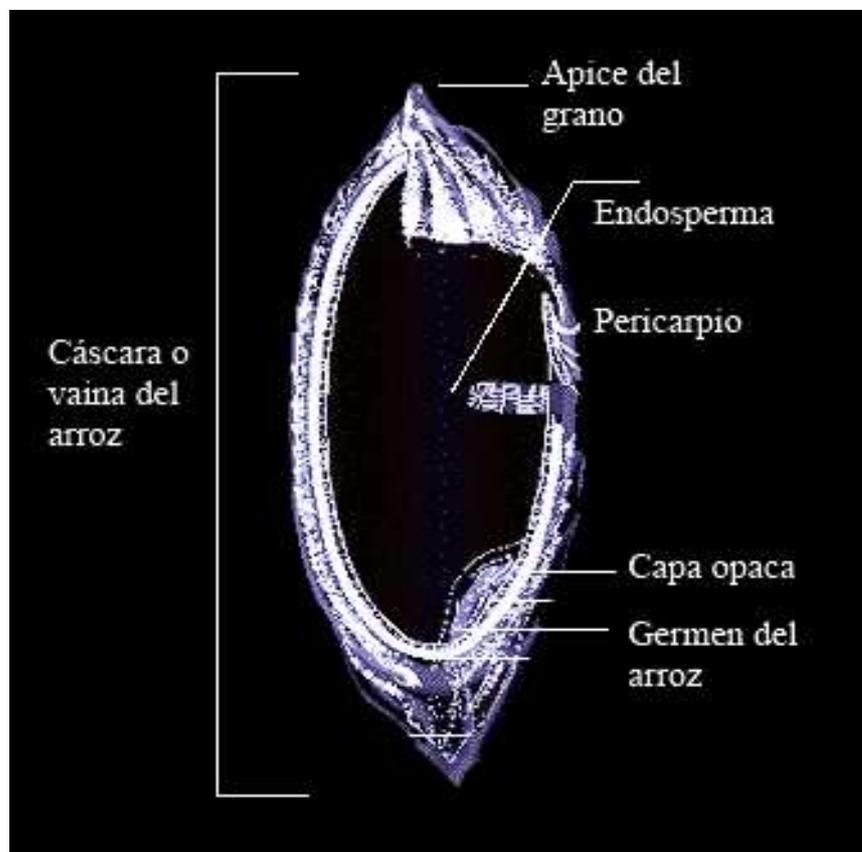
Durante el reposo del almacenamiento se verifica una lentísima respiración del producto, mediante la cual se consume una pequeña cantidad de azúcares con producción de anhídrido carbónico y agua. Las enzimas alfa y beta amilasa actúan sobre el almidón del grano y lo transforman parcialmente en dextrina y maltosa.

El envejecimiento disminuye la solubilidad, en el agua, del almidón y las proteínas; el tiempo necesario para la cocción aumenta, paralelamente con el incremento de volumen, la absorción de agua y la resistencia a la disgregación. Se producen variaciones hidrolíticas y oxidativas de los lípidos del arroz en relación con los cambios de las proteínas y del almidón.

Las capas externas del pericarpio se oscurecen ligeramente; el rendimiento de la elaboración aumenta al disminuir el porcentaje de roturas. Disminuye la susceptibilidad de los diversos compuestos del grano a la actividad enzimática.

Como Producto final se obtiene un arroz de alto rendimiento, buena cocción siendo este el preferido por los consumidores. Cabe recalcar que este producto terminado tiene un valor mayor que tradicional o envejecido natural.

Como se puede apreciar en la figura 1.11, el grano de arroz presenta diferentes capas de protección como lo son la cascarilla o cáscara la cual mantiene al grano en una condición de impermeabilidad y termoestabilidad, además de poco contacto con el que pueda provocar la degradación de los componentes internos.



**Figura 1.11** Grano de Arroz

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Seguido de esta cascarilla se encuentran varias capas entre las cuales se puede ver el pericarpio (Figura 1.11), una cubierta de semilla. Dichas capas y la parte del embrión o germen, constituyen lo que se conoce como salvado de arroz.

Examinando con detalle la figura 1.11, el 72% del grano está representado por el endosperma, el 20% es cascarilla y el restante 8% es el pericarpio o salvado de arroz.

## **CAPITULO 2**

### **ESTUDIO DE CAMPO.**

Para realizar el presente diseño del prototipo es necesario primero establecer un estudio agronómico de campo para conocer entre otras cosas el proceso de envejecimiento, tipos de arroz, producción por hectárea, zonas de cultivo y así definir los parámetros de diseño.

#### **2.1. ASPECTOS DEL ENVEJECIMIENTO NATURAL**

##### **2.1.1. ENVEJECIMIENTO NATURAL**

Según las entrevistas realizadas a pequeños productores de arroz en la Provincia de Los Ríos, Cantón Ventanas, Recinto Santo Domingo de los Amarillos, comentan que el arroz recién cosechado y luego de ser pilado, éste es depositado en silos, allí la cosecha se conserva durante un año.

Dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, este período de envejecimiento puede variar.

Según otra de las entrevistas, la mayoría de los agricultores venden su producto a grandes empresas arroceras a precios bajos, los pequeños agricultores tienen la oportunidad de un servicio de envejecimiento que brindan estas empresas, pero con un costo adicional en el transporte.

Un pequeño agricultor obtiene entre 40 y 60 sacas por hectáreas (entiéndase que una saca es aproximadamente 95 Kg. (200 libras)).

## 2.2. VARIEDAD

Para poder determinar la variedad de arroz en el Ecuador, se realiza un estudio de campo en las zonas arroceras tales como: Guayas, Los Ríos, El Oro, ciertas zonas de Pastaza y Napo, siendo éstas las provincias de mayor producción de arroz.

En el país la variedad mas desarrollada es la Indica Tropical de la cual el INIAP a desarrollo variedades tecnificadas mostradas en la tabla 2.

**Tabla 2.1** Tipos de variedades que se cultivan en el Ecuador

Variedades en el Ecuador			
Variedad	%		
	No tecnificada	INIAP 14	INIAP 15
Guayas	10	15	75
Los Ríos	12	28	60

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Estas variedades tecnificadas presentan grandes atributos al momento de la cocción, es decir, presenta un mejor sabor y no se pegan entre ellos (aglutinan), con características similares al Arborico Italiano, además estas semillas son mucho mas resistentes a plagas propias del grano.

En el **Anexo I** se presenta información sobre la producción de semillas tecnificadas que produce el INIAP.

## **CAPITULO 3**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.**

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El pequeño agricultor arrocero es explotado por las grandes industrias arroceras, quienes pagan un precio muy bajo por la saca de arroz, perdiendo el interés en la producción de este producto, ya que el arroz recién cosechado no es de buena calidad. Los consumidores finales prefieren un arroz de gran calidad (envejecido).

Es por este motivo que se ha elaborado una alternativa para que los pequeños agricultores puedan comercializar directamente su producto, con una buena calidad y precio justo, adicionalmente con una mayor rentabilidad para este.

#### **3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO.**

Para determinar los parámetros de diseño, se parte del requerimiento del pequeño productor de arroz, el mismo que desea envejecer una cantidad de 10 quintales de arroz por semana, listo para su comercialización, es por este motivo que el envejecedor de arroz tiene una capacidad de 40 Kg. por cada 18 Horas (9 quintales semanales), además se solicita que la máquina sea de fácil transporte. Los parámetros adicionales son:

- ✓ Capacidad del envejecedor: 40Kg
- ✓ Tiempo de envejecimiento 18 horas por parada.
- ✓ Variedad: INIAP 14
- ✓ Costo del prototipo: 1500 dólares

El costo es un valor que el pequeño arrocero esta en capacidad de pagar.

De conversaciones con los pequeños arroceros se establece el costo de la máquina que este alrededor de los 1500 dólares.

Adicionalmente el tiempo de envejecimiento varia entre 18 y 20 horas, este es un dato muy importante ya que la humedad del producto varía, ésta es una variable que se debe tomar en consideración para el diseño.

El secado por energía solar o secado natural, dado el gran “tiempo” no es muy utilizado por el pequeño arrocero.

### **3.3 PARÁMETROS FUNCIONALES.**

El diseño adecuado debe satisfacer las funciones requeridas, es decir, el envejecedor debe cumplir con las funciones para las cuales fue diseñado.

Entre los principales requerimientos funcionales se tiene:

- ✓ El material que esta en contacto con el arroz debe cumplir con las normas establecidas para alimentos.
- ✓ El envejecedor debe de ser de fácil mantenimiento, operación, montaje y desmontaje de una forma fácil y cómoda.
- ✓ El prototipo debe tener un correcto aislamiento para evitar pérdidas de calor y causar daños al operador.
- ✓ La entrada y salida del producto debe ser rápida.
- ✓ El ingreso de aire debe tener un fácil control.

### **3.4 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

#### **3.4.1 ALTERNATIVA 1: ENVEJECIMIENTO POR HORNO ELÉCTRICO.**

El envejecimiento por horno eléctrico es una de los más tecnificados y proporciona un producto de gran calidad, así mismo el costo de producción es elevado, pero el tiempo de obtención del producto es corto.

Este proceso consiste en depositar el producto en una cámara el arroz es calentado por medio de lámparas infrarrojas, que aceleran el proceso de envejecimiento, haciendo que los almidones y amilo pectinas formen cadenas y se desarrollen mejor y de esta manera tener un producto de buena calidad.

#### **VENTAJAS:**

- ✓ Producto de gran calidad.
- ✓ Periodo de envejecimiento corto, por tanto la rentabilidad es mayor y a corto plazo.
- ✓ Se puede controlar y mejorar el envejecimiento.
- ✓ Es un proceso automatizado.

#### **DESVENTAJAS:**

- ✓ Alto consumo de energía.
- ✓ Alto costo de operación.
- ✓ Mayor inversión.
- ✓ Alto costo de mantenimiento

### **3.4.2 ALTERNATIVA 2: SISTEMA DE INTERCAMBIADOR DE CALOR CON GAS PROPANO. (L. P. G.)**

El envejecimiento a través de una fuente generada por gas propano, es uno de los procesos más usados por su alto rendimiento y bajo costo de operación.

Este proceso consiste en generar calor a través de una llama producida por gas, la cual calienta el aire que es impulsado por medio de un venterol a una cámara de calentamiento.

El producto es depositado en recipientes de acero inoxidable con una capacidad de 60 Kg., los cuales son almacenados en el interior de la cámara. La cámara se calienta con el aire impulsado por el venterol al interior de la misma. Para obtener un correcto envejecimiento se debe tener un control exacto de la temperatura, tanto para en calentamiento como para su enfriamiento

#### **VENTAJAS:**

- ✓ Bajo costo de operación y mantenimiento.
- ✓ Producción de gran calidad similar al de Horno Eléctrico.
- ✓ Tiempo de envejecimiento corto, por tanto las utilidades son a corto plazo.
- ✓ Proceso automático.
- ✓ Costo del equipo bajo.

#### **DESVENTAJAS:**

- ✓ Almacenamiento y transporte de los recipientes de combustible.
- ✓ Riesgo con el manejo del combustible.
- ✓ Distribución de la temperatura no homogénea en la cámara.

### 3.5 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para seleccionar la alternativa adecuada se analizan las ventajas y desventajas de cada una de ellas tomando en cuenta su importancia. Este análisis se realiza utilizando varios criterios de comparación, los más importantes se valoran en la siguiente tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Equivalencias

DETALLE	Equivalencia		
Tiempo de Envejecimiento	10 (bajo)	8 (medio)	5 (alto)
Capacidad	10 (bajo)	8 (medio)	5 (alto)
Calidad de Producto	10 (bueno)	8 (medio)	5 (malo)
Costo Construcción	10 (bajo)	8 (medio)	5 (alto)
Costo de Operación	10 (bajo)	8 (medio)	5 (alto)
Costo de Mantenimiento Eq.	10 (bajo)	8 (medio)	5 (alto)
Fácil Transporte	10 (bueno)	8 (medio)	5 (malo)
Control de Temperatura	10 (bueno)	8 (medio)	5 (malo)

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Para el presente sistema de evaluación se multiplica por un factor de ponderación, que depende de la importancia y factibilidad. Se le asigna un valor que va de 1 a 5 según se muestra en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Comparación de Alternativas por medio de Calificación y factor de ponderación

DETALLE	Factor de Ponderación	HORNO ELÉCTRICO	Calf.	Total	INTERCAMBIADOR DE CALOR CON GAS (L.P.G.)	Calf.	Total
Tiempo de Envejecimiento	3	Bajo (15 Horas)	10	30	Medio (18 horas)	8	24
Capacidad	5	Bajo	8	40	Alto	10	50
Calidad de Producto	4	Buena	10	40	Buena	10	40
Costo Construcción	5	Alto	5	25	Bajo	10	50
Costo de Operación	5	Alto	5	25	Medio	8	40
Costo de Mantenimiento Eq.	3	Alto	5	15	Medio	8	24
Fácil Transporte	2	Medio	8	16	Buena	10	20
Control de Temperatura	3	Buena	10	30	Medio	8	24
<b>TOTAL</b>				<b>221</b>			<b>272</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

- 5: Calificación Baja
- 8: Calificación Media
- 10: Calificación Alta

Según la calificación obtenida por las alternativas planteadas, se puede determinar que la mejor opción es el envejecimiento con un intercambiador de calor a base de quemador a gas licuado de petróleo.

### 3.6 PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Una vez que se construya el prototipo para el envejecimiento del arroz, se debe realizar una serie de pruebas que garanticen su buen funcionamiento. Estas pruebas se detallan en el Protocolo de Pruebas. Las pruebas que se realizan son las que a continuación se detallan.

#### 3.6.1 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES

Realizar las mediciones en el prototipo construido, con las dimensiones del diseño.

**Tabla 3.3.** Verificación de medidas

DIMENSIONES PRINCIPALES				
DIMENSIÓN	Diseño	Prototipo	Aceptación	
			SI	NO
Diámetro Externo				
Diámetro de la Cámara				
Diámetro de Carga				
Diámetro de Descarga				
Alto				

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

#### 3.6.2 VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS.

Se verifica el correcto funcionamiento de los mismos.

**Tabla 3.4.** Verificación de elementos normalizados.

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS			
ELEMENTO	Funcionamiento		
	Bueno	Regular	Malo
Venterol			
Válvula			
Mangueras y tuberías			

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 3.6.3 VERIFICACIÓN DE FUGAS: COMBUSTIBLE, CONEXIONES, AIRE CALIENTE, GASES.

Con esta prueba se trata de verificar que no existan fugas de aire caliente, fugas de gas en las tuberías y válvulas.

**Tabla 3.5.** Verificación de fugas.

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
ELEMENTO	Funcionamiento		
	Bueno	Regular	Malo
Válvulas			
Tuberías			
Serpentín			
Cámara de envejecimiento			

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 3.6.4 TRABAJO EN VACÍO.

En esta prueba se verifica el correcto funcionamiento del envejecedor, además se controla la temperatura en función del tiempo y el flujo de aire.

**Tabla 3.6.** Tiempo Vs Temperatura (Aire en Vacío).

Tiempo (horas)	Temperatura °C			Flujo de Aire
	Bajo	Medio	Alto	
0				
3				
6				
9				
12				
18				

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 3.6.5 TRABAJO CON CARGA.

En esta prueba se verifica el correcto funcionamiento del envejecedor, además se controla la temperatura en función del tiempo y el flujo de aire.

**Tabla 3.7.** Tiempo Vs Temperatura (Aire con Carga).

Tiempo (horas)	Temperatura °C			Flujo de Aire
	Bajo	Medio	Alto	
0				
3				
6				
9				
12				
18				

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 3.6.6 PRUEBA DE COCCIÓN.

En esta prueba se verifica el estado del arroz según transcurre el tiempo de envejecimiento en el prototipo.

**Tabla 3.8.** Tiempo Vs Cocción.

Tiempo (horas) arroz envejecido	Cocción °C			Observaciones
	Regular	Buena	Excelente	
0				
3				
6				
9				
12				
18				

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

El formato del Protocolo de Pruebas se halla en el **Anexo VIII**

## **CAPITULO 4**

### **DISEÑO DE PROTOTIPO**

El diseño del prototipo se inicia considerando la masa de 40 Kg. de arroz que es la capacidad del envejecedor, objeto del presente proyecto. A partir de esta masa se obtiene su volumen correspondiente, el que permite determinar las dimensiones físicas de la cámara de envejecimiento, para una mejor distribución del calor en el interior de la misma se toma como referencia una forma cilíndrica.

Con base a las dimensiones y características de la plancha de acero inoxidable la longitud resultante de la cámara de envejecimiento se determinara el volumen requerido que debe contener el sistema de calentamiento.

Las dimensiones del sistema de calentamiento luego serán justificadas con el análisis térmico.

#### **4.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ARROZ REQUERIDO.**

Se inicia el cálculo del volumen de la cámara de envejecimiento, partiendo de un análisis previo entre la equivalencia del peso y el volumen que ocupa el arroz, para lo cual se coloca el arroz en un recipiente de 1000 cc. y luego se pesa, obteniendo los siguientes resultados expuestos en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1.** Equivalencia entre Capacidad y Peso

No. Pruebas	Recipiente (lt)	Peso Kg.
1	1	0.892
2	1	0.890
3	1	0.887
4	1	0,893
Promedio		<b>0.890</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

En el tabla 4.1. se presenta la equivalencia de 1000 cm<sup>3</sup> de arroz nuevo, que pesa 0,890 Kg. en promedio de las cuatro pruebas.

Para calcular el volumen de la cámara de envejecimiento se parte del valor promedio de ( 0.890 Kg.)

$$Va = \frac{40Kg.x.1000cm^3}{0,890Kg.}$$

$$Va = 44943,82 cm^3$$

Debido a que la distribución del arroz no siempre es uniforme se considera un factor de corrección 11 %.

$$Va = 44943,82 \times 1.11$$

$$Va = 49997,9cm^3$$

Con esto se obtiene el volumen real que ocupar el arroz en la cámara de envejecimiento, este volumen se iguala a un volumen de la cámara de envejecimiento menos el volumen del sistema de calentamiento.

$$Va = Vc - Vs$$

Donde:

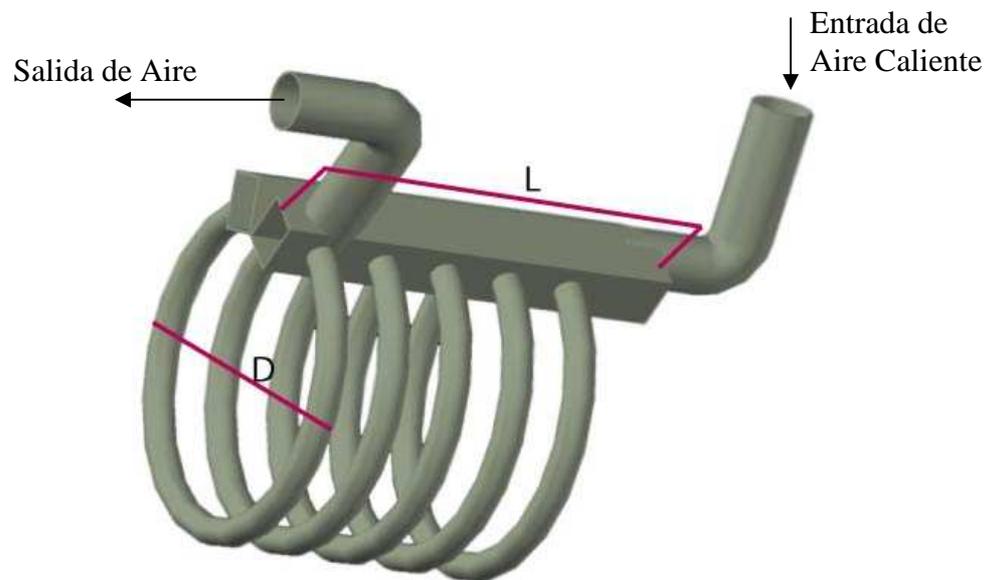
$V_a$  = Volumen de arroz hacer envejecido

$V_c$  = Volumen de la Cámara de envejecimiento.

$V_s$  = Volumen del Sistema de calentamiento.

#### 4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO Y DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO.

Para el diseño del sistema de calentamiento se considera un serpentín de tubos de 25.4mm de diámetro nominal y un espesor de 2 mm que existen en el mercado, estos son conectados a un tubo cuadrado de 50 x 50 x 300 x 2. que sirve de distribuidor. Además éste tendrá que estar centrado en la cámara de envejecimiento para que cada tubo pueda cubrir la misma área.



**Figura 4.1** serpentín

De donde:

$D$  = Diámetro del serpentín

$L$  = Altura del serpentín

Para determinar el diámetro, que deberá tener cada anillo del serpentín.

$$Ac = \pi.r^2$$

$$Ac = (3.141592).(195)^2$$

$$Ac = 119459,34mm^2$$

$$Ac = 1194,5934cm^2$$

Donde:

$Ac$  = Área de la cámara

$r$  = radio de la cámara de envejecimiento

Partiendo de esta área se calcula el radio del anillo del serpentín, tomando en consideración que el anillo debe estar centrado en la cámara, para que el calor se distribuya uniformemente.

$$Aa = \frac{Ac}{2}$$

$$Aa = \frac{1194,6}{2}$$

$$Aa = 597,3mm^2$$

Donde:

$Aa$  = Área que debe ocupar el anillo

De esto se encuentra el radio de cada anillo

$$Aa = \pi \times r^2$$

$$Aa = 3.141592 \times r^2 = 597,3 \text{ cm}^3$$

$$r^2 = \frac{597,3}{3.141592} = 190.125$$

$$r = 13,78cm$$

$$r = 137,8mm.$$

Se considera las medidas del tubo cuadrado (50x50x300) mm. así como de cinco anillos de 25 mm. y un radio de 140 mm. con estos datos se obtienen volumen del serpentín.

$$V_s = V_{tc} + V_{ta}$$

$$V_s = 2(a \times p \times l) + 5(\pi \times r^2 \times l)$$

$$V_{ta} = 2229 \text{ cm}^3$$

$$V_{tc} = 1500 \text{ cm}^3$$

$$V_s = 3729 \text{ cm}^3$$

Donde:

$V_s$  = Volumen del serpentín

$V_{tc}$  = Volumen de tubo de entrada y salida de gas caliente

$V_{ta}$  = Volumen de los 5 anillos

$r$  = radio del anillo

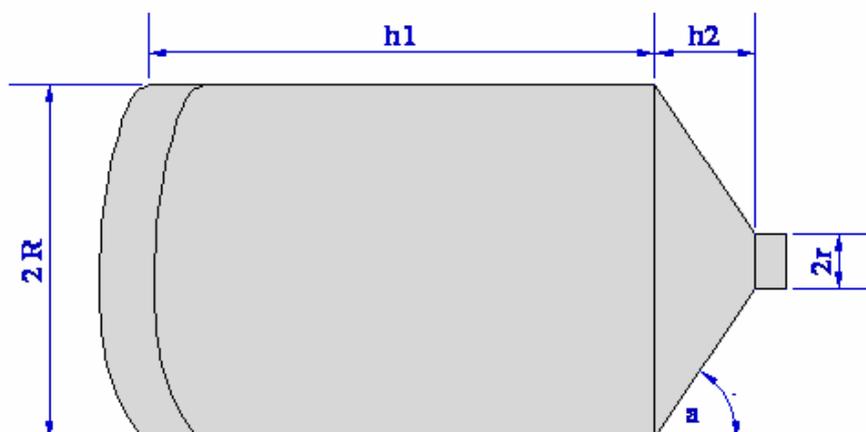
$l$  = longitud de cada anillo = al perímetro del anillo = 880 mm

Con esto se calcula el alto de la cámara de envejecimiento ( $h_1$ )

$$V_c = V_a + V_s$$

$$V_c = 44943,82 + 3729$$

$$V_c = 48673 \text{ cm}^3$$



**Figura 4.2** Cámara de envejecimiento

Se debe considerar que este volumen es la suma del cono de descarga más la cámara cilíndrica según se muestra en la figura 4.2.

El ángulo  $\alpha$  se determinara experimentalmente colocando en el extremo de una plancha de acero inoxidable de 25 cm de longitud el arroz y elevando uno de los extremo. Dando los siguientes resultados mostrados en la tabla 4.2. De la que se toma como referencia un ángulo de  $22^\circ$  par el cálculo del volumen del cono.

**Tabla 4.2.** Angulo de inclinación para el deslizamiento del arroz.

Altura cm.	Longitud cm.	Angulo Grados
9	25	21'9"
10	25	23'5"
10	25	21'9"
Promedio		21'9"

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Para el cálculo del volumen del cono se parte de los siguientes datos:

$$2R = \text{Diámetro Mayor} = 390 \text{ mm.} \quad R = 195 \text{ mm.}$$

$$2r = \text{Diámetro Menor} = 50 \text{ mm.} \quad r = 25 \text{ mm.}$$

$$h_2 = \text{Altura } 100 \text{ mm.}$$

$$\alpha = \text{Angulo de inclinación} = 22^\circ$$

$$V_{cono} = \frac{\pi \times h \times (R^2 + r^2 + R \times r)}{3}$$

$$V_{cono} = \frac{\pi \times 10 \times (19.5^2 + 3.75^2 + (3.75 \times 19.5))}{3}$$

$$V_{cono} = 4895 \text{ cm}^3$$

$$V_{cilindro} = V_{camara} - V_{cono}$$

$$V_{cilindro} = 48673 - 4895 = 43778 \text{ cm}^3$$

Pero se sabe también que el volumen del cilindro es:

$$V_{cilindro} = \pi \times R^2 \times h$$

Despejado  $h$  se tiene

$$h = \frac{43778}{\pi \times (19,5)^2}$$

$$h = 39,6cm$$

$$h = 40,0cm$$

$$h = 400mm.$$

Las dimensiones del serpentín se justifican con el análisis térmico, que se analiza posteriormente.

### 4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE ALIMENTACIÓN

Para este caso se tiene un diámetro de 350 mm. y un ángulo de inclinación de  $25^\circ$  el cual es similar al ya calculado en el cono de la cámara de envejecimiento.

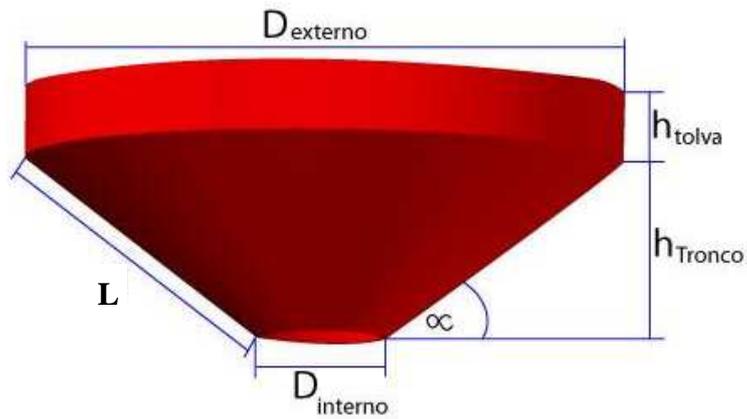
Primero se calcula la altura de la tolva:

$$\tan 25^\circ = \frac{h_{cono}}{r_t}$$

$$17,5 \times \tan 25^\circ = h_{cono}$$

$$h_{cono} = 81,6mm$$

Esta es la altura del cono, pero se toma en cuenta que la tolva tiene una forma de tronco de cono, por lo que hay que encontrar la altura de tronco de cono según se muestra en la figura 4.3.



**Figura 4.3** Tolva

$$h_{tronco} = 15,0 \times \tan 25^\circ$$

$$h_{tronco} = 69,9mm$$

$$h_{tronco} = 70mm.$$

Con esto se calcula el desarrollado del cono para poder encontrar el ángulo al cual se debe cortar para realizar el barolado según el plano.

$$\cos 25^\circ = \frac{17,5}{L}$$

$$L = \frac{17,5}{\cos 25^\circ}$$

$$L = 19,31$$

$$L = 193,1mm$$

Donde:

L es la generatriz del tronco de cono

Con la generatriz se calcula el perímetro y el ángulo para desarrollado del tronco de cono.

Perímetro de la tolva

$$P_{tolva} = 2\pi \times r_{cono}$$

$$P_{tolva} = 1099,55mm$$

Perímetro del desarrollado

$$P_{des} = 2\pi \times g$$

$$P_{des} = 1213,2mm$$

Ángulo del desarrollo para la construcción de la tolva de alimentación en la plancha.

$$\alpha = \frac{P_{tolva} \times 360}{P_{des}}$$

$$\alpha = 326,26^\circ$$

#### **4.4. MATERIALES A UTILIZARSE.**

Por tratarse del diseño de un prototipo que trabaja en contacto con productos alimenticios, se deben seleccionar materiales que se recomiendan para este caso. Las aplicaciones de los aceros inoxidable se detallan en el anexo IV

- ✓ Cámara de envejecimiento y serpentín Acero inoxidable, porque se encuentran en contacto con el arroz.
- ✓ Chapa metálica (cilindro externo) Aceros al carbón

Para la determinación del acero inoxidable se toma en cuenta sus propiedades así como la existencia, en el mercado comparando los diferentes tipos de acero según la estructura cristalina y el mecanismo de endurecimiento. Los aceros inoxidables se dividen en: Austeníticos, Martensíticos, Ferríticos según clasificación AISI. Siendo los austeníticos los mas adecuados para la industria alimenticia.

## CARACTERÍSTICAS DEL ACERO AISI 304

- ✓ Mejor Soldabilidad
- ✓ Adecuada para recipientes que contienen ácido fosfórico
- ✓ Para industrias alimenticias.

En la tabla 4.3. se presenta la composición química que tiene un acero inoxidable AISI 304

**Tabla 4.3.** Composición Química

%C máx	%Mn máx	%P máx	%Si máx	%Cr máx	%Ni máx	%S máx
0.08	2.00	0.045	1.00	18/20	8/10	0.030

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 4.5. CÁLCULO DEL AISLANTE TÉRMICO.

Para el dimensionamiento del aislante térmico se toma en cuenta la temperatura interna máxima a la que va a ser sometida la cámara y la temperatura promedio del sector. El cálculo se realiza con base al análisis de resistencias, (figura 4.4). Las propiedades de los materiales involucrados son:

Para la cámara de envejecimiento se toma las siguientes propiedades del acero inoxidable AISI 304 para el cálculo respectivo.

$k$  = Conductividad en (W / m \* K). = 14.9

$\rho$  = Densidad en (Kg / m<sup>3</sup>).= 7900

El cilindro principal o chapa metálica será de plancha de acero A36, cuyas propiedades son:

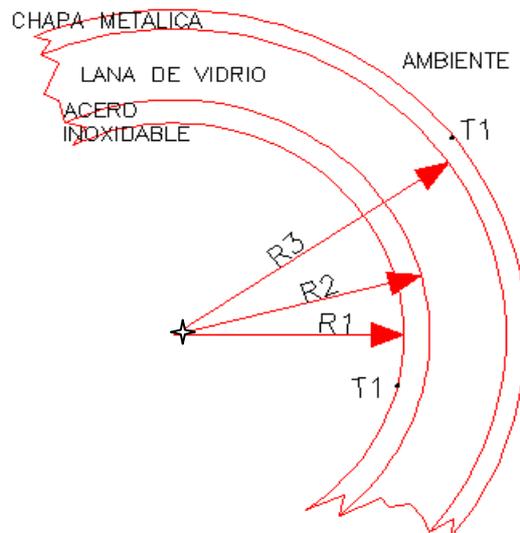
$k$  = Conductividad en  $(W / m * K)$ . = 63.9

$\rho$  = Densidad en  $(Kg / m^3)$ . = 7832

El material aislante es lana de vidrio que tiene las siguientes propiedades:

$k$  = Conductividad en  $(W / m * K)$ . = 0.036

$\rho$  = Densidad en  $(Kg / m^3)$ . = 105



**Figura 4.4** Esquema para el cálculo de lana de vidrio

Donde:

$D_1 = 390$  mm.

$D_2 = 394$  mm.

$D_3$  = radio de la lana de vidrio a ser calculado.

$T_{s1} = 120$  °C = 393 K

$T_{s2} = 25$  °C = 298 K

Acero Inoxidable AISI 304      Conductividad  $K = 14,9 \frac{W}{m \cdot K}$

Lana de Vidrio      Conductividad  $K = 0,036 \frac{W}{m \cdot K}$

$$q = \frac{\Delta T}{R_{total}}$$

$$R_{total} = R_{inox} + R_{lana}$$

$$R_{inox} = \frac{\ln\left(\frac{R2}{R1}\right)}{2 \times \pi \times K \times l}$$

$$R_{inox} = \frac{\ln\left(\frac{0,197}{0,195}\right)}{2 \times \pi \times 14,9 \times 50}$$

$$R_{inox} = 2,10 \times 10^{-6} \frac{^{\circ}K}{W}$$

$$R_{lana} = \frac{\ln\left(\frac{R2}{R1}\right)}{2 \times \pi \times K \times l}$$

$$R_{lana} = \frac{\ln\left(\frac{R3}{0,197}\right)}{2 \times \pi \times 0,036 \times 50}$$

$$R_{lana} = \frac{\ln(R3) + 1.6248}{11,31} \frac{^{\circ}K}{W}$$

$$q = \frac{120 - 25}{2,10 \times 10^{-6} + \frac{\ln(R3) + 1.6248}{11,31}}$$

De donde se tiene:

$q$  = el calor que se pierde por las paredes (W)

$R_{lana}$  = el radio de la lana de vidrio que es la necesaria para que exista la mínima pérdida de calor. (R3)

$\Delta T$  = Variación de temperatura.

$R_{total}$  = Radio total del cilindro principal

$R_{max}$  = Radio de la cámara de envejecimiento (R2)

**Tabla 4.4.** Determinación de espesores (lana de vidrio).

Radio interno	Radio de la cámara	Espesor lana de vidrio	T interna	T exterior	Calor que se Emana	
R 1 (mm)	R 2 (mm)	R 3 (mm)	T 1 (°K)	T 2 (°K)	q W	% perdida
0.195	0.197	0.2	393	298	709.741355	----
0.195	0.197	0.205	393	298	269.747124	12.4584735
0.195	0.197	0.21	393	298	168.067127	7.76230647
0.195	0.197	0.215	393	298	122.849309	5.67388757
0.195	0.197	0.22	393	298	97.2785934	4.49288489
0.195	0.197	0.225	393	298	80.8318136	3.73327801
0.195	0.197	0.23	393	298	69.3625289	3.20356048
0.195	0.197	0.235	393	298	60.9063479	2.81300542
0.195	0.197	0.24	393	298	54.4124391	2.51307936
0.195	0.197	0.245	393	298	49.2677667	2.2754688
0.195	0.197	0.25	393	298	45.090603	2.08254336
0.195	0.197	0.255	393	298	41.6308349	1.92275137
0.195	0.197	0.26	393	298	38.7177406	1.78820792
0.195	0.197	0.265	393	298	36.2308035	1.67334686
0.195	0.197	0.27	393	298	34.0825203	1.57412679
0.195	0.197	0.275	393	298	32.2078205	1.48754237
0.195	0.197	0.28	393	298	30.5573102	1.41131232
0.195	0.197	0.285	393	298	29.0928188	1.34367368
0.195	0.197	0.29	393	298	27.7843823	1.28324256
<b>0.195</b>	<b>0.197</b>	<b>0.295</b>	<b>393</b>	<b>298</b>	<b>26.6081499</b>	<b>1.22891738</b>
0.195	0.197	0.3	393	298	25.5449005	1.17981041
0.195	0.197	0.305	393	298	24.578971	1.13519823
0.195	0.197	0.31	393	298	23.6974693	1.09448542
0.195	0.197	0.315	393	298	22.8896875	1.0571774
0.195	0.197	0.32	393	298	22.1466576	1.02286001
0.195	0.197	0.325	393	298	21.460812	0.99118372

**Fuente:** Propia

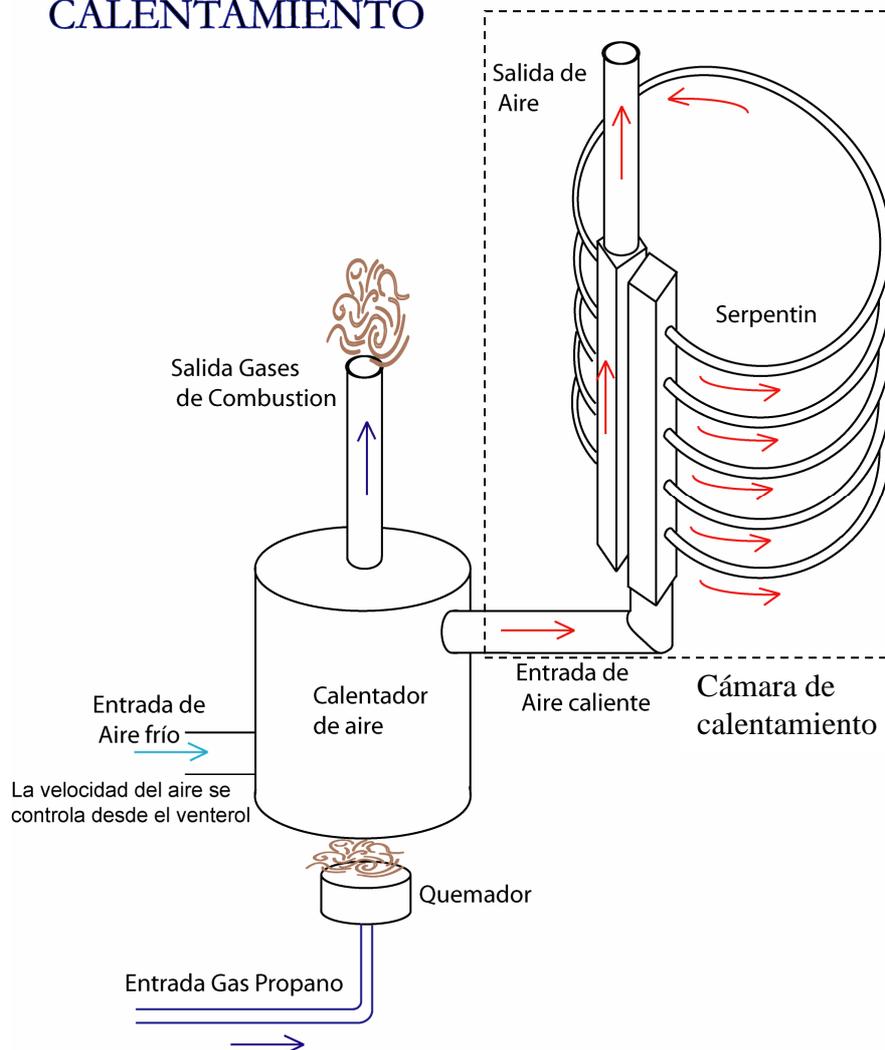
**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

De los datos obtenidos en la tabla 4.4 se considera un R3 = 0,295 mm, dando un espesor de 100 mm, que será ocupado por lana de vidrio, a demás con este valor la perdida de calor al ambiente es mínima.

#### 4.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO

La figura 4.5 indica como ingresa el aire y es calentado por medio de la combustión del gas licuado de petróleo, para de esta manera calentar la cámara de envejecimiento, por medio de un serpentín.

#### ESQUEMA DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO



**Figura 4.5** Esquema del sistema de calentamiento

#### 4.7. CÁLCULO DEL CALOR REQUERIDO PARA EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO

Para el análisis del sistema de calentamiento se consideran tres medios:

- Venterol
- Calentador de aire.
- Serpentín.

Cálculo de la cantidad de calor que transfiere a la masa de 40 Kg. de arroz

$$Q = m C_{p_A} (T_2 - T_1)$$

$$Q = 40 \text{Kg} \cdot 4.6 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{K} (90 - 24)^\circ\text{K}$$

$$Q = 12144 \text{KJ}$$

Donde:

Q = Calor de transferido al arroz (KJ)

$C_{p_A}$  = Calor específico del arroz en (KJ/Kg °K)

m = masa de arroz en (Kg.)

T1 = Temperatura del ambiente. (°K)

T2 = Temperatura de envejecimiento. (°K)

$$q = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$q = \frac{12144000 \text{J}}{18 \text{H}} \cdot \frac{1 \text{H}}{3600 \text{s}}$$

$$q = 187.41 \text{W}$$

Donde:

q = tasa de transferencia de calor. (W)

$\Delta t$  = tiempo de envejecimiento (18 horas).

**Tabla 4.5.** Cálculo del calor transferido.

ARROZ						
T2 T envejecimiento	T1 ambiente	masa de arroz (m)	Cp (calor especifico)	Q (calor)	tiempo de envejecimiento	q (calor transferido)
°C	°C	Kg	KJ/Kg °K	KJ	t (seg)	W
80	24	40	4,60	10304,00	64800,00	159,01
90	24	40	4,60	12144,00	64800,00	<b>187,41</b>
100	24	40	4,60	13984,00	64800,00	215,80
110	24	40	4,60	15824,00	64800,00	244,20
120	24	40	4,60	17664,00	64800,00	272,59

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

En la tabla 4.5 se muestra en calor transferido al arroz para cada una de las diferentes temperaturas en el proceso de envejecimiento, se considera a una temperatura de 90 °C la cual transfiere un calor de 187,41 W, ya que se necesita saber la mínimo calor transferido, no se toma en cuenta el calor transferido a los 80 °C ya que ha esta temperatura empieza el proceso de envejecimiento, al tomar valores mayores de 100 °C de temperatura el calor transferido aumentado, incrementando el costo de operación dando como consecuencia un mayor consumo de combustible.

Cálculo de la masa necesaria de aire para transferir calor al arroz

$$q = \dot{m}_v C_{p_v} (T_4 - T_3)$$

$$\dot{m} = \frac{q}{C_{p_v} (T_4 - T_3)}$$

$$\dot{m} = \frac{187,41W}{1.007KJ / Kg^{\circ}K(130 - 95)^{\circ}K}$$

$$\dot{m} = 0.0053 Kg / s$$

Donde:

$\dot{m}_v$  = flujo másico de aire (Kg/s.)

$C_{p_v}$  = Calor específico del aire en (KJ/Kg °K)

T3 = Temperatura de salida de aire

T4 = Temperatura de ingreso de aire

**Tabla 4.6.** Cálculo del flujo másico de aire.

AIRE			Masa (Kg/s)				
T3 (T salida de aire)	T4 (T ingreso de aire)	Cp (Calor específico)	q=159,01W	q=187,41W	q=215,80W	q=244,20W	q=272,59W
°C	°C	KJ/Kg °K					
85	130	1	0,003509	0,004136	0,004762	0,005389	0,006015
95	130	1	0,004512	<b>0,005317</b>	0,006123	0,006929	0,007734
105	130	1	0,006316	0,007444	0,008572	0,009700	0,010828
115	130	1	0,010527	0,012407	0,014287	0,016167	0,018046
125	130	1	0,031581	0,037221	0,042860	0,048500	0,054139

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Partiendo del calor transferido al arroz y considerando la diferente temperatura a las que sale el aire, se considera una temperatura de 95 °C que es la que se aproxima a la temperatura de envejecimiento considerada en la tabla 4.5. con un calor transferido de 187,41 (W) obteniéndose como resultado una masa de 0,005317 (Kg/s.).

Cálculo de la velocidad de aire que ingresa al sistema

$$\dot{v}_v = \frac{\dot{m}}{\rho A}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3.1416 * 0.0127^2 m^2$$

$$A = 0.000506 m^2$$

$$\dot{v} = \frac{0,0053 Kg / s}{0,8711 Kg / m^3 * 0.000506 m^2}$$

$$\dot{v} = 12.144 m / s$$

Donde:

$\bar{v}_v$  = Velocidad de aire (m/s.)

$\rho$  = Densidad de aire (Kg/m<sup>3</sup>)

A = Área del tubo del serpentín (m<sup>2</sup>)

**Tabla 4.7.** Cálculo de la velocidad de aire.

masa de aire (Kg/s)	densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Velocidad del aire m/s			
		d1=12,7mm	d2=19,05mm	d3=25,4 mm	d4=31,75 mm
0,003509	0,8711	32,056	14,247	8,014	5,129
0,004136	0,8711	37,781	16,791	9,445	6,045
<b>0,005317</b>	0,8711	48,575	21,589	<b>12,144</b>	7,772
0,004762	0,8711	43,504	19,335	10,876	6,961
0,006123	0,8711	55,934	24,860	13,984	8,949
0,008572	0,8711	78,308	34,803	19,577	12,529
0,005389	0,8711	49,229	21,880	12,307	7,877
0,006929	0,8711	63,295	28,131	15,824	10,127
0,009700	0,8711	88,613	39,384	22,153	14,178
0,016167	0,8711	147,688	65,639	36,922	23,630
0,006015	0,8711	54,953	24,423	13,738	8,792
0,007734	0,8711	70,653	31,402	17,663	11,305
0,010828	0,8711	98,915	43,962	24,729	15,826
0,018046	0,8711	164,858	73,270	41,215	26,377
0,054139	0,8711	230,252	102,334	57,563	36,840

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

En la tabla 4.7. se presentan los valores de la velocidad requeridas para los diferentes flujos de aire que entran al serpentín, es así que, para una masa de aire de  $m = 0,005317$  Kg/s. se requiere un velocidad del aire de 12 m/s para un diámetro de una pulgada ya que este fue el parámetro considerado en el diseño inicial.

La velocidad del flujo de aire que va a circular por el sistema se la controla desde el venterol. Este equipo dispone de un control de flujo por medio de una placa reguladora y una abertura que permite el paso de aire, la placa trabaja en tres posiciones: abierto, medio y cerrado, mostrado en el tabla 4.8.

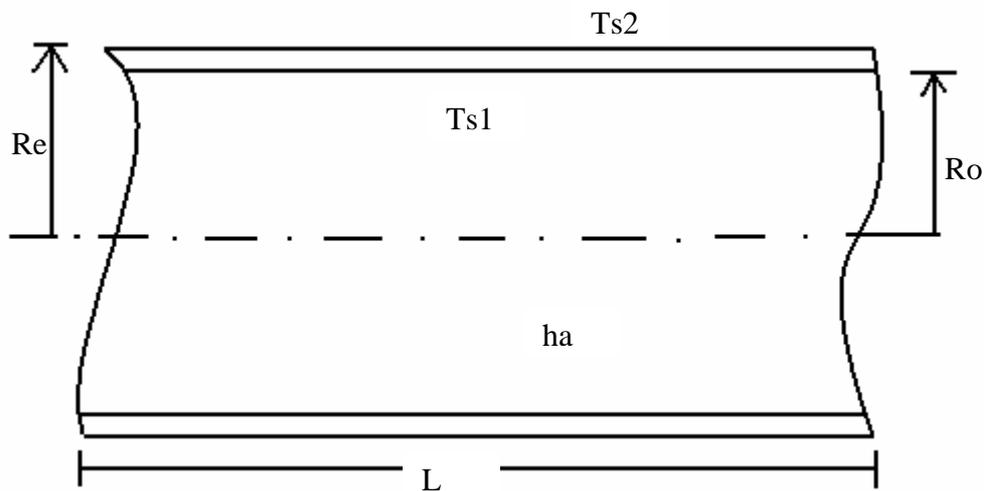
**Tabla 4.8.** Velocidades del venterol

Velocidades del Venterol	
Posición	Diámetro 2"
Abierto	20 m/s
Medio	16 m/s
Cerrado	12 m/s

Fuente: Propia

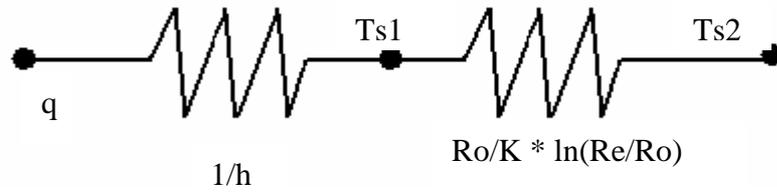
Elaborado: Barragán, Benalcázar

Con los datos obtenidos se puede calcular el área de transferencia de calor

**Figura 4.6** Distribución de temperaturas en el tubo del serpentín

Donde:

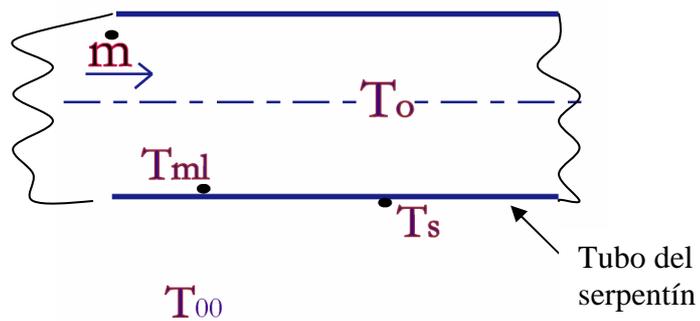
 $R_o$  = Radio interno del tubo $R_e$  = Radio externo del tubo $L$  = Longitud del tubo $h_a$  = Coeficiente de convección del aire $T_{s1}$  = Temperatura interna del tubo $T_{s2} = 90^\circ\text{C}$ : Temperatura de los alrededores del tubo



**Figura 4.7** Esquema para el análisis de transferencia de calor por resistencias

$$q = UA(T_{\infty} - T_{s1})$$

Cálculo de la constante de convección del aire.



**Figura 4.8** Distribución de temperaturas para el cálculo de la constante de convección

Donde:

$\dot{m}$  : Flujo másico de aire.

$T_{ml}$  : Temperatura interna dentro del tubo del serpentín.

$T_o$  : Temperatura en el centro del tubo del serpentín.

$T_s$  : Temperatura en la superficie externa del tubo del serpentín.

$T_{\infty}$  : Temperatura de los alrededores.

$v$  : Velocidad del aire que circula por el sistema.

$r$  : Radio del tubo del serpentín.

$\rho$  : Densidad del aire.

$C_p$  : Calor específico del aire.

$K$  : Constante de Conductividad.

$Pr$  : Número de Prant.

$Nu_D$ : Número de Nuscel.

Datos:

$$T_o = 200^\circ C$$

$$T_s = 120^\circ C$$

$$v = 12m/s$$

$$T_\infty = 25^\circ C$$

$$r = 0.0125m$$

$$\bar{T} = \frac{T_s + T_o}{2} = \frac{200^\circ C + 120^\circ C}{2}$$

$$\bar{T} = 160^\circ C$$

Que corresponde a  $\bar{T} = 433^\circ K$

Propiedades físicas del aire a 433°K

$$\rho = 0.82255 Kg/m^3$$

$$C_p = 1.019 KJ/Kg^\circ K$$

$$K = 35.55 * 10^{-3} W/m^\circ K$$

$$\mu = 240.4 * 10^{-7} N s/m^2$$

$$Pr = 0.688$$

$$\dot{m} = 0,005317 (Kg/s)$$

$$\bar{R}_{eD} = \frac{4 \dot{m}}{\pi D \mu}$$

$$\bar{R}_{eD} = \frac{4 * 5.317 * 10^{-3} Kg/s}{3.1416 * 0.025m * 240.7 * 10^{-7} N s/m^2}$$

$$\bar{R}_{eD} = 11250$$

Constantes para  $Re_D$  esta entre 4000-40000 donde se obtiene las constantes:

$$C=0.193$$

$$m=0.618$$

$$\bar{Nu}_D = \frac{\bar{h}D}{k} = C * Re_D^m Pr^{1/3}$$

$$\bar{Nu}_D = 0.193 * 11250^{0.618} * 0.688^{1/3}$$

$$\bar{Nu}_D = 54.32$$

$$\bar{h} = \frac{\bar{Nu}_D k}{D}$$

$$\bar{h} = \frac{54.32 * 35.55 * 10^{-3} W / m^{\circ} K}{0.025m}$$

$$\bar{h} = 77.25 W / m^{\circ} K$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h} + \frac{Ro}{K} \ln\left(\frac{Re}{Ro}\right)}$$

$$U = \frac{1}{\frac{m^2 \circ K}{77,25W} + \frac{0,0127m^2}{14.9W} \ln\left(\frac{0,0130m}{0,0127m}\right)}$$

$$U = 77,13 W / m^2 \circ K$$

$$A_t = \frac{q}{U(T_{\infty} - T_{s1})}$$

$$A_t = \frac{187,41W}{77,13W / m^2 \circ K (130 - 90)}$$

$$A_t = 0,06074m^2$$

Donde:

$U$  = coeficiente global de transferencia de calor

$A_t$  = área de transferencia de calor.

**Tabla 4.9.** Cálculo del área en función de q

Cálculo del área en función de q				
q(W) Calor transferido	U (W/m <sup>2</sup> K)	Ti Temp inicial (°C)	Ts Temp superficial (°C)	Área (m <sup>2</sup> )
159,01	77,13	130	80	0,041232
<b>187,41</b>	<b>77,13</b>	<b>130</b>	<b>90</b>	<b>0,060745</b>
215,80	77,13	130	100	0,093262
244,20	77,13	130	110	0,158304
272,59	77,13	130	120	0,353416

Fuente: Propia

Elaborado: Barragán, Benalcázar

El área de transferencia de calor en función del calor trasferido y considerando una temperatura de 130°C son mostradas en la tabla 4.9. Se considera una área de 0.060745 m<sup>2</sup> para que esta se comparada con el área física.

Área física del equipo

$$A = 2\pi dL$$

$$A = 2 * 3.1416 * 0,0254m * 0,6m$$

$$= 0,095m^2$$

**Tabla 4.10.** Cálculo del área física de los tubos del serpentín

Área en función de la tubería			
Longitud (m)	d1=0,01905m	d2=0,0254m	d3=0,03175m
0,5	0,05984748	<b>0,07979664</b>	0,0997458
0,55	0,06583223	0,087776304	0,10972038
0,6	0,07181698	0,095755968	0,11969496
0,65	0,07780172	0,103735632	0,12966954
0,7	0,08378647	0,111715296	0,13964412
0,75	0,08977122	0,11969496	0,1496187
0,8	0,09575597	0,127674624	0,15959328
0,85	0,10174072	0,135654288	0,16956786
0,9	0,10772546	0,143633952	0,17954244

Fuente: Propia

Elaborado: Barragán, Benalcázar

En la tabla 4.10. se muestra un de talle de las áreas físicas para cada diámetro nominal del tubo de acero inoxidable, tomando como referencia para un diámetro nominal 25,4 mm. (1 pulg.) se tiene una área de 0,070 m<sup>2</sup>

La temperatura de salida (Ts) que se requiere es de 120°C según la curva de envejecimiento que se encuentra en el anexo II. La cual se obtuvo de la investigación de campo realizada en las industrias arroceras de la provincia de Los Ríos.

La temperatura promedio de la zona donde se va ha operar el equipo de envejecedor de arroz es de alrededores es de 24°C con una humedad del 75 % estas son las condiciones a las que trabajara el equipo.

#### **4.8. CALENTADOR DE AIRE**

Para la construcción del calentador de aire se considera que la temperatura de salida del aire es de 120°C y la temperatura que ingresa de aire es de 24 °C, además se toma como referencia un volumen de aire que es aproximadamente igual al volumen del serpentín que es de 3730 cm<sup>3</sup>.

Para el calentador de aire se construye tres modelos, hasta obtener la temperatura requerida para la transferencia de calor es así que en la tabla 4.8 se muestran tres modelos de calentador en donde se variaron la altura y el diámetro externo hasta llegar a conseguir una temperatura de 120 °C que es la necesaria para el envejecimiento del arroz.

**Tabla 4.11.** Modelos experimentales para el calentador de aire

Modelos experimentales para el calentador de aire				
modelo	Altura (mm)	diámetro interno (mm)	diámetro externo (mm)	temperatura de salida del aire (°C)
1	300	100	180	96
2	300	150	200	101
<b>3</b>	<b>440</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>121</b>

Fuente: Propia

Elaborado: Barragán, Benalcázar

De la tabla 4.11. se toma el modelo numero tres que es el que mas se adapta a nuestro requerimiento dando como resultado una temperatura de salida de 121 °C

Una vez finalizando el diseño, se realizan los respectivos planos de construcción y montaje, los mismos que se presentan en el anexo VI.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO**

#### **5.1. GENERALIDADES**

La construcción del prototipo envejecedor de arroz se le debe realizar en un taller mecánico industrial, donde se dispongan de los equipos básicos para la construcción de cada uno de los elementos que conforman la máquina.

Los elementos que conforman el envejecedor de arroz, se los construye de acuerdo con los planos de taller que están en el anexo VII

Un factor importante que se debe tomar en cuenta es el de obtener la materia prima y los elementos normalizados en el mercado local, lo que facilita la construcción del prototipo envejecedor de arroz.

#### **5.2. CONSTRUCCIÓN PROTOTIPO ENVEJECADOR DE ARROZ.**

Para la construcción del prototipo envejecedor de arroz, se requiere determinar:

- Máquinas y Equipos.
- Herramientas.
- Instrumentos de medición y verificación.
- Materia prima.
- Elementos normalizados.

- Elementos a construir.
- Hojas de procesos.

El ventilador centrífugo que se utiliza para impulsar el aire hacia el interior de la cámara de envejecimiento, la válvula que abre y sierra el paso del combustible, mangueras y cilindros de gas son elementos que se los adquiere en el mercado local.

La construcción para esta máquina básicamente incluyen procesos de corte, soldadura, torneado, frezado, doblado y barolado.

### **5.3. REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.**

Para realizar la fabricación de los elementos que se construyen en el prototipo envejecedor de arroz, se requiere: Máquinas y equipos, herramientas, materiales, instrumentos de medición, etc. los mismos que se detallan a continuación:

#### **5.3.1. Máquinas y Equipos.**

- Baroladora
- Cizalla.
- Taladro.
- Dobladora.
- Esmeril.
- Torno.
- Soldadura eléctrica
- Equipo de pintura.

#### **5.3.2. Herramientas.**

- Brocas.
- Útiles para tornear.

- Escuadras.
- Limas.
- Martillos
- Llaves.
- Rayador.
- Sierra de arco.

### **5.3.3. Instrumentos de medición y verificación.**

- Calibrador.
- Compás.
- Nivel.
- Flexometro.
- Escuadras.

### **5.3.4. Resumen de materia prima.**

- Plancha de acero INOX 304, varios espesores.
- Plancha de acero al carbono A36, varios espesores.
- Tubo acero INOX 304, varios diámetros.
- Lana de vidrio.
- Perfil L.

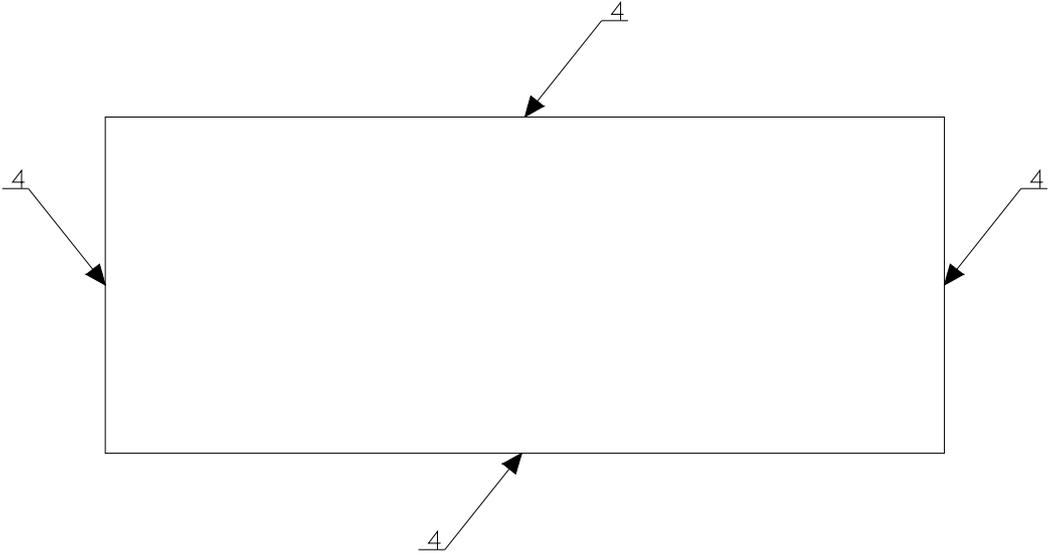
### **5.3.5. Listado de elementos a construir.**

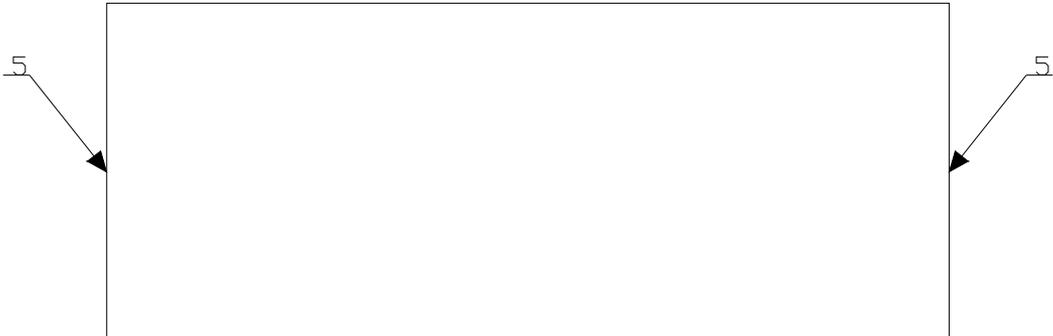
- Chapa metálica (cilindro principal): Plano 1.2298.103
- Cámara de envejecimiento: Plano 1.2298.102
- Serpentín: Plano 1.2298.101
- Calentador de aire: Plano 1.2298.105, 1.2298.106
- Soportes: Plano 1.2298.104
- Tolva: Plano 1.2298.109

#### 5.4. HOJA DE PROCESOS.

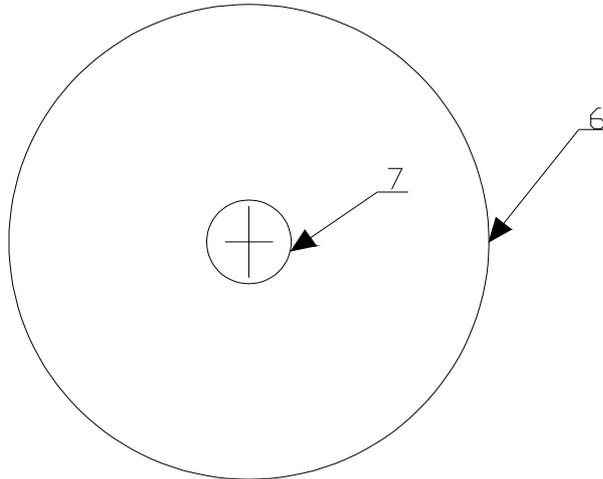
Para la construcción del envejecedor de arroz, es necesario disponer de los procedimientos de fabricación de los diferentes elementos a construirse. A continuación se presentan las hojas de procesos para la fabricación de los elementos a construirse y que conforman la máquina.

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>		<b>ELEMENTO: Cámara de envejecimiento, cono</b>	<b>Nº DE PLANO: 1.2298-102</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 1</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX AISI 304</b>
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	Nº Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		15
1	Corte de la plancha		1		20
2	Trazado		1		10
2	Corte de la plancha		1		15
3	Trazado		1		10
3	Corte de la plancha		1		15
4	Barolado		2		10

ENVEJECEDOR DE ARROZ	ELEMENTO: Cámara de envejecimiento, cuerpo cilindro	Nº DE PLANO: 1.2298-102	CANTIDAD AD PIEZAS: 1	MATERIAL ACERO AISI INOX 304	
					
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	Nº Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
4	Trazado		1		10
4	Corte de plancha		1		15
4	Barolado		5		30

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>	<b>ELEMENTO: Cámara de envejecimiento, Tubo</b>	<b>Nº DE PLANO: 1.2298-102</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 2</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX AISI 304</b>	
					
<b>Superficie</b>	<b>Operación</b>	<b>Velocidad (RPM)</b>	<b>Nº Pasadas</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>
5	Trazado		1		5
5	Corte de Tubo		1		10

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>	<b>ELEMENTO:</b> Cámara de envejecimiento, Tapa	<b>N° DE PLANO:</b> 1.2298-102	<b>CANTIDAD DE PIEZAS:</b> 1	<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX AISI 304
-----------------------------	---	-----------------------------------	---------------------------------	---

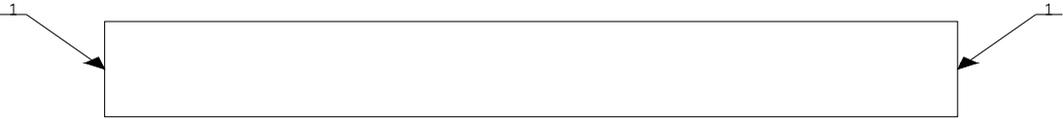


Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
6	Trazado		1		10
7	Trazado		1		10
6	Corte de la plancha		1		15
7	Corte de la plancha		1		10

ENVEJECEDOR DE ARROZ	ELEMENTO: Cámara de envejecimiento, ancho de tapa	Nº DE PLANO: 1.2298-102	CANTIDAD DE PIEZAS: 1	MATERIAL: ACERO INOX AISI 304	
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	Nº Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
8	Trazado		1		10
8	Corte de la plancha		1		15
8	Barolado		3		15

Proceso de ensamblaje de la cámara de envejecimiento.

<b>CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO</b>	
<b>NUMERO:</b>	1
<b>ELEMENTOS:</b>	1 Cono
	1 Cuerpo Cilindro
	2 Tubos
	1 Tapa
	1 Ancho de Tapa
<b>MATERIAL DE APORTE:</b>	ER 308 L
<b>PROCESO DE ENSAMBLAJE</b>	
1.- Soldadura superficie 3 (cono) unir y formar el cono	
2.- Soldadura superficie 4 (cuerpo del cilindro) unión del cilindro	
3.- Soldadura superficie 1 (cono) con superficie 4 (Cuerpo del cilindro)	
4.- Soldadura superficie 2 (cono) con superficie 5 (tubo)	
5.- Soldadura superficie 7 (Ancho de Tapa) para tener una cinta circular.	
6.- Soldadura superficie 6 (tapa) con superficie 8 (ancho tapa)	
7.- Soldadura superficie 7 (tapa) con superficie 5 (tubo)	

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>		<b>ELEMENTO: Serpentín, Tubos</b>	<b>N° DE PLANO: 1.2298- 103</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 5</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX AISI 304</b>
					
<b>Superficie</b>	<b>Operación</b>	<b>Velocidad (RPM)</b>	<b>N° Pasadas</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>
1	Trazado		1		10
1	Corte de tubos		1		25
1	Barolado		1		30

ENVEJECEDOR DE ARROZ	ELEMENTO: Serpentín, soporte tubos	Nº DE PLANO: 1.2298-103	CANTIDAD DE PIEZAS: 2	MATERIAL: ACERO INOX AISI 304	
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	Nº Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
2	Trazado		1		10
2	Corte de plancha		1		10
3	Medir y trazado de centros		1		10
3	Agujeros pasantes		2		30

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>		<b>ELEMENTO:</b> Serpentín, Canal	<b>N° DE PLANO:</b> 1.2299- 103	<b>CANTIDAD DE PIEZAS:</b> 2	<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX AISI 304
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
4	Trazado		1		15
4	Corte de la plancha		1		20
5	Trazado		1		5
5	Doblado		1		10

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>		<b>ELEMENTO: Serpentín, Tubo de ingreso aire</b>	<b>N° DE PLANO: 1.2299- 103</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 2</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX AISI 304</b>
					
<b>Superficie</b>	<b>Operación</b>	<b>Velocidad (RPM)</b>	<b>N° Pasadas</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>
5	Trazado		1		15
5	Corte de la plancha		1		20

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>	<b>ELEMENTO:</b> Serpentín, Tapas serpentín	<b>N° DE PLANO:</b> 1.2299- 103	<b>CANTIDAD DE PIEZAS:</b> 4	<b>MATERIAL:</b> ACERO INOX AISI 304	
<b>Superficie</b>	<b>Operación</b>	<b>Velocidad (RPM)</b>	<b>N° Pasadas</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>
6, 7	Trazado		1		5
6, 7	Corte de la plancha		1		5

Proceso de ensamblaje del serpentín.

<b>SERPENTÍN</b>	
<b>NUMERO:</b>	2
<b>ELEMENTOS:</b>	5 Tubos barolados circularmente
	2 Soportes de tubos
	2 Soportes frontal
	4 Soportes laterales
	4 Tapas
	2 Tubos de ingreso de aire
<b>MATERIAL DE APORTE:</b>	ER 308 L
<b>PROCESO DE ENSAMBLAJE</b>	
1.- Soldadura superficie 1 (tubo) con superficie 2 (soporte de tubos)	
2.- Soldadura superficie 4 (soporte frontal ) con superficie 5 (soporte lateral)	
3.- Soldadura superficie 4,5 (soporte frontal y lateral) con superficie 5 (tapa)	
4.- Soldadura superficie 5 (soporte lateral) con superficie 1 (soporte de tubos)	
5.- Soldadura superficie 7 (soporte de tubos) con superficie 8 (tubo)	

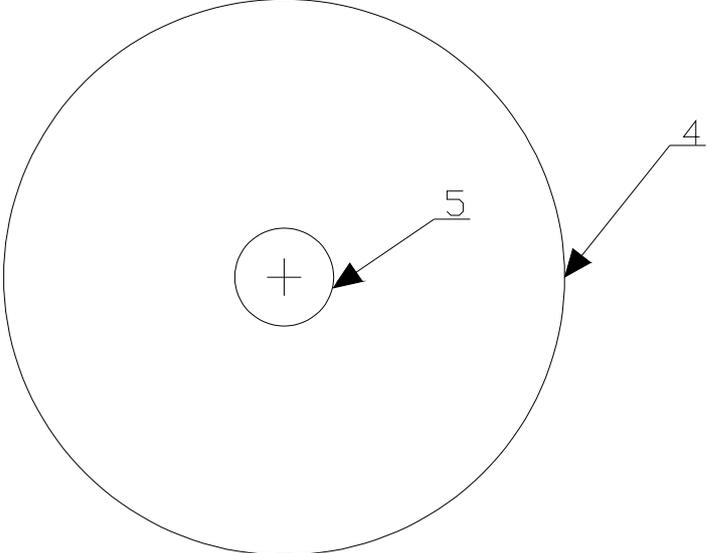
<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>		<b>ELEMENTO:</b> Soportes, perfil	<b>N° DE PLANO:</b> 1.2299- 105	<b>CANTIDAD DE PIEZAS:</b> 4	<b>MATERIAL:</b> ACERO ASTM A36
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		10
1	Corte de perfil		1		20

ENVEJECEDOR DE ARROZ	ELEMENTO: Soporte, Sujetador	N° DE PLANO: 1.2299-105	CANTIDAD DE PIEZAS: 8	MATERIAL: ACERO ASTM A36	
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
2, 3	Trazado		1		10
2, 3	Corte de plancha		1		10
4	Medir y trazo de centros		1		5
4	Agujeros pasantes	400	2		10
4	Machuelo		3		15

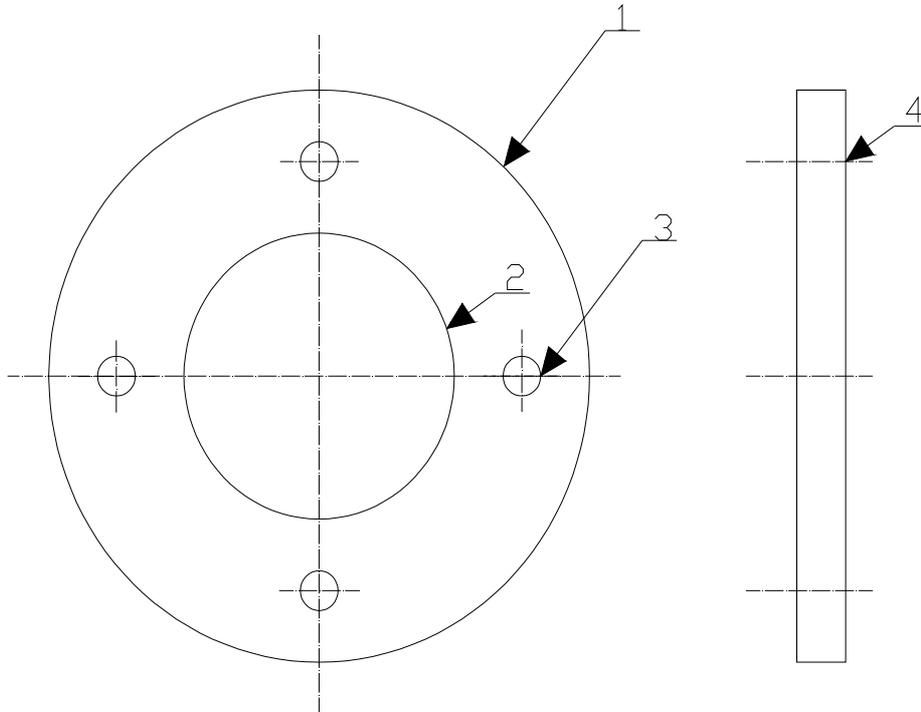
Proceso de ensamblaje de soportes.

<b>SOPORTES</b>	
<b>NUMERO:</b>	3
<b>ELEMENTOS:</b>	4 Perfiles
	8 Sujetadores
<b>MATERIAL DE APORTE:</b>	Electrodo E 6011
<b>PROCESO DE ENSAMBLAJE</b>	
1.- Soldadura superficie 2 (sujetador) con superficie 5 (perfil)	

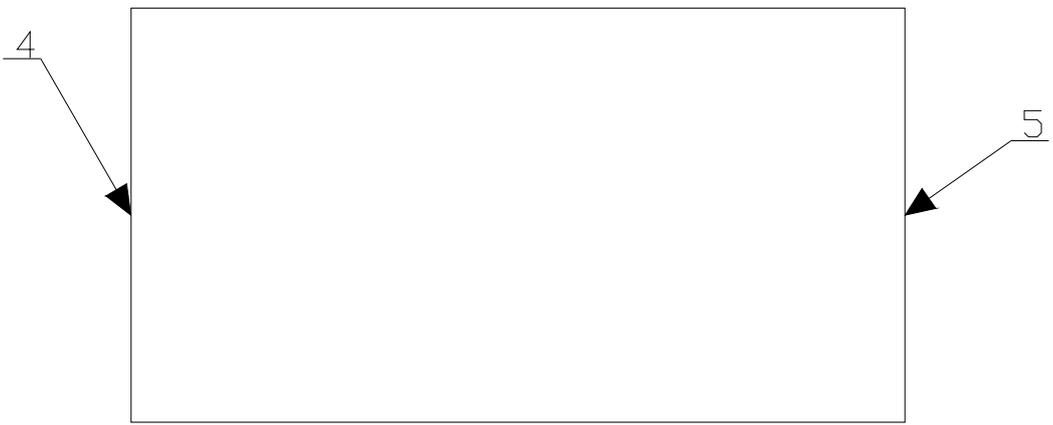
ENVEJECEDOR DE ARROZ	ELEMENTO: Cilindro externo, exterior	N° DE PLANO: 1.2299-101	CANTIDAD DE PIEZAS: 1	MATERIAL: ACERO ASTM A36	
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		15
1	Cortado de plancha		1		20
3	Trazado de centros		1		10
3	Corte de plancha		1		10
2	barolado		5		30
2	Doblado 180° respecto a 1		1		10

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>	<b>ELEMENTO:</b> Cilindro externo, tapa	<b>N° DE PLANO:</b> 1.2298-101	<b>CANTIDAD DE PIEZAS:</b> 2	<b>MATERIAL:</b> ACERO ASTM A36	
					
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
4	Trazado		1		10
4	Corte de plancha		1		15
5	Trazado		1		5
5	Corte de centros		1		10

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>	<b>ELEMENTO: Base Brida</b>	<b>N° DE PLANO: 1.2298- 108</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 2</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX AISI 304</b>
---------------------------------	---------------------------------	---	--------------------------------------	--



Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		5
1	Corte de la plancha		1		10
2	Trazado		1		5
2	Corte de la plancha		1		10
3	Medir y trazado de centros		1		5
3	Agujero pasante	400	3		5

<b>ENVEJECEDOR DE ARROZ</b>	<b>ELEMENTO: Tubo Brida</b>	<b>N° DE PLANO: 1.2298-108</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 2</b>	<b>MATERIAL: ACERO INOX AISI 304</b>	
					
<b>Superficie</b>	<b>Operación</b>	<b>Velocidad (RPM)</b>	<b>N° Pasadas</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>
4	Trazado		1		3
5	Corte de tubo		1		8

<b>BRIDAS</b>	
<b>NUMERO:</b>	5
<b>ELEMENTOS:</b>	2 Tubos brida
	2 Base brida
<b>MATERIAL DE APORTE:</b>	Electrodo ER 308L
<b>PROCESO DE ENSAMBLAJE</b>	
1.- Soldadura superficie 2 (base) con superficie 5 (tubo)	

## 5.5. PRUEBAS DE CAMPO.

Las pruebas de campo se realiza según el Protocolo de Pruebas del acápite 3.6. Estas pruebas se presentan en el **Anexo IX**

Las pruebas de campo fueron echas bajo las siguientes condiciones:

Lugar de la Prueba	Santo Domingo de los Amarillos, recinto del cantón Ventanas Provincia de Los Ríos.
Temperatura Ambiente	24 °C
Altura sobre el nivel del mar	254 msnm.
Porcentaje de humedad	75%
Presión Atmosférica	758 mmHg.

Estos datos fueron tomados con la ayuda de un GPS de marca BRUNTON mostrado en la figura 5.1



Figura 5.1 GPS

## **CAPÍTULO 6**

### **COSTOS**

#### **6.1. INTRODUCCIÓN**

El análisis de costos, tiene por objeto determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la construcción del prototipo. Se lo realiza tomando en cuenta los costos directos e indirectos.

Para determinar el Costo Total Directo se considera los costos parciales de:

- Materiales directos
- Elementos normalizados
- Costos de maquinado
- Costo de montaje

De manera similar para determinar el Costo Total Indirecto se considera los costos parciales de:

- Materiales indirectos
- Costos de ingeniería
- Gastos imprevistos

Para determinar el costo total de la máquina envejecedora de arroz, se suma el total de los Costos Directos con los Costos Indirectos.

## 6.2. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

### 6.2.1. COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS

Se denominan Materiales Directos a las materias primas que se utilizan para construir los elementos que conforman la máquina. Los costos de materiales directos se presentan en la tabla 6.1

**Tabla 6.1** Costos de Materiales Directos

Material	Cantidad	Peso [Kg]	Valor Unitario [usd]	Valor Total [usd]
Plancha de acero INOX304 1220x2420x2	1	46.7	120	120
Plancha acero A36, e=1,6mm	1	46.7	30	30
Plancha acero INOX304 e=.8	¼	1.20	40	10
Perfil en L 6000x50x50 e=2	1	1.52	14	14
Tubería INOX304 2mx50.8mm e=1.5mm	1	1.8	8	8
Tubería acero A36 2mx50.8mm e=2mm	1	2.48	5	5
Lana de vidrio Kg	1	20	20	20
Tubería acero A36 2mx12.7mm e=1mm	1	0.19		
<b>TOTAL</b>				<b>207</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 6.2.2. COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

Son aquellos que son de libre comercialización en el mercado local, y no necesitan ser alterados para su uso. (Anexo VI) Los costos de los elementos directos se presentan en la Tabla 6.2

**Tabla 6.2** Costos de Elementos Normalizados

Elemento	Cantidad	Valor Unitario [usd]	Valor Total [usd]
Válvula de gas	1	5	5
Cilindros de gas 15Kg	1	40	40
Venterol	1	30	30
Manguera de gas	3	3	9
Válvula de paso de gas	1	5	5
Pernos	20	-	10
Total			99

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 6.2.3. COSTOS DE MAQUINADO

Este costo tiene que ver con el valor respecto a la mano de obra directa empleada en las máquinas herramientas y equipos eléctricos. Estos valores se presentan en la Tabla 6.3

**Tabla 6.3** Costos de Maquinado

Maquinado	Costo de maquinado incluye mano de obra [usd/h]	Tiempo total [h]	Costo total por maquinado [usd]
Torno	6	2	12
Soldadura GTAW	8	5	40
Soldadura SMAW	6	10	60
Taladrado	4.5	8	36
Cizallado	4.5	5	22.50
Doblado	3	3	9
Barolado	3	4	12
TOTAL			191.50

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

#### 6.2.4. COSTOS DE MONTAJE

Estos costos están relacionados con la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada una de las partes de la máquina. Para el montaje se considera el trabajo de tres personas durante un día a un costo de \$15 por cada trabajador, resultando un costo total de montaje de \$45.

#### 6.2.5. COSTO DIRECTO TOTAL

En la 6.4 se indica la cantidad total de costo directo.

**Tabla 6.4** Costo Directo Total

<b>Componente del costo</b>	<b>Valor [usd]</b>
Materiales Directos	207.00
Elementos Directos	99.00
Costos de Maquinado	191.50
Costos de Montaje	45.00
Subtotal:	542.50

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 6.3. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS

#### 6.3.1. COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS

Los costos de materiales indirectos se muestran en la Tabla 6.5

**Tabla 6.5** Costos de Materiales Indirectos

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario [usd]</b>	<b>Valor Total [usd]</b>
Electrodo E6011 3mm	3 Kg	3.50	10.50
Varilla aporte ER308L	10 Uni	0.50	5.00
Gas Argón	300	0.20	60.00
Lijas	5	0.80	5.00
Fondo para pintura Laca	½ lit	5.00	2.50
Pintura Laca	½ lit	7.00	3.50
Diluyente Laca	2 lit	1.70	3.40
Disco de corte	2	3.20	6.40
Disco de desbaste	1	3.80	3.80
<b>TOTAL</b>			<b>100.10</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

### 6.3.2. COSTOS DE INGENIERÍA

Corresponde al costo debido al tiempo que los graduandos han dedicado al diseño de la máquina. Aproximadamente se emplean 60 horas.

Un ingeniero con conocimientos y experiencia en Diseño de Maquinaria para Alimentos debe percibir un mínimo de 20 dólares por hora. El tiempo necesario para el diseño es aproximadamente de 40 horas, por tanto el costo de diseño es de 800 dólares

Este costo constituye el valor económico debido al conocimiento del ingeniero para diseñar y seleccionar los elementos de la máquina.

### 6.4. COSTO TOTAL INDIRECTO

En la tabla 6.6 se indica la cantidad total del costo indirecto

**Tabla 6.6** Costo Directo Total

<b>Componente del costo</b>	<b>Valor [usd]</b>
Materiales indirectos	100.10
Costos de Ingeniería	800
Gastos Indirectos	20
<b>Subtotal:</b>	<b>1120.10</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

## 6.5. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA

Resulta de la suma de los costos directos con los costos indirectos, esto se indica en la Tabla 6.7

**Tabla 6.7** Costo Directo Total

<b>Componente del costo</b>	<b>Valor [usd]</b>
Costos Directos	542.50
Costos indirectos	920.10
<b>Subtotal:</b>	<b>1462.60</b>
10% Imprevistos	146.26
<b>Total:</b>	<b>1608.86</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

Como se puede ver en la Tabla 6.7; el costo total obtenido para el envejecedor de arroz, resulta accesible para los pequeños y medianos productores de arroz.

En comparación con las grandes máquinas importadas que utilizan los grandes comercializadores de arroz, ésta máquina tiene un costo muy bajo facilitando que los pequeños y medianos agricultores puedan acceder a ella.

La figura 6.1 presenta la fotografía del prototipo terminado.

**Figura 6.1** Prototipo construido.

Escala 8 : 1



**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Barragán, Benalcázar

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

Al finalizar el desarrollo del diseño y construcción del prototipo envejecedor de arroz, se presentan las siguientes conclusiones detalladas a continuación:

- En el área agroindustrial, en nuestro país no hay un interés para el diseño y construcción de maquinaria agrícola que ayude al agricultor.
- Según los estudios de campos realizados, se ha podido determinar que, el pequeño agricultor en la mayoría de los casos obtiene una utilidad muy baja por la venta de su producto. Siendo esta una de las causas por el cual el agricultor ha perdido el interés en cultivar sus productos.
- El objetivo principal del proyecto se ha cumplido, se ha diseñado y construido un envejecedor de arroz, cumpliendo con los parámetros funcionales y los requerimientos planteados al inicio de este proyecto.
- El prototipo construido es de fácil traslado, desmontaje y mantenimiento del mismo. Para su operación no es necesario tener personal calificado, puede realizar cualquier persona. El diseño de la máquina permite se sea operado por una sola persona.
- Con el diseño y construcción del presente trabajo se ha logrado satisfacer los requerimientos del pequeño y mediano agricultor arrocero.

- Esta diseñada para trabajar las 24 horas, de forma permanente.
- Se aplicaron todos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Mecánica, obteniendo resultados óptimos.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

Para obtener un buen producto y alargar la vida útil de la máquina se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Para obtener un buen resultado del arroz hay que tener en cuenta los tiempos y temperaturas señaladas en la curva, que se encuentra en el anexo I
- Para realizar el envejecimiento el arroz debe estar previamente pilado sin cáscara y en lo posible libre de impurezas.
- Se recomienda antes de usar el equipo, revisar que no haya fugas en las mangueras y tuberías de gas, que todas las conexiones estén debidamente conectadas.
- Se recomienda que la máquina se encuentre en un lugar abierto, para evitar la contaminación por la combustión del CO<sub>2</sub>.
- Para obtener una mejor calidad del arroz, la humedad inicial debe estar entre 16% y el 14%.
- Se sugiere dar un mayor interés por parte de las universidades a los proyectos orientados hacia la agroindustria que faciliten y mejoren la producción agrícola.

- Para el recubrimiento exterior se debe utilizar pintura resistente al calor, además todos los elementos en contacto con el producto deben de ser de acero inoxidable.
- Se debe tomar muy en cuenta todas las seguridades para la operación de la máquina, y las medidas de seguridad y control que se deben tomara cuando se manipula combustible gaseoso.

## BIBLIOGRAFÍA

- INCROPERA FRANK. Fundamentos de Transferencia de Calor. Pearson Educación. Cuarta edición, México, 1999
- KREITH, F. Principios de Transferencia de Calor. Ed. 1986. Madrid España
- MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico. Vol I Mc Graw-Hill, México 1984
- CENGEL. J. Termodinámica Tomo I y Tomo II, Mc Graw-Hill, México 1990
- KENT JONES. Química Moderna de los Cereales. Vol I Editorial Aguilar Pag. 130 – 151. 3ra. Edición.
- BIBLIOTECA INIAP El Boliche (Provincia del Guayas)
- Zonas de Cultivo de Arroz Juliano et Hicks, Sica 2006
- INIAP. 2004, 2005 y 2006. Informes Técnicos Anuales del Proyecto IFAD-IPGRI. Elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a los ingresos de los agricultores más pobres. Programa Nacional de Granos Andinos. Estación El Boliche, INIAP. Guayas, Ecuador.
- Ing. FRANCISCO ANDRADE Estación de Elaboración de Semillas INIAP, Estación el BOLICHE (GUAYAQUIL), Jefe de la Estación y del departamento de Elaboración y semillas.
- Servicio De Información Agropecuaria Del Ministerio De Agricultura Y Ganadería Del Ecuador Av Eloy Alfaro y Av Amazonas. 4to. piso
- [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)

- [www.iniap-ecuador.gov.ec](http://www.iniap-ecuador.gov.ec)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Poder\\_calor%C3%ADfico](http://es.wikipedia.org/wiki/Poder_calor%C3%ADfico) " El poder calórico"
- [www.cipca.org.pe/infoormacionydesarrollo/arroz](http://www.cipca.org.pe/infoormacionydesarrollo/arroz)
- [www.viarosario.com/viagourmet/sabores](http://www.viarosario.com/viagourmet/sabores)
- [www.fedearroz.gov.com](http://www.fedearroz.gov.com)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Poder\\_calor%C3%ADfico](http://es.wikipedia.org/wiki/Poder_calor%C3%ADfico) " El poder calórico en

## **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**SEMILLAS TECNIFICAS**  
**INIAP**

## **INFORMACIÓN ADICIONAL PROPORCIONADA POR EL INIAP**

### **DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS INIAP**

#### **INFORMACIÓN GENERAL**

##### **SEMILLAS**

Según la descripción botánica semilla, " Es un óvulo fecundado y maduro que contiene un embrión"; según la ley de semillas y sus reglamentos vigente en el país es "Todo grano, bulbo, tubérculo y en general toda estructura botánica destinada a la reproducción sexual o asexual de una especie"; pero para la generalidad del sector agrícola es la unidad viviente más importante porque es la que marca la diferencia entre el éxito y el fracaso.

##### **CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS**

Es el proceso técnico destinado a mantener la pureza genética de las variedades mejoradas y la sanidad de los cultivos, bajo responsabilidad oficial.

La importancia de la certificación de semillas es indiscutible, por ello todos los países del mundo se han incorporado a este proceso y su grado de progreso agrícola está en íntima relación con la aplicación de la ley y uso de Semillas Certificadas.

##### **COMO SE OBTIENEN LA VARIEDADES MEJORADAS**

Las variedades mejoradas son obtenidas por los fitomejoradores mediante un proceso que demora años de paciente labor, realizando cruzamientos, retrocruces y selecciones de miles de plantas hasta obtener una variedad que aventaje significativamente a las existencias y que se adapte a diferentes ambientes.

## **MULTIPLICACIÓN DE SEMILLAS**

Es el paso siguiente y se realiza en campos libres de contaminantes como malezas nocivas y mezclas varietales de la misma especie; aquí se siguen las recomendaciones de Certificación de Semillas las que son verificadas por los inspectores de la Unidad de Semillas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, lo cuál garantiza la pureza genética y la calidad de las Semillas; pocos agricultores conocen los esfuerzos que realizan los fitomejoradores hasta obtener nuevas variedades y menos aún la serie de cuidados que se da a éstos materiales en el proceso de multiplicación y que no solo abarca las labores en el campo y en las Unidades de Beneficio para obtener como producto final una Semilla de alta calidad que garantice la inversión del usuario.

## **PRODUCTIVIDAD**

El potencial de rendimiento de todas las variedades de arroz generados por el INIAP oscila entre 5 a 7 toneladas métricas por hectárea pero la media de Producción Nacional según el S.I.C.A. - INEC está en 3.7 TM ¿Porqué ésta significativa diferencia?

## **ENTRE LAS PRINCIPALES CAUSAS TENEMOS:**

El bajo porcentaje de uso de Semillas Certificadas que según las estadísticas oscila entre 10 a 12%

No utilizan prácticas tecnológica recomendadas

El reciclaje de Semillas, las compras en molinos y piladoras ó piratas que venden granos comerciales en lugar de Semillas, son los causantes en gran proporción de los problemas del sector arrocero, porque ayudan a la proliferación de malezas nocivas como el arroz rojo, además de una serie de problemas como las mezclas varietales.

## IMPORTANCIA DEL USO DE SEMILLAS CERTIFICADAS

Es imprescindible que el sector agrícola esté consiente de lo importante que es para su actividad sembrar Semillas Certificadas con lo que asegura los siguientes beneficios:

- Incrementa el rendimiento
- Tener uniformidad en la germinación y desarrollo inicial de las plantas
- Evita la proliferación de malezas llevadas por las Semillas que no son certificadas.
- Evitar las resiembras parciales ó totales.

Por lo tanto es fácil determinar que la diferencia entre el éxito ó el fracaso está en usar Semillas Certificadas y aplicar el paquete tecnológico recomendado.

La Semilla es la base del edificio agrícola de todos los países del mundo. ¿ Porque no poner nosotros esa base para levantar nuestro edificio agrícola?

La mejor alianza estratégica del Ecuador es la formada por la investigación agrícola, la multiplicación de semillas y Usted señor agricultor, fortalezcamos día a día esa alianza para beneficio suyo, nuestro y del país.

"Siembre Semillas Certificadas y su cosechas estarán aseguradas"

"Una buena cosecha se inicia con el uso de una buena semillas"



## LISTA DE PRECIOS DEPARTAMENTO DE SEMILLAS

ESPECIE	CATEGORIA	VARIEDAD	PRECIO POR CADA KILO \$	TOTAL SACADA DE 45 KILOS(QQ) \$
ARROZ	REGISTRADA	INIAP-11	1.0	45,00
ARROZ	REGISTRADA	INIAP-12	1.0	45,00
ARROZ	REGISTRADA	INIAP-14	1.0	45,00
ARROZ	REGISTRADA	INIAP-415	1.0	45,00
ARROZ	CERTIFICADA	INIAP-11	0.75	33,75
ARROZ	CERTIFICADA	INIAP-12	0.75	33,75
ARROZ	CERTIFICADA	INIAP-14	0.75	33,75
ARROZ	CERTIFICADA	INIAP-415	0.75	33,75
SOYA	REGISTRADA	INIAP-306	1.00	45,00
		INIAP-307	1.00	45,00
SOYA	CERTIFICADA	INIAP-306	0.80	36,00
		INIAP-307	0.80	36,00
SOYA	COMERCIAL	INIAP-306	0.35	15,75
		INIAP-307	0.35	15,75
				Saca de 15kg
MAIZ	CERTIFICADA	INIAP H-551	1,30	19,50

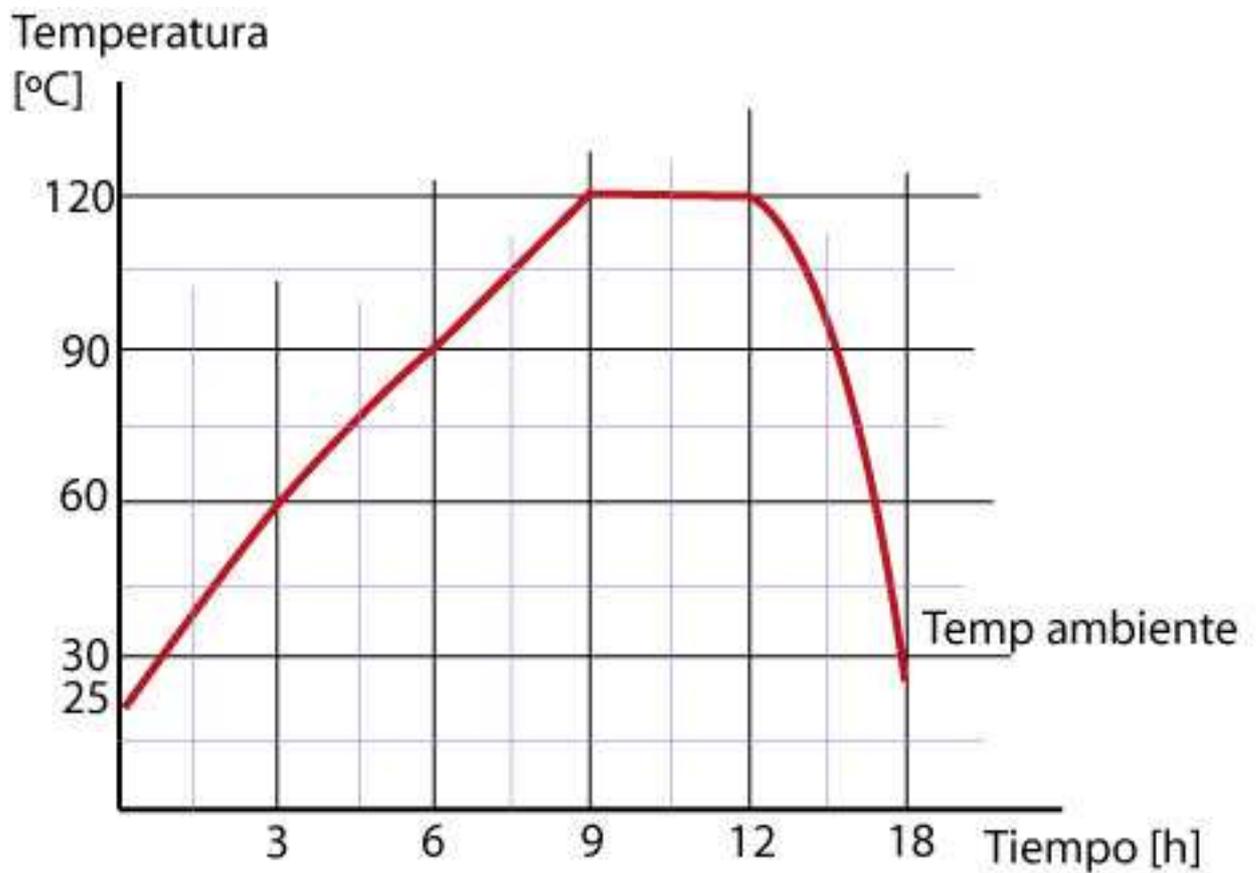
De las cuales las mas comercializadas son:

ARROZ	SOYA	MAIZ
INIAP-415	INIAP-306	
INIAP-14	INIAP-307	INIAP-H-551

**ANEXO II**  
**CURVA DE ENVEJECIMIENTO**

## Curva de temperaturas para el envejecimiento

Cuadro de temperaturas versus tiempo, con el cual se da el proceso de envejecimiento.



Fuente: Propia

Elaborado: Barragán, Benalcázar

**ANEXO III**  
**PROTOCOLO DE PRUEBAS**

## PRUEBAS.

### VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES

DIMENSIONES PRINCIPALES				
DIMENSIÓN	Diseño	Prototipo	Aceptación	
			SI	NO
Diámetro Externo				
Diámetro de la Cámara				
Diámetro de Carga				
Diámetro de Descarga				
Alto				

### VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS.

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS			
ELEMENTO	Funcionamiento		
	Bueno	Regular	Malo
Venterol			
Válvula			
Mangueras y tuberías			

### VERIFICACIÓN DE FUGAS: COMBUSTIBLE, CONEXIONES, AIRE CALIENTE, GASES.

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
ELEMENTO	Funcionamiento		
	Bueno	Regular	Malo
Válvulas			
Tuberías			
Serpentín			
Cámara de envejecimiento			

**TRABAJO EN VACÍO.**

Tiempo (horas)	Temperatura °C			Flujo de Aire
	Bajo	Medio	Alto	
0				
3				
6				
9				
12				
18				

**TRABAJO CON CARGA.**

Tiempo (horas)	Temperatura °C			Flujo de Aire
	Bajo	Medio	Alto	
0				
3				
6				
9				
12				
18				

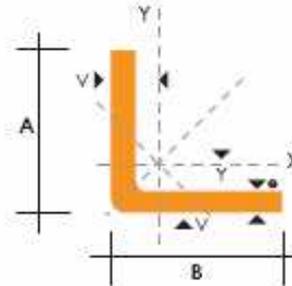
**PRUEBA DE COCCIÓN.**

Tiempo (horas)	Cocción °C			Observaciones
	Regular	Bueno	Excelente	
0				
3				
6				
9				
12				
18				

**ANEXO IV**  
**TABLAS DE MATERIALES Y**  
**PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES**  
**DIN 17440**


**PERFILES ESTRUCTURALES**  
**ANGULOS "L" DOBLADO**
**Especificaciones Generales**

<b>Norma</b>	INEN 1 623:2003
<b>Otras calidades</b>	Previa consulta
<b>Largo normal</b>	6,00 m
<b>Otros largos</b>	Previa consulta
<b>Espesores</b>	Desde 1,9 hasta 12 mm
<b>Acabado</b>	Natural
<b>Otro acabado</b>	Previa consulta



DIMENSIONES		PESOS		SECCION	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V	
A	B	e	$\bar{e}$ metros		$\bar{t}$ metro	I	W	i	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm	cm
25	25	2	4.38	0.73	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72	0.99	0.47
25	25	3	6.36	1.06	1.35	0.79	0.44	0.76	0.77	0.98	0.44
30	30	2	5.34	0.89	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84	1.20	0.58
30	30	3	7.80	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	1.18	0.55
30	30	4	10.08	1.68	2.14	1.80	0.88	0.92	0.94	1.17	0.52
40	40	2	7.20	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	1.61	0.78
40	40	3	10.62	1.77	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14	1.59	0.76
40	40	4	13.86	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	1.58	0.78
40	40	5	19.62	2.82	3.59	5.31	1.91	1.22	1.23	0.73	0.73
50	50	2	9.12	1.52	1.93	4.86	1.33	1.58	1.34	2.01	0.98
50	50	3	13.44	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	2.00	0.96
50	50	4	17.84	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.80	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.93
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.98	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.88	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	46.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	1.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37	3.16	1.46
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

También en galvanizado e inoxidable - Medidas Especiales Bajo Pedido.



ANGULOS "L" DOBLADO

Continuación del cuadro anterior

DIMENSIONES			PESOS		SECCIÓN	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	i	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm	cm
100	100	5	45.18	7.53	9.59	95.50	13.10	3.16	2.73	4.01	1.95
100	100	6	54.72	9.12	11.40	112.50	15.58	3.14	2.78	4.00	1.92
100	100	8	71.76	11.96	14.95	144.83	20.29	3.11	2.87	3.97	1.89
100	100	10	88.14	14.69	18.36	173.85	24.73	3.08	2.97	3.94	1.83
100	100	12	105.12	17.52	21.63	201.12	28.98	3.05	3.06	3.92	1.82
100	100	14	120.42	20.07	24.78	225.60	32.98	3.02	3.16	3.89	1.75
125	125	5	56.94	9.49	12.10	190.00	20.80	3.96	3.35	5.03	2.46
125	125	6	69.12	11.52	14.40	224.55	24.67	3.95	3.40	5.02	2.44
125	125	8	90.96	15.16	18.95	290.90	32.29	3.92	3.49	4.99	2.47
125	125	10	112.14	18.69	23.36	353.10	39.63	3.89	3.59	4.96	2.35
125	125	12	134.28	22.38	27.63	411.29	46.83	3.86	3.68	4.94	2.32
125	125	14	154.44	25.74	31.78	465.43	53.38	3.83	3.78	4.91	2.27
150	150	6	83.52	13.92	17.40	393.59	35.88	4.75	4.03	6.04	2.94
150	150	8	110.16	18.36	22.95	512.45	47.10	4.72	4.12	6.01	2.92
150	150	10	136.14	22.69	28.36	625.31	57.95	4.69	4.21	5.98	2.87
150	150	12	163.14	27.24	33.60	732.00	68.50	4.67	4.31	5.96	2.84
150	150	14	183.60	30.60	37.78	833.33	78.62	4.64	4.40	5.93	2.79
175	175	6	99.18	16.53	20.41	631.44	49.14	5.56	4.65	7.06	3.45
175	175	8	131.22	21.87	26.90	825.00	64.70	5.53	4.74	7.03	3.43
175	175	10	160.20	26.70	33.40	1010.00	79.80	5.50	4.84	7.01	3.39
175	175	12	192.54	32.09	39.60	1190.00	94.50	5.47	4.93	6.98	3.35
175	175	14	222.24	37.04	45.60	1360.00	109.00	5.44	5.03	6.95	3.35
200	200	6	112.32	18.72	23.40	949.53	64.50	6.37	5.28	8.08	3.95
200	200	8	148.56	24.76	30.95	1243.96	85.02	6.34	5.37	8.05	3.32
200	200	10	184.14	30.69	38.36	1527.52	105.05	6.31	5.46	8.02	3.39
200	200	12	221.14	36.94	45.60	1800.00	125.00	6.28	5.55	8.00	3.36
200	200	14	256.26	42.71	52.80	2060.00	144.00	6.25	5.65	7.97	3.42
250	250	6	141.12	23.52	29.40	1874.06	101.46	7.98	6.53	10.12	4.97
250	250	8	186.96	31.16	38.95	2464.09	134.06	7.95	6.62	10.09	4.34
250	250	10	232.14	38.69	48.36	3037.01	166.04	7.92	6.71	10.06	4.37
250	250	12	280.08	46.68	57.63	3593.42	197.44	7.90	6.80	10.04	4.38
250	250	14	324.54	54.09	66.78	4132.57	228.32	7.87	6.90	10.01	4.32

También en galvanizado e inoxidable - Medidas Especiales Bajo Pedido.



### PLANCHAS INOXIDABLES

#### Especificaciones Generales

<b>Norma:</b>	304, 316, 430
<b>Espesores:</b>	Desde 0,40mm hasta 15,00mm
<b>Roles:</b>	X 1220
<b>Planchas:</b>	4 x 8
	Largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICIÓN QUÍMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenita	17 Cr-5Ni-7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,06	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 ~ 10,00	0,06	0,030	4,00 ~ 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 ~ 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 ~ 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS 316 31		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
18Cr-9Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00	
Ferrita	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensita	13Cr-low Si	SUS 403	403	4024	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 32	420	4021	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 ~ 7,75

JIS\* Japanese Industrial Standards  
 AISI\*\* American Iron and Steel Institute  
 DIN\*\*\* Deutsche Industrie Normen



# DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO



PLANCHAS



COMPOSICION QUIMICA %			PROPIEDADES MECANICAS							
Cr	Mo	Otros Elementos	Pruebas Mecánicas						PRUEBA DE FLEXIBILIDAD 180° radio (t, mm)	
			Resistencia Mecánica min Kg/mm2	psi	Punto de fluencia <sup>1)</sup> min kg/mm2	psi	Elongación % min 30 y 13 (Nuestra)	Pruebas de Dureza		
								Escale Rockwell B max	Escala de Dureza Vickers 982	
15,00 ~ 18,00		N: 0,25 max	65	93,000	25	35,800	40	100	253	
17,00 ~ 19,00		N: 0,25 max	60	85,500	25	35,800	40	95	218	
16,00 ~ 18,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
17,00 ~ 19,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200	
17,00 ~ 19,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200	
22,00 ~ 24,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
24,00 ~ 26,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200	
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		49	69,500	18	25,500	40	90	200	
17,00 ~ 19,00	1,20 ~ 2,75	Cu: 1,00 ~ 2,5	53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		49	69,500	18	25,800	40	90	200	
17,00 ~ 19,00		Ti: 5 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200	
17,00 ~ 19,00		Ni + Ta: 10 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200	
11,50 ~ 16,00		Al: 0,10~0,30	42	60,000	18	25,500	20	88	200	t 8 0,5 t
14,00 ~ 16,00			46	65,800	21	30,000	22	88	200	1,0t
16,00 ~ 18,00			46	65,800	21	30,000	22	88	200	1,0t
16,00 ~ 18,00	0,75 ~ 1,25		46	65,800	21	30,000	22	88	200	1,0t
11,50 ~ 13,00			45	64,000	21	30,000	20	88	200	1,0t
11,50 ~ 13,5			45	64,000	21	30,000	20	88	200	1,0t
12,00 ~ 14,00			55	78,500	23	32,750	18	93	210	
16,00 ~ 18,00	0,75 max		60	85,500	25	35,800	15	97	230	
16,00 ~ 18,00		Al: 0,75 ~ 1,50	105	148,000	39	55,500	20	92	200	



PLANCHAS

**PLANCHAS  
PL**



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS					
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS
1/128	= 0.20	25/64	= 9.92	27/32	= 21.49
1/64	= 0.40	13/32	= 10.32	55/64	= 21.83
3/128	= 0.60	27/64	= 10.72	7/8	= 22.23
1/40	= 0.64	7/16	= 11.11	57/64	= 22.62
1/32	= 0.79	29/64	= 11.51	29/32	= 23.02
1/25	= 1.02	15/32	= 11.91	59/64	= 23.42
3/64	= 1.19	31/64	= 12.30	15/16	= 23.81
1/20	= 1.27	1/2	= 12.70	61/64	= 24.21
1/16	= 1.59	33/64	= 13.10	61/32	= 24.61
5/64	= 1.98	17/32	= 13.49	63/64	= 25.00
3/32	= 2.38	35/64	= 13.89	1	= 25.40
7/64	= 2.78	9/16	= 14.29	11/10	= 27.00
1/8	= 3.18	37/64	= 14.69	1 1/8	= 28.60
9/64	= 3.57	19/32	= 15.08	1 1/16	= 30.20
9/32	= 3.97	39/64	= 15.48	1 1/4	= 31.70
1 1/64	= 4.37	9/8	= 15.88	1 1/8	= 33.30
3/16	= 4.76	41/64	= 16.27	1 3/8	= 34.90
13/64	= 5.16	21/32	= 16.67	1 7/16	= 36.50
7/32	= 5.56	45/64	= 17.07	1 1/2	= 38.10
15/64	= 5.95	11/16	= 17.46	1 9/10	= 39.70
1/4	= 6.35	45/64	= 17.86	1 5/8	= 41.30
17/64	= 6.75	23/32	= 18.26	1 11/16	= 42.90
9/32	= 7.14	47/64	= 18.65	1 3/4	= 44.40
19/64	= 7.54	3/4	= 19.05	1 13/16	= 46.00
5/16	= 7.94	49/64	= 19.45	1 7/8	= 47.60
21/64	= 8.33	25/32	= 19.84	1 15/16	= 49.20
11/32	= 8.73	51/64	= 20.24	2	= 50.80
23/64	= 9.13	13/16	= 20.64		
3/8	= 9.53	53/64	= 21.03		

DIMENSIONES EN (mm)				PESOS
ANCHO	LARGO	ESPAESOR	KG	
1220	2440	2	46.74	
1220	2440	3	70.10	
1220	2440	4	93.47	
1500	2440	4	114.92	
1220	2440	5	116.84	
1500	2440	5	143.66	
1800	2440	5	172.39	
1220	2440	6	140.21	
1500	2440	6	172.39	
1800	2440	6	206.86	
1220	2440	8	186.94	
1500	2440	8	229.65	
1800	2440	8	275.82	
1220	2440	10	233.68	
1500	2440	10	287.31	
1800	2440	10	344.77	
1220	6000	12	689.54	

**METODO PRACTICO PARA GALTULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO**

NOMENCLATURA  
 L = Largo (mm)  
 A = Ancho (mm)  
 E = Espesor (mm)  
 Peso = Eqs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7.85}{1,000.00}$$

Ejemplo:  $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7.85 = 23.368 \text{ Kg}$



# DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO



PLANCHAS

## PLANCHAS PL



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS											
PULGADAS		MILIMETROS		PULGADAS		MILIMETROS		PULGADAS		MILIMETROS	
1/128	=	0.20	25/64	=	9.92	27/32	=	21.43			
1/64	=	0.40	13/32	=	10.32	55/64	=	21.83			
3/128	=	0.60	27/64	=	10.72	7/8	=	22.23			
1/40	=	0.64	7/16	=	11.11	57/64	=	22.62			
1/32	=	0.79	29/64	=	11.51	29/32	=	23.02			
1/25	=	1.02	16/32	=	11.91	59/64	=	23.42			
3/64	=	1.19	31/64	=	12.30	15/16	=	23.81			
1/20	=	1.27	1/2	=	12.70	61/64	=	24.21			
1/16	=	1.59	33/64	=	13.10	61/32	=	24.51			
5/64	=	1.98	17/32	=	13.49	63/64	=	25.00			
3/32	=	2.38	35/64	=	13.89	1	=	25.40			
7/64	=	2.78	9/16	=	14.29	11/10	=	27.00			
1/8	=	3.18	37/64	=	14.69	11/8	=	28.50			
5/64	=	3.57	19/32	=	15.09	18/16	=	30.20			
5/32	=	3.97	39/64	=	15.48	11/4	=	31.70			
11/64	=	4.37	5/8	=	15.88	15/16	=	33.30			
3/16	=	4.76	41/64	=	16.27	13/8	=	34.90			
13/64	=	5.16	21/32	=	16.67	17/16	=	36.50			
7/32	=	5.56	45/64	=	17.07	11/2	=	38.10			
15/64	=	5.96	11/16	=	17.46	19/10	=	39.70			
1/4	=	6.35	45/64	=	17.86	19/8	=	41.30			
17/64	=	6.75	23/32	=	18.26	111/16	=	42.90			
9/32	=	7.14	47/64	=	18.65	13/4	=	44.40			
19/64	=	7.54	3/4	=	19.05	113/16	=	46.00			
5/16	=	7.94	49/64	=	19.45	17/8	=	47.60			
21/64	=	8.33	25/32	=	19.84	115/16	=	49.20			
11/32	=	8.73	51/64	=	20.24	2	=	50.80			
23/64	=	9.13	13/16	=	20.64						
3/8	=	9.53	53/64	=	21.03						

DIMENSIONES EN (mm)			PESOS
ANCHO	LARGO	ESPESES	KG
1220	2440	2	46.74
1220	2440	3	70.10
1220	2440	4	93.47
1500	2440	4	114.92
1220	2440	5	116.84
1500	2440	5	143.66
1800	2440	5	172.39
1220	2440	6	140.21
1500	2440	6	172.39
1800	2440	6	206.66
1220	2440	8	166.94
1500	2440	8	229.65
1800	2440	8	275.82
1220	2440	10	233.68
1500	2440	10	287.31
1800	2440	10	344.77
1220	6000	12	689.54

### METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA  
 L = Largo (mm)  
 A = Ancho (mm)  
 E = Espesor (mm)  
 Peso = Eqs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7,85}{1,000.00}$$

Ejemplo:  $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7,85 = 23.368 \text{ Kg}$



**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO



CAÑERÍAS

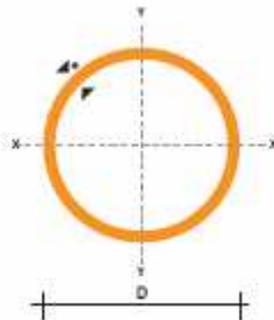
## CAÑERÍAS NEGRA / GALVANIZADA

### Especificaciones Generales

<b>Norma:</b>	ISO-65 SERIE LIVIANA II
<b>Recubrimiento:</b>	Negras o Galvanizadas
<b>Largo normal:</b>	6 mts
<b>Otros largos:</b>	Previa consulta
<b>Dimensiones:</b>	Desde 1/2" a 4"
<b>Espesor:</b>	Desde 2.0 mm a 3.6 mm
<b>Extremos:</b>	Roscados solo en galvanizadas.



DIMENSIONES				PROPIEDADES			
DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR	PESO	AREA			
	D	e	P	A	I	W	r
Pulg	mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
1/2	21.35	2.00	0.99	1.22	0.57	0.69	0.68
3/4	26.90	2.30	1.45	1.78	1.34	1.09	0.87
1	33.70	2.50	1.96	2.45	2.88	1.91	1.10
1 1/4	42.40	2.50	2.55	3.13	6.24	3.13	1.41
1 1/2	48.30	2.65	3.02	3.87	10.05	4.41	1.61
2	60.30	2.65	3.79	4.89	20.26	7.04	2.04
2 1/2	73.00	3.20	5.65	7.02	42.73	12.24	2.47
3	88.90	3.20	6.81	8.62	79.09	18.46	3.03
4	114.30	3.60	9.92	12.52	191.78	34.65	3.91



#### NOMENCLATURA

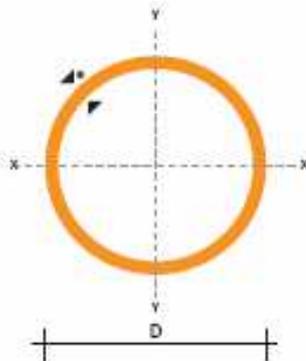
- A\* Area de la selección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I\* Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W\* Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- r\* Radio de giro de la sección, cm


**INOXIDABLE**
**TUBO REDONDO  
 EN ACERO INOXIDABLE**
**Especificaciones Generales**

<b>Norma</b>	ASME B31.3
<b>Largo Normal</b>	6 mts.
<b>Otros largos dimensiones</b>	previa consulta Desde 5/8" a 2 7/8"
<b>Espesor</b>	Desde 0,8 mm a 2,0 mm


**NOMENCLATURA**

- A= Área de la sección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I= Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- r= Radio de giro de la sección, cm



DIÁMETRO EXTERIOR (D)	ESPESOR		PESO		PROPIEDADES		
	e	P	A	I	W	r	
Pulg	mm	mm	kg/6m	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
5/8	15.90	0.60	1.44	0.29	0.08	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.84	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.16	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	2.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	0.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.76
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 3/8	60.33	1.50	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19

**ANEXO V**  
**MATERIAL DE APORTE**  
**CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO**



### GRINOX 1

<b>NORMA</b>		<b>CLASIFICACIÓN</b>
AWS/ ASME:	SFA- 5.4	E308L-15
POSICIONES:	Todas, excepto vertical descendente.	
CORRIENTE:	Alterna o Continua Polo Positivo (+).	

#### DESCRIPCION:

Electrodo de revestimiento básico, con mayor poder de penetración y mejor desempeño en posición vertical que su equivalente rutilico, sus depósitos son resistentes a la corrosión intergranular, a los agentes oxidantes, de ductilidad elevada y soportan temperaturas de trabajo desde -120°C hasta 350°C.

#### APLICACIONES:

Soldadura de los aceros inoxidable austeníticos tipo 18%Cr-8%Ni tanto en los tenores de carbono normal como bajo, tales como AISI: 301,302,304L y 308L. Puede utilizarse con buen resultado para la soldadura de los aceros austeníticos estabilizados tipos AISI: 321 y 347. Aceros fundidos tipos A297 Gr. HF; A351 Gr. CF3, CF3A y similares. Puede ser usado en la soldadura de aceros inoxidable ferríticos y martensíticos entre sí o con aceros de las series 2XX y 3XX, en la unión de aceros al Mn. Las aplicaciones típicas abarcan la construcción de tanques, sistemas, montaje de tuberías para las industrias: química, petroquímica, alimenticia, textil, cervecera etc.

#### OPERACION:

Prepare cuidadosamente la zona de la soldadura, mantenga el arco corto con avance constante y suave, evitando la oscilación del electrodo. En posición vertical, llevar la progresión ascendente con electrodos de diámetro menor o igual a 4.00 mm, para posiciones plana y horizontal pueden usarse diámetros mayores. Se recomienda soldar con el mínimo amperaje posible y eliminar completamente la escoria entre pases.

<b>Composición química:</b>	C: 0.03%	Mn: 0.80%	Si: 0.70%
	Cr: 19.0%	Ni: 10.0%	
<b>Resistencia a la tracción:</b>	620 N/mm <sup>2</sup> (89.6 Ksi).		
<b>Alargamiento (L= 5d):</b>	35%		
<b>Resistencia al impacto:</b>	No requerida por AWS.		

φ (mm)	φ (pulg)	Longitud (mm)	Intensidad (Amp)	Peso/ Paq (Kg)	Peso/Caja (Kg)
2.50	3/32	250	50 - 75	3.5	28
3.25	1/8	350	70 - 100	5	30
4.00	5/32	350	100 - 140	5	30

CUADRO PARA LA SELECCIÓN DEL MATERIAL DEL ELECTRODO SEGÚN EL MATERIAL BASE.

SELECCION DEL MATERIAL DE ELECTRODOS												
Combinación de metal de base	301-302-304-308	304L	310-314(a)	316	316L	317	321-347	405-410-420	430	446(b)	Aceros al Carbono	Aceros al Carbono baja aleación o Cr-Mo
<b>301-302-304-308</b>	308	308	308	308	308	308	308	309	309	310	309	309
<b>304L</b>		308L	308	308	308	308	309	309	309	310	309	309
<b>310-314(a)</b>			310	316	317	308	309	309	309	310	309	309
<b>316</b>				316	316	316	308	309	309	310	309	309
<b>316L</b>					316L	316	316L	309	309	310	309	309
<b>317</b>						317	308	309	309	310	309	309
<b>321-347</b>							347	309	309	310	309	309
<b>405-410-420</b>								410	430 <sup>(c)</sup>	410 <sup>(c)</sup>	410 <sup>(c,d)</sup>	410 <sup>(c)</sup>
<b>430</b>									430	430	430 <sup>(c,d)</sup>	430 <sup>(c)</sup>
<b>446</b>										446	430 <sup>(c,d)</sup>	430 <sup>(c)</sup>

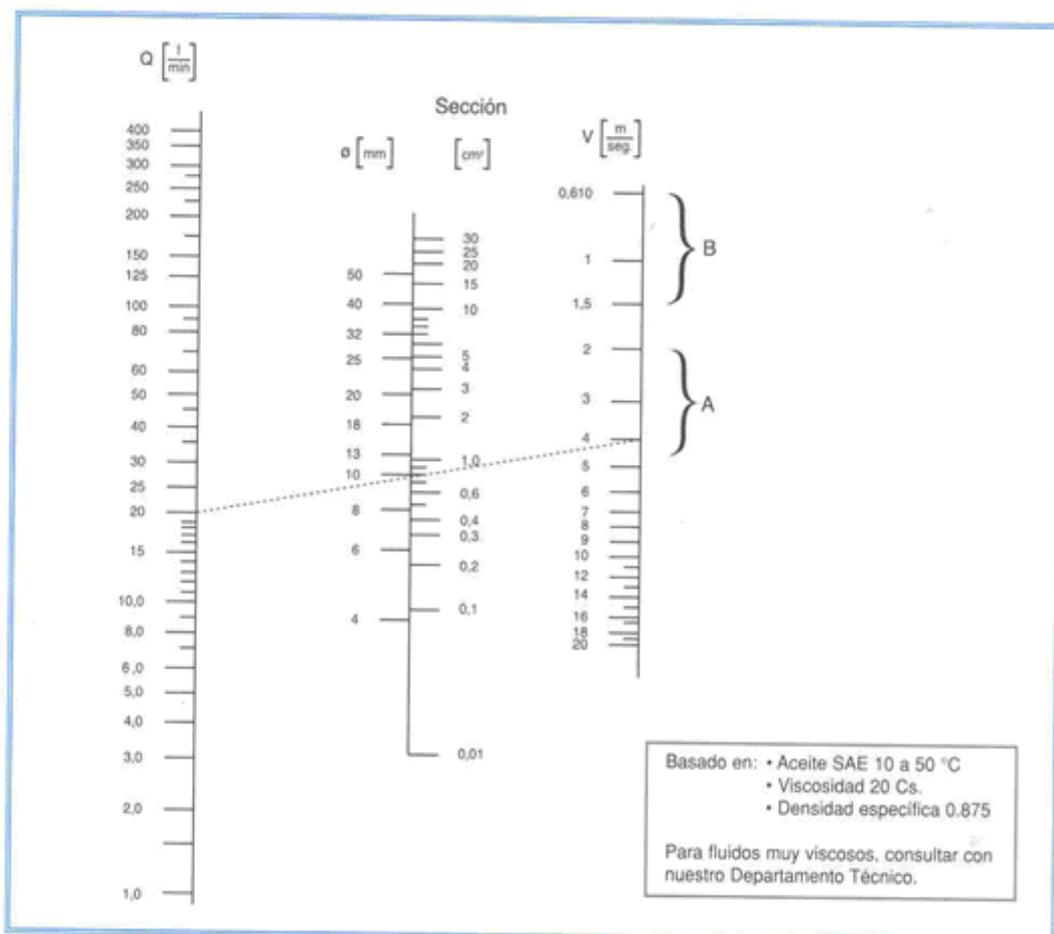
**ANEXO VI**  
**MANGUERAS, VÁLVULAS Y VENTILADORES**  
**CENTRÍFUGOS**

## NOMOGRAMA PARA EL CALCULO DE LOS DIAMETROS

$$\varnothing \text{ [ mm ] } = 4,623 \sqrt{\frac{Q \text{ [ l/min. ] }}{V \text{ [ m/seg ]}}}$$

Para la selección de la manguera hidráulica, los siguientes valores empíricos son los recomendados para adquirir la mínima caída de presión con un razonable diámetro interior de manguera.

	RANGO DE VELOCIDADES RECOMENDADOS
Linea expelente (A)	2 a 4.6 m/seg.
Linea aspirante (B)	0.6 a 1.5 m/seg.



**Ejemplo:** Se requiere un caudal  $Q = 20$  l/min. Determinar la medida de manguera necesaria para que la velocidad sea 4 m/s.

**Solución:** Unase con una línea, el punto correspondiente al valor de caudal requerido con la velocidad deseada. En la intersección con la recta central se obtendrá el valor del diámetro interior de la manguera. En este caso = 10 mm.

## REGULADORES Y MEDIDORES

### Reguladores Baja Presión Gas L.P.

Código	Modelo	Descripción
150	R-1	Sin Accesorios
151	R-1-A	Punta Pol y Tuerca Izquierda
159	R-1-A Bits	Punta Pol y Tuerca Izquierda en Blistar Pack
160	R-1-BP	De dos vías
159	R-1-BP Bits	De dos vías en Blistar Pack
99	R-1-C	Punta Pol y Maneral Tuerca Izquierda
148	R-3	Punta Pol y Maneral Tuerca Izquierda
160	R-3 Bits	Punta Pol y Man. T. Izquierda Blistar Pack
158	R-3-050	Punta Pol y Maneral Manguera 50 Cms.
158	R-3-100	Punta Pol y Maneral Manguera 1 Mts.
154	R-3-200	Punta Pol y Maneral Manguera 2 Mts.
155	R-3-300	Punta Pol y Maneral Manguera 3 Mts.
157	R-3-500	Punta Pol y Maneral Manguera 5 Mts.
160	R-5	Regulador Baja Presión ALTO CONSUMO

Usos: Cilindros portátiles y tanques estacionarios domésticos.



### Medidor Magnético de % de nivel bridados

Código	Modelo	Descripción
--------	--------	-------------

#### Para Tanque Estacionario

259	ME-1-16	Diámetro 16"
261	ME-1-120	Medidor Estacionario 120 Lts. Vertical Especial
258	ME-1-20	Diámetro 20"
278	ME-1-180	Medidor Estacionario 180 Lts. Vertical Especial
005	ME-1-24	Diámetro 24"
301	ME-1-30	Diámetro 30"
283	ME-1-37	Diámetro 37"
017	ME-1-40	Diámetro 40"
018	ME-1-46	Diámetro 46"

#### Para Tanque Carburación

291	MC-1-12	Diámetro 12"
292	MC-1-14	Diámetro 14"
008	MC-1-16	Diámetro 16"
011	MC-1-20	Diámetro 20"
416	MC-1-65	Especial Tanque Tipo H

#### Accesorios

0093	Carátula para Medidor Ingusa
------	------------------------------

01 800 00 29872



### Reguladores Alta Presión Gas L.P.

Código	Descripción
--------	-------------

#### Bajo Consumo

80059	Regulador A.P. R7000-A00 Solo 20 PSI
80058	Regulador A.P. R7000-AZ0 Pol 20 PSI
80057	Regulador A.P. R7000-AZ0 Pol y Man 20 PSI

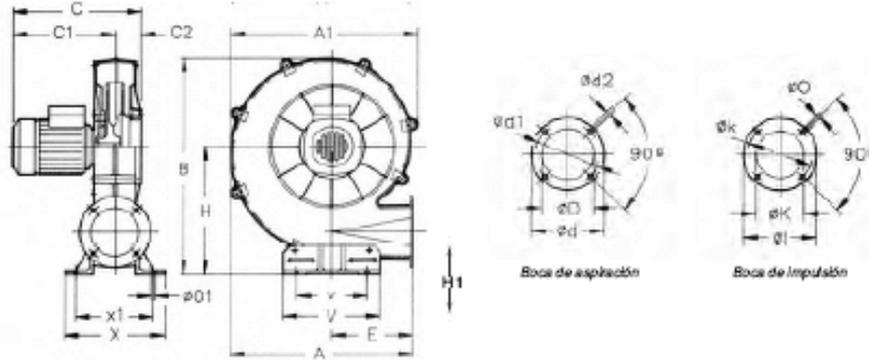
#### Alto Consumo

80029	Regulador A.P. Mod. 2403 "S4" Iusa - H.W.
80031	Regulador A.P. Mod. 2403 "U4" Iusa - H.W.
172102	Manómetro METRON Mod. 51100
80270	Regulador A.P. Comap APZ120 C/Manómetro
80379	Regulador A.P. Comap APZ400 C/Manómetro
80046	Regulador A.P. CMS Mod.1757 C/Manómetro





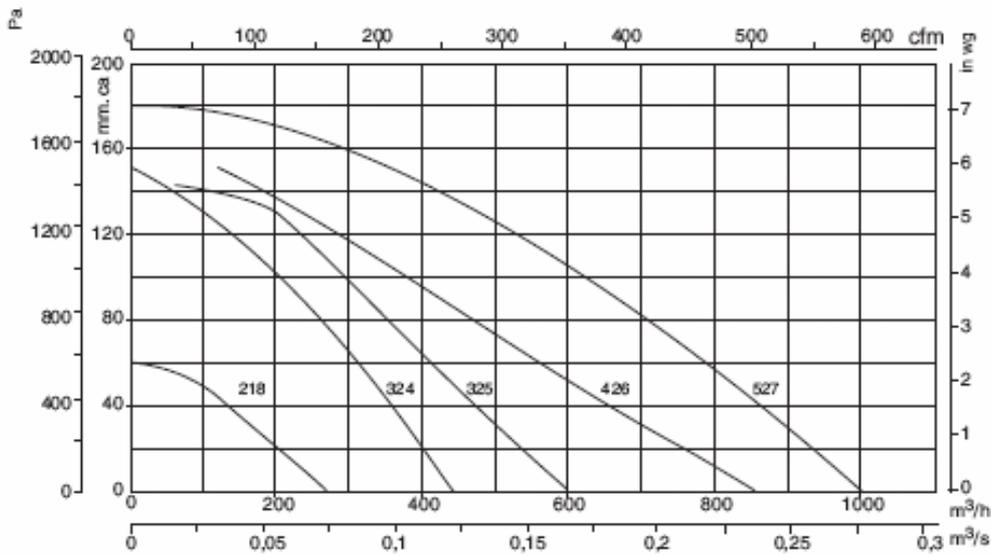
**Dimensiones mm**



Modelo	A	A1	B	C	C1	C2	ØD	Ød	Ød1	Ød2	E	H	H1	ØI	ØK	Øk	O	ØO1	V	v	X	x1
CMA-540	567	580	680	400	330	80	170	240	205	M.10	252	400	270	230	190	190	13	11	300	218	310	240
CMA-545...3	651	646	776	459	344	115	180	255	230	M.10	290	450	309	290	175	220	13	13	350	240	391	291
CMA-545...4	651	646	776	483	368	115	180	255	230	M.10	290	450	309	290	175	220	13	13	350	240	391	291

**Curvas Características**

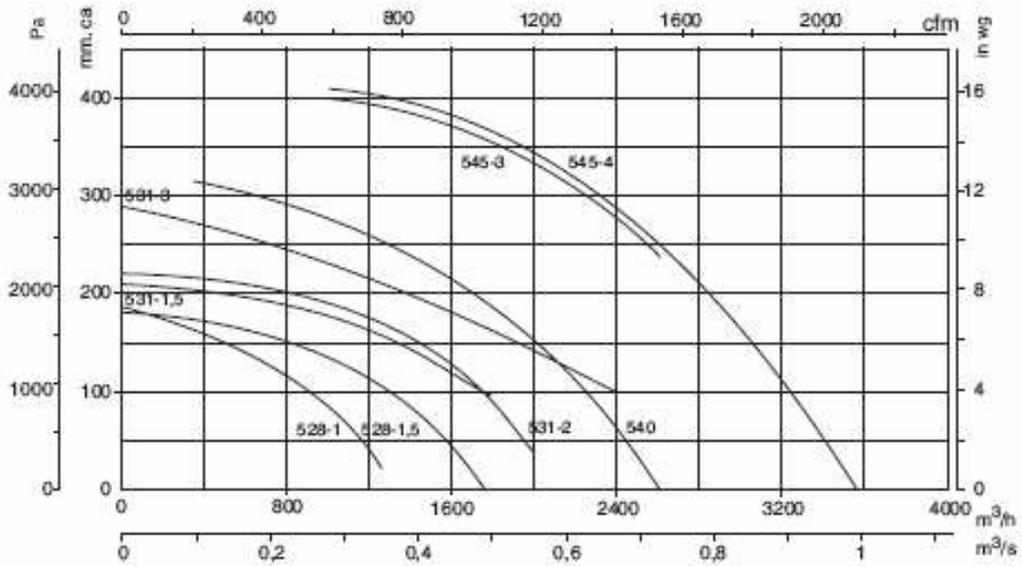
Q = Caudal en m<sup>3</sup>/h y m<sup>3</sup>/s.  
 Pe = Presión estática en mm. c.a. y Pa.





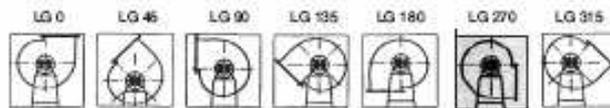
**Curvas Características**

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/h y m<sup>3</sup>/s.  
 Pe = Presión estática en mm. c.a. y Pa.



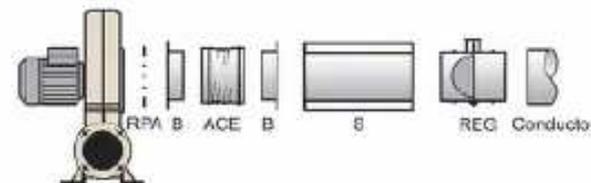
**Orientaciones**

Suministro standard LG 270  
 Posición LG 180 bajo demanda y con medidas de anclaje especiales.



**Accesorios**

Ver apartado accesorios.



**ANEXO VII**  
**PRUEBAS DE CAMPO.**

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

<b>Empresa Verificadora:</b>				
<b>Nombre del Responsable:</b>		Ing. JAIME VARGAS		
<b>Lugar y Fecha de la Verificación:</b>		Provincia de Los Ríos (Ventanas) 24/11/2007		
<b>Condiciones Climáticas</b>	<b>Temperatura:</b>	<b>Presión:</b>	<b>% de Humedad:</b>	<b>Hora:</b>
	24 °C	758 mmHg	75 %	7 h 00

Prueba No. 1	<b>DIMENSIONES PRINCIPALES</b>
--------------	--------------------------------

DIMENSIÓN	Diseño	Prototipo	Aceptación	
			SI	NO
Diámetro Externo	596	596	<input type="checkbox"/>	
Diámetro de la Cámara	390	392	<input type="checkbox"/>	
Diámetro de Carga	50	49	<input type="checkbox"/>	
Diámetro de Descarga	50	49	<input type="checkbox"/>	
Alto	1520	1525	<input type="checkbox"/>	

Prueba No. 2	<b>VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS</b>
--------------	---

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS NORMALIZADOS			
ELEMENTO	Funcionamiento		
	Bueno	Regular	Malo
Venterol	<input type="checkbox"/>		
Válvula	<input type="checkbox"/>		
Mangueras y tuberías	<input type="checkbox"/>		

Prueba No. 3	<b>VERIFICACIÓN DE FUGAS:</b>
--------------	-------------------------------

VERIFICACIÓN DE FUGAS			
ELEMENTO	Funcionamiento		
	Bueno	Regular	Malo
Válvulas	<input type="checkbox"/>		
Tuberías	<input type="checkbox"/>		
Serpentín	<input type="checkbox"/>		
Cámara de envejecimiento	<input type="checkbox"/>		

Firma:

Verificador:     <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Ing. JAIME VARGAS</p> </div>	Diseñadores:     <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="width: 45%;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>BARRAGÁN</p> </div> <div style="width: 45%;"> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>BENALCÁZAR</p> </div> </div>
---	--

Prueba No. 4

**TRABAJO EN VACÍO.**

Tiempo (horas)	Temperatura °C			Flujo de Aire m/s
	Bajo	Medio	Alto	
0	24	24	24	-
3	60	59	59	12
6	89	90	91	12
9	120	120	120	12
12	120	120	120	12
18	24	24	24	18

Prueba No. 5

**TRABAJO CON CARGA.**

Tiempo (horas)	Temperatura °C			Flujo de Aire m/s
	Bajo	Medio	Alto	
0	24	24	24	-
3	59	58	57	12
6	88	88	89	12
9	118	118	119	12
12	120	120	120	12
18	24	24	24	18

Prueba No. 6

**PRUEBA DE COCCIÓN.**

Tiempo (horas)	Cocción °C			Observaciones
	Regular	Bueno	Excelente	
0	<input type="checkbox"/>			Arroz nuevo
3	<input type="checkbox"/>			-
6	<input type="checkbox"/>			-
9		<input type="checkbox"/>		-
12		<input type="checkbox"/>		-
18			<input type="checkbox"/>	Arroz envejecido

Firma:

Verificador:

Diseñadores:

Ing. JAIME VARGAS

BARRAGÁN

BENALCÁZAR

**ANEXO VIII  
PLANOS**