

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“ESTUDIO DE PARÁMETROS DE COMBUSTIÓN EN QUEMADORES
ATMOSFÉRICOS DE GLP PARA ELABORAR MANÍ GARAPIÑADO EN LA
FÁBRICA PIEDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN EL
CONSUMO ENERGÉTICO”

AUTOR:

Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

TUTOR:

Ing. Mg. Santiago Paúl Cabrera Anda

**AMBATO-ECUADOR
2015**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente tesis de grado realizada por el Sr. Santiago Javier Gutiérrez Altamirano, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico se desarrolló bajo mi autoría, es un trabajo personal e inédito y ha sido bajo el tema: “ESTUDIO DE PARÁMETROS DE COMBUSTIÓN EN QUEMADORES ATMOSFÉRICOS DE GLP PARA ELABORAR MANÍ GARAPIÑADO EN LA FÁBRICA PIEDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO”, se ha concluido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Mayo del 2015

Ing. Mg. Santiago Paúl Cabrera Anda
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Yo, Santiago Javier Gutiérrez Altamirano, C.I 180464824-2, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el presente trabajo de graduación elaborado bajo el tema: “ESTUDIO DE PARÁMETROS DE COMBUSTIÓN EN QUEMADORES ATMOSFÉRICOS DE GLP PARA ELABORAR MANÍ GARAPIÑADO EN LA FÁBRICA PIEDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO”, es de mi completa autoría y responsabilidad y fue realizado en el período Febrero – Mayo 2015.

Sr. Santiago Javier Gutiérrez Altamirano
C.I. 1804648242

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico:

A DIOS quien me ha dado la dicha de tener la mejor madre del mundo.

A MI MADRE Mary quien es y ha sido mi máxima inspiración en cada etapa de mi vida, un ser digno de admiración y por quien soy todo lo que ahora soy.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por regalarme su bendición, sus dones de entendimiento y sabiduría, para recibir los conocimientos impartidos por los profesores en las aulas.

A mi madre por brindarme su apoyo tanto moral como económico para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado.

Al Ing. Mg. Santiago Paúl Cabrera Anda quien en calidad de tutor, con su apoyo y conocimientos me ha brindado su ayuda incondicional para culminar con éxito este proyecto de investigación.

A mis maestros de aula que supieron transmitir todos sus conocimientos para la correcta formación como profesional.

MIL GRACIAS!!

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

Portada.....	I
Certificación.....	II
Autoría.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice general.....	VI
Índice de tablas y figuras.....	XII
Simbología.....	XIV
Resumen ejecutivo.....	XVII
Abstract.....	XVIII

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.2.4 Formulación del problema.....	3
1.2.5 Preguntas directrices.....	3
1.2.6 Delimitación del problema.....	3
1.2.6.1 Delimitación temporal.....	3
1.2.6.2 Delimitación espacial.....	3
1.2.6.3 Delimitación de contenido.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos.....	6
2.1.1 Análisis teórico de los parámetros en quemadores atmosféricos de GLP.....	6
2.1.2 Norma NT INEN 2 259:2000.....	6
2.1.3 Definiciones concernientes a los circuitos de gas.....	7
2.2 Fundamentación filosófica.....	7
2.3 Categorías fundamentales.....	8
2.4 Fundamentación teórica.....	8
2.4.1 Sistema térmico abierto.....	8
2.4.1.1 Ecuación de estado para gas ideal.....	9
2.4.1.2 Ley de Boyle.....	9
2.4.1.3 Procesos a volumen constante.....	9
2.4.1.4 Flujo másico y volumétrico para sustancias puras.....	9
2.4.1.5 Balance de masa para procesos de flujo estable.....	9
2.4.1.6 Bombos confiteros.....	9
2.4.1.7 Partes principales de un bombo confitero.....	10
2.4.1.7.1 Quemador.....	10
2.4.2 Combustión y combustible.....	11
2.4.2.1 Combustión.....	11
2.4.2.2 Combustible.....	11
2.4.2.3 G.L.P. (Gas licuado de petróleo).....	11
2.4.2.4 Poder calorífico.....	12
2.4.2.5 Parámetros de combustión.....	12
2.4.3 Los parámetros generales de ahorro de energía en combustión.....	13
2.4.4 Medidas particulares a tomar.....	13
2.4.5 Quemadores atmosféricos.....	13
2.4.6 Evaluación de la temperatura promedio.....	14
2.4.7 Eficiencia térmica para el proceso de calentamiento en el bombo.....	15
2.4.8 Mojabilidad.....	15
2.4.8.1 Descripción del fenómeno.....	16
2.4.8.2 Tipos de superficie.....	17

2.5 Hipótesis.....	18
2.6 Variables de estudio.....	18
2.6.1 Variable dependiente.....	18
2.6.2 Variable independiente.....	18

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación.....	19
3.1.1. Experimental.....	19
3.2 Nivel o tipo de investigación.....	19
3.2.1 Nivel.....	19
3.2.2 Tipo.....	20
3.3 Población y muestra.....	21
3.3.1 Población o universo.....	21
3.3.2 Muestra.....	21
3.4 Operacionalización de las variables.....	22
3.4.1 Variable independiente.....	22
3.4.2 Variable dependiente.....	23
3.5 Plan de recolección de información.....	24
3.5.1 Instrumentos de medición.....	25
3.5.1.1 Manómetro.....	25
3.5.1.2 Medidor volumétrico de GLP.....	26
3.5.1.3 Cronómetro.....	26
3.5.1.4 Reguladores de presión gas.....	27
3.6 Plan de procesamiento de la información.....	28

CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados.....	29
4.1.1 Análisis de variación de presión de GLP en el quemador.....	29
4.1.2 Análisis de variación de presión de GLP y de caudal de GLP.....	31
4.2 Interpretación de datos.....	32
4.3 Verificación de la hipótesis.....	35

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	38
5.2 Recomendaciones.....	39

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

6.1 Datos informativos.....	40
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	41
6.3 Justificación.....	41
6.4 Objetivos.....	41
6.5 Análisis de factibilidad.....	42
6.5.1 Análisis técnico.....	42
6.5.2 Análisis económico.....	42
6.6 Fundamentación.....	44
6.6.1 Dimensionamiento del bombo.....	44
6.6.1.1 Determinación de la capacidad máxima del bombo.....	44
6.6.2 Diagrama de temperatura vs. Tiempo para el calentamiento del agua.....	45
6.6.3 Determinación de las pérdidas de calor en el bombo confitero.....	46
6.6.3.1 Determinación del calor cedido.....	46
6.6.3.1.1 Determinación del calor aprovechado.....	48
6.6.4 Selección del quemador de gas de baja presión.....	51
6.6.5 Cálculo de la nt para el proceso de calentamiento en el bombo.....	51
6.6.6 Selección del sistema de transmisión de potencia mecánica.....	52
6.6.6.1 Cálculo de la velocidad angular del bombo confitero.....	52
6.6.6.2 Selección del motor.....	54
6.6.6.2.1 Momentos de inercia.....	54
6.6.6.2.2 Masa total.....	54
6.6.6.2.3 Cálculo de la fuerza de garapiñado.....	55
6.6.6.2.4 Torque del motor.....	55
6.6.6.2.5 Potencia del motor.....	56
6.6.7 Análisis del consumo mensual de GLP industrial.....	56
6.7 Metodología. Modelo operativo.....	57

6.8 Administración.....	58
6.9 Previsión de la evaluación.....	58
6.9.1 Guía de operación.....	58
6.9.2 Programa de mantenimiento.....	59

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	62
Anexo 1. Ensayo N°1.....	63
Anexo 2. Ensayo N°2.....	64
Anexo 3. Ensayo N°3.....	65
Anexo 4. Ensayo N°4.....	66
Anexo 5. Ensayo N°5.....	67
Anexo 6. Ensayo N°6.....	68
Anexo 7. Ensayo N°7.....	69
Anexo 8. Ensayo N°8.....	70
Anexo 9. Ensayo N°9.....	71
Anexo 10. Ensayo N°10.....	72
Anexo 11. Ensayo N°11.....	73
Anexo 12. Ensayo N°12.....	74
Anexo 13. Propiedades del aire a la presión atmosférica.....	75
Anexo 14. Propiedades de la atmósfera a gran altitud.....	76
Anexo 15. Tabla de presiones para el agua saturada.....	77
Anexo 16. Propiedades de los metales.....	78
Anexo 17. Datos térmicos relacionados con los alimentos.....	79
Anexo 18. Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes.....	80
Anexo 19. Propiedades térmicas del agua sobrecalentada.....	81
Anexo 20. Emisividades de algunos metales.....	82
Anexo 21. Quemadores de anillos.....	83
Anexo 22. Precios de derivados de petróleo en los terminales de EP PETROECUADOR a las comercializadoras.....	84

Anexo 23. Especificaciones técnicas del acero estructural ASTM A 36 SAE 1008.....	85
Anexo 24. Grupos adimensionales utilizados en la transferencia de calor.....	86
Anexo 25. Válvula reguladora de baja presión.....	87
Anexo 26. Condiciones generales de los materiales en contacto con los alimentos, distintos de los poliméricos.....	88
Anexo 27. Planos.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO II

Marco Teórico

Fig. 2.1 Partes principales de un bombo confitero.....	10
Fig. 2.2: Curvas de funcionamiento de quemadores atmosféricos.....	14
Fig. 2.3: Gota de agua sobre una superficie ideal.....	15

CAPÍTULO III

Metodología

Fig. 3.1: Características de la máquina actual.....	24
Fig. 3.2: Manómetro.....	26
Fig. 3.3: Medidor volumétrico de GLP.....	26
Fig. 3.4: Cronómetro.....	27
Fig. 3.5: Reguladores de alta y baja presión de gas.....	27

CAPÍTULO IV

Análisis e Interpretación de Resultados

Gráfica 4-1: Consumo Energético vs. Presión de GLP (tres y dos anillos).....	32
Gráfica 4-2: Consumo de GLP/h vs Presión de salida (tres y dos anillos).....	33
Gráfica 4-3: Temperatura vs. Tiempo de proceso (tres y dos anillos).....	34

CAPÍTULO VI

Propuesta

Fig. 6.1: Temperatura vs tiempo para el calentamiento del agua.....	45
Fig. 6.2: Distribución de temperaturas para la chapa de latón.....	46
Fig. 6.3: Modelo de quemador atmosférico de tres anillos.....	51
Fig. 6.4: Diagrama de transmisión por bandas.....	52
Fig. 6.5: Inercia total I_T	54

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Marco Teórico

Tabla 2.1: Condiciones de referencia para ensayos	7
Tabla 2.2: Propiedades del G.L.P. a 15.06 °C.....	12
Tabla 2.3: Tabla donde se exponen los diferentes ángulos de contacto y sus correspondientes interacciones sólido/líquido y líquido/líquido.....	17

CAPÍTULO III

Metodología

Tabla 3.1: Pruebas sobre el bombo confitero semi-industrial.....	21
Tabla 3.2: Operacionalización (Variable independiente).....	22
Tabla 3.3: Operacionalización (Variable dependiente).....	23

CAPÍTULO IV

Análisis e Interpretación de Resultados

Tabla 4.1: Bombo confitero, tres anillos en el quemador.....	30
Tabla 4.2: Bombo confitero, dos anillos en el quemador.....	31
Tabla 4.3: Consumos energéticos.....	36

CAPÍTULO VI

Propuesta

Tabla 6.1: Costo de recursos humanos.....	42
Tabla 6.2: Costo de recursos materiales.....	42
Tabla 6.3: Costo de materiales para el equipo confitero.....	43
Tabla 6.4: Costo de recursos totales.....	43
Tabla 6.5: Ahorro en comparación al consumo actual.....	57
Tabla 6.6: Características físicas del bombo confitero.....	57

SIMBOLOGÍA

A: Área total de la superficie que transfiere calor [m^2]

α : Aceleración angular [rad/s^2]

θ : Ángulo de contacto [grados]

c_p : Calor específico a presión constante [$\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{K}}$]

h : Coeficiente de transferencia de calor [$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$]

k : Conductividad térmica [$\text{W/m } ^\circ\text{C}$]

d : Diámetro [m]

ε : Emisividad

h_{fg} : Entalpía [kJ/kg]

F : Fuerza [N.m]

I : Inercia [$\text{kg } m^2$]

I_T : Inercia total [$\text{kg } m^2$]

$m_{\text{latón}}$: Masa del latón [kg]

$m_{\text{maní}}$: Masa del maní [kg]

m_{agua} : Masa de agua [kg]

m : Masa [kg]

\dot{m} : Flujo másico [$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$]

N_u : Número de Nusselt [Adimensional]

η : Eficiencia [%]

P : Potencia [hp]

P_{atm} : Presión atmosférica [kPa]

P : Presión [kPa]

Pr : Número de Prandtl [Adimensional]

$q_{latón}$: Calor absorbido por el latón [W]

$q_{maní}$: Calor absorbido por el maní [W]

q_{fg} : Calor latente de vaporización [kW]

q_{rad} : Calor de perdido por radiación [W]

Q_{entra} : Calor que entra al latón [kW]

Q_{sale} : Calor que sale del latón [kW]

Q_{aprov} : Calor aprovechado del latón [kW]

Q : Calor total transferido [W]

R : Constante de gas [$\frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ K}$]

Re_d : Número de Reynolds [Adimensional]

r : radio [m]

r_{masa} : Radio de giro de masa [m]

r_{torque} : Radio de giro de torque [m]

T : Temperatura [$^\circ C$]

T_{b2} : Temperatura a la entrada [$^\circ K$]

T_{b1} : Temperatura a la salida [$^\circ K$]

T_p : Temperatura de la pared [$^\circ C$]

T_b : Temperatura promedio en una posición x particular [$^\circ C$]

$T1$: Temperatura en la superficie externa del latón [$^\circ C$]

$T2$: Temperatura en la superficie interna del latón [$^\circ C$]

T_{prom} : Temperatura promedio [$^\circ C$]

T_s : Temperatura de la mezcla garapiñada [$^\circ C$]

T_∞ : Temperatura ambiente [$^\circ C$]

ΔT : Variación de temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

Δt : Variación de tiempo [h]

T : Torque [Nm]

V : Volumen [m^3]

V_{total} : Volumen total del bombo [m^3]

$V_{\acute{u}til}$: Volumen útil del bombo [m^3]

ν : Viscosidad cinemática [m^2/s]

V_t : Velocidad tangencial [m/s]

ω : Velocidad angular [rad/s]

σ : Constante de Stefan - Boltzmann

m_T : Masa total [kg]

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene por finalidad analizar el efecto de los parámetros de combustión en quemadores atmosféricos sobre el consumo energético, mediante la variación de los mismos, para determinar las propiedades óptimas que debe cumplir el maní garapiñado.

La investigación es del tipo experimental y exploratoria; dentro de la misma se realizaron ensayos experimentales de variación de presión y de número de anillos del quemador. Los resultados recopilados se encuentran en tablas entre los que podemos mencionar, consumo energético vs. tiempo del proceso, consumo de GLP/h vs. presión de GLP, temperatura de caramelización vs tiempo del proceso. Todas éstas representadas gráficamente con puntos de dispersión entre todos los parámetros de estudio, lo que nos dio a concluir que para 2 psi de presión y con dos anillos abiertos del quemador seleccionado, el maní tuvo el mejor grado de aceptación y con bajo coste de producción.

Finalmente en el capítulo seis se propone el análisis térmico del bombo confitero para lograr llevar a cabo nuestro estudio.

ABSTRACT

This project aims to analyze the effect of combustion parameters in atmospheric burners on energy consumption, by varying them, to determine the optimal properties to be met candied peanuts.

The research is experimental and exploratory type; within the same experimental test pressure change and the number of burner rings were performed. The results are compiled in tables among which we can mention, energy consumption vs. process time, consumption of GPG/h vs. GLP pressure, temperature vs time process. All these plotted with points spread across all study parameters, which gave us to conclude that for 2 psi pressure and two open rings selected burner, peanuts had the best acceptability and low cost of production.

Finally, in chapter six the thermal analysis hype is proposed to achieve conduct our study.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“ESTUDIO DE PARÁMETROS DE COMBUSTIÓN EN QUEMADORES ATMOSFÉRICOS DE GLP PARA ELABORAR MANÍ GARAPIÑADO EN LA FÁBRICA PIEDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización del problema

La realización del presente proyecto surge con las necesidades conocidas a nivel mundial, como el cambio climático, la contaminación, el calentamiento global y el uso excesivo de las fuentes de energía no convencionales como la utilización de petróleo, la electricidad etc.

En el Ecuador la industria confitera es un importante sector para el desarrollo económico del país, la creación de grandes y pequeñas empresas para la producción de confites ha sido un importante generador de mano de obra y desarrollo empresarial a nivel nacional.

La tecnología necesaria para la fabricación de confites, es un factor que ha hecho que la pérdida de energía en este proceso sea un principal factor en cuanto a los beneficios económicos bajos que una máquina los quiere, y por consiguiente sea un importante problema, si lo podemos llamar así.

En la provincia de Tungurahua actualmente existe un considerable número de fabricantes de confites, como sucede a nivel nacional, tampoco cuentan con la tecnología adecuada para esa producción, debido a la falta de conocimientos en cuanto al aprovechamiento energético. En la actualidad en la provincia existe un importante problema en el

aprovechamiento de energía, debido a la falta de implementación de maquinaria que facilite el trabajo, ya que este proceso es realizado manualmente en casi la totalidad de las pequeñas y medianas industrias dedicadas a la fabricación confites.

En nuestra ciudad de Ambato, por ende en nuestra universidad se ha seguido estudiando los modos de transferencia de calor para minimizar las pérdidas de calor.

1.2.2 Análisis crítico

El presente proyecto está orientado a facilitar la apertura de nuevas fuentes de investigación.

Los grandes países productores y comercializadores de confites han optado por el desarrollo de nuevos modelos. Los métodos de manufactura difieren en detalle de planta a planta, pero se identifica un patrón de comportamiento. Para el proceso industrial se requiere grano de maní sometido a un proceso de beneficio y un chocolate en polvo con buena presentación, con calidad y un alto precio en el mercado.

La energía obtenida del GLP puede ser aprovechada de mejor manera, ya que se investigará de qué manera se podrá obtener un mejor consumo energético variando la presión suministrada del quemador atmosférico, el número de anillos del quemador de GLP con lo cual se logrará que la combustión de GLP no sea incompleta y se aproveche de mejor manera la energía disponible.

Finalmente se pondrá de manifiesto ciertas consideraciones en cuanto a relaciones de trabajo y funcionamiento, orientadas a brindar una herramienta de trabajo útil para quienes utilicen y controlen el equipo, contando también con un alto rango de efectividad en cuanto a los resultados obtenidos.

1.2.3 Prognosis

El desarrollo de esta investigación es muy necesaria, debido a que en la actualidad la fábrica “Piedad” elabora maní garapiñado con un consumo de energía de GLP elevado, el cuál es suministrado por un quemador convencional que trabaja a la presión del tanque (80 psi), éste quemador está ubicado en la parte baja de la cubeta confitera. El análisis se realizará por medio de un estudio específico sobre los parámetros de combustión en quemadores atmosféricos de GLP, con el fin de disminuir el consumo energético para aprovechar al máximo e incluso mejorar el suministro de energía, haciendo del consumo

energético de este bombo confitero ser más eficiente. Por lo cual es muy importante su desarrollo, ya que al no realizarse, no se podrá comprobar la buena aplicación de parámetros de quemadores sobre el bombo confitero, que posteriormente ayudará al mejoramiento y aplicación de los mismos.

1.2.4 Formulación del problema

El estudio de los parámetros de combustión en quemadores atmosféricos de GLP para elaborar maní garapiñado en la Fábrica Piedad de la ciudad de Ambato es necesario para disminuir el consumo energético, ya que el consumo energético en el sector residencial tiene una tendencia de crecimiento, por eso se trata de diseñar estrategias que permitan ahorrar energía y por ende gastos innecesarios del usuario.

1.2.5 Preguntas directrices

- ¿Cuáles son los parámetros de combustión adecuados para elaborar maní garapiñado?
- ¿Qué criterios deben evaluarse para producir maní garapiñado en un menor tiempo?
- ¿Cómo se evaluará el ahorro energético en la elaboración del maní garapiñado?
- ¿Se podrá determinar el consumo energético en un quemador atmosférico?

1.2.6 Delimitación del problema

1.2.6.1 Delimitación temporal

La presente investigación se realizará en los meses comprendidos entre Febrero del 2015 hasta Mayo del 2015.

1.2.6.2 Delimitación espacial

La presente investigación se realizará en Ecuador, provincia de Tungurahua, cantón Ambato. También tendrá estudios bibliográficos que se realizará en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y de igual forma en la Fábrica Piedad (Cristóbal Colón y Bolivariana; RUC. 1802535383001 mpiedad20@yahoo.com)

1.2.6.3 Delimitación de contenido

Las materias necesarias para el análisis del tema de investigación son las siguientes: Transferencia de Calor, Termodinámica, Mecánica de Fluidos, Diseño de Elementos Mecánicos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La generación de energía implica la realización de un trabajo y una vez generada podría ser transformada en otra forma de energía o bien ser invertida de nuevo en la realización de un determinado trabajo. Ahora bien en todas estas transformaciones siempre hay una cierta cantidad de energía que se pierde, generalmente en forma de calor, y no puede ser recuperada (rozamiento, fricción, deformación, etc.). Esto nos lleva al concepto de rendimiento o porcentaje efectivo de utilización de la energía, concepto que siempre debemos de tener en cuenta a la hora de valorar la eficacia de un determinado proceso de generación de energía.

Con la realización de este tema de investigación se podrá tener un concepto más estricto acerca del rendimiento o porcentaje efectivo de utilización de la energía, concepto que siempre debemos de tener en cuenta a la hora de valorar la eficacia de un determinado proceso de generación de energía y por ende, llegar a disminuir el consumo energético.

Por otra parte, con este estudio podemos concientizar a las personas, sobre un modelo de calentamiento más eficiente; mediante la variación, comparación, selección, regulación y adaptación de los parámetros más adecuados de presión y caudal de GLP para la generación de energía necesaria para elaborar maní garapiñado. (CENGEL, Y. 2011)

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Analizar la incidencia de los parámetros de combustión y su efecto sobre el consumo energético.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer los parámetros de combustión adecuados para elaborar maní garapiñado.
- Determinar los criterios para elaborar maní garapiñado en un menor tiempo.
- Evaluar el consumo energético en la elaboración de maní garapiñado.
- Determinar el consumo energético en un quemador atmosférico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Para el presente estudio se ha tomado como referencia:

2.1.1 Análisis teórico de los parámetros en quemadores atmosféricos de GLP

El análisis de combustión en quemadores de GLP. El comportamiento del calor disponible, la eficiencia de combustión y las emisiones contaminantes, es evaluado en función del exceso de aire y la temperatura de los gases de combustión. Se calcula el valor de la temperatura máxima de productos y su relación con el exceso y el precalentamiento del aire. Se establecen consideraciones energéticas y ambientales para el perfeccionamiento de la operación de quemadores industriales. (BECCO, J. L. 1990)

2.1.2 Norma NT INEN 2 259:2000

El estudio de parámetros en quemadores atmosféricos de GLP para la cocción de cualquier tipo de alimento se rige a las condiciones de suministro de gas al quemador, cumpliendo condiciones adecuadas de:

- Presión
- Temperatura
- Exceso de aire

Tabla 2.1: Condiciones de referencia para ensayos

<i>Condiciones de referencia para ensayos</i> (A no ser que en las normas particulares se indique lo contrario, las condiciones de referencia para los ensayos de laboratorio son las siguientes:)	
Temperatura del gas a la entrada del artefacto	15°C
Temperatura ambiente	20°C
Presión atmosférica	101,32 kPa

Fuente: INEN, Norma NT INEN 2 259:2000, Editada por Inen, Quito, 2000, pág. 5

2.1.3 Definiciones concernientes a los circuitos de gas

Las condiciones locales de laboratorio se deben ajustar a las condiciones de referencia mediante los correspondientes factores de corrección.

Regulador de flujo de gas o elemento de regulación. Elemento que permite, al instalador del artefacto, ajustar el índice de flujo de gas al quemador a un valor predeterminado de acuerdo con las condiciones del suministro. La regulación puede ser continua (ajustando los elementos de regulación), o discontinua (cambiando los orificios calibrados, es decir el Número de anillos)

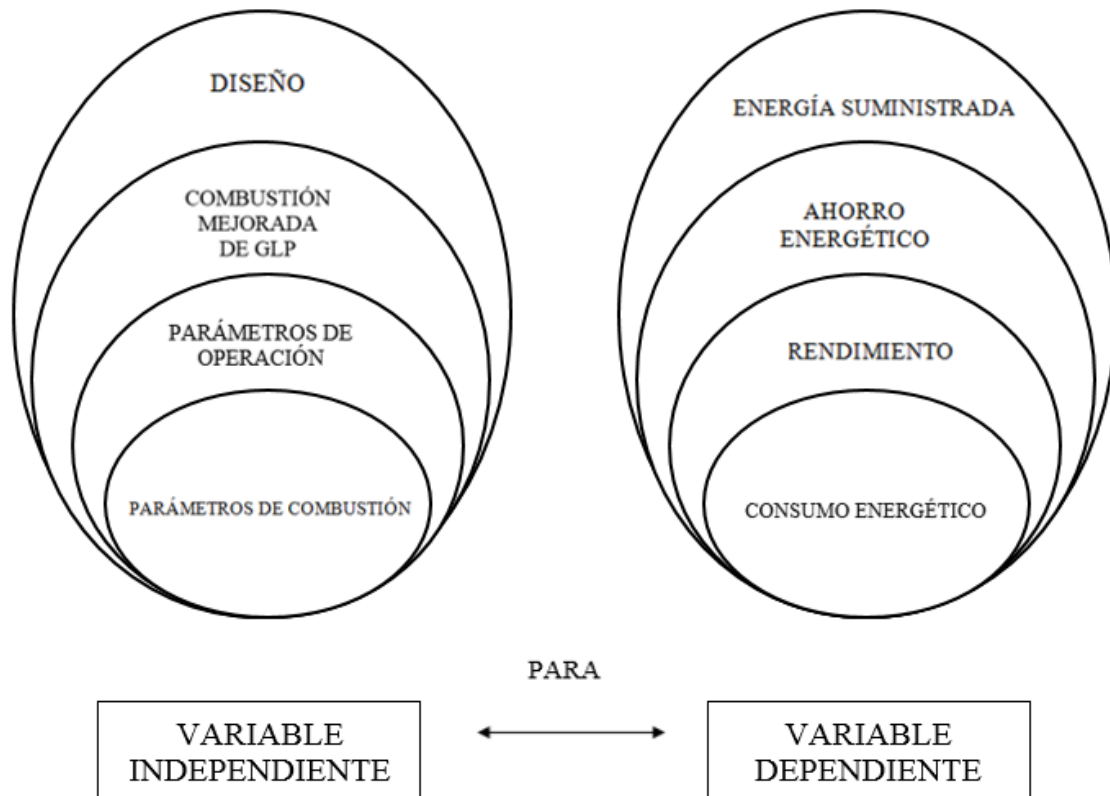
Regulador de presión. Dispositivo que permite tener a su salida una presión suficientemente constante cuando la presión a la entrada es variable.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El estudio de parámetros en quemadores atmosféricos de GLP para elaborar maní garapiñado, ayudaría a que pequeños empresarios produzcan confites, incrementando sus ganancias, aprovechando al máximo los recursos energéticos, para así disminuir las pérdidas de energía, y por ende eliminar gastos innecesarios.

Con el empleo de este tipo de estudio se aprovechará la energía proporcionada hacia el bombo confitero, obteniendo ganancias económicas.

2.3 RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.4.1 Sistema térmico abierto

Aquel en el cual existe cierta masa que cruza las fronteras del sistema así: análisis térmico de un bombo para garapiñar (Fig. 2.1). Esto requiere especificar el *volumen de control* que rodeo a dicho equipo.

Es decir, un sistema se define cuando se trata de una cantidad fija de masa (GLP), mientras que se especifica un volumen de control, cuando existe flujo de masa.

Las fronteras de un volumen de control se llaman superficies de control.

2.4.1.1 Ecuación de estado para gas ideal

Para vapor con densidad relativamente baja (normalmente presiones bajas o muy altas), su presión, volumen y temperatura se relacionan así:

$$P * V = m * R * T \quad (\text{Ec.2.1})$$

Donde R es la constante correspondiente a cada gas.

2.4.1.2 Ley de Boyle

En procesos a temperatura constante, el volumen que ocupa una masa de gas será inversamente proporcional a la presión a la cual se lo somete.

2.4.1.3 Procesos a volumen constante

La presión a la cual está sometida una masa de gas será directamente proporcional a su temperatura absoluta.

2.4.1.4 Flujo másico y volumétrico para sustancias puras

El flujo másico a través del área de la sección transversal de un tubo o ducto, puede obtenerse por la integración del producto de la densidad por la velocidad y por el diferencial del área.

2.4.1.5 Balance de masa para procesos de flujo estable

La transferencia neta de masa hacia o desde un volumen de control definido durante cierto intervalo de tiempo, es igual al cambio neto en la masa total dentro de dicho volumen de control.

2.4.1.6 BOMBOS CONFITEROS

Máquinas grajeadoras diseñadas para la producción de productos recubiertos: confites, maní achocolatado, maní japonés, mentitas, fármacos grajeados, etc. Provistas de Pailas (bombos) de cobre, o de aleaciones del mismo repujados a torno.

La construcción en aluminio permite una excelente conducción del calor (calentamiento, distribución y disipación rápidos) aventajando en esto ampliamente al acero inoxidable y equiparándose al cobre y sus aleaciones. Debe sumarse a esto, que su costo resulta sensiblemente inferior al de esos otros materiales y permite equipos más livianos y de menor consumo energético. (GROSO, A. 1964)

2.4.1.7 Partes principales de un bombo confitero

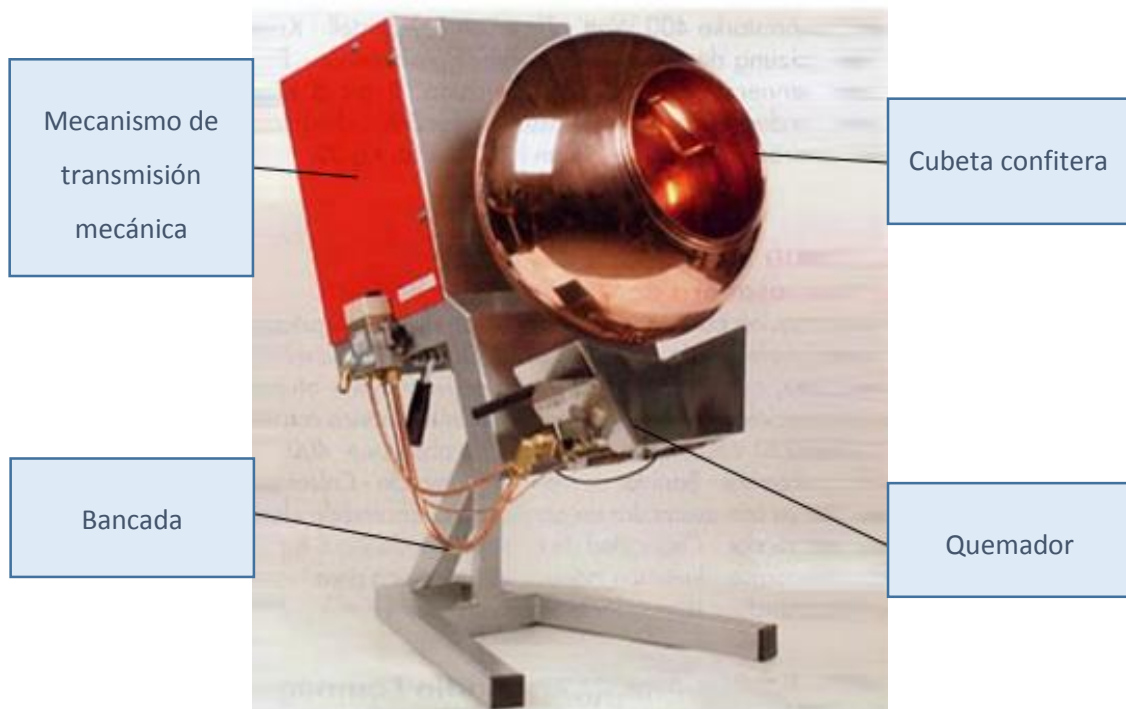


Fig. 2.1 Partes principales de un bombo confitero

Fuente: (EDWARDS, W. 2011)

2.4.1.7.1 Quemador

Es en el cual se realiza el proceso de combustión.

Actualmente, los quemadores cumplen cinco funciones diferentes:

- Enviar el combustible a la zona de combustión.
- Suministrar la cantidad correcta de aire para la correcta combustión.
- Mezcla aire-combustible.
- Encienden la mezcla.
- Remover los productos de combustión.

Las varias formas de cumplir estas funciones, están de acuerdo a la variedad de diseños y operaciones de los quemadores.

2.4.2 Combustión y combustible

2.4.2.1 Combustión

La combustión es una reacción química que consiste en la oxidación violenta de un elemento con desprendimiento de calor y, generalmente, llamas. Intervienen en la misma el combustible y el oxígeno como comburente. (CENGEL, Y. A. 2011)

2.4.2.2 Combustible

Cualquier material que puede quemarse para liberar energía recibe el nombre de combustible, los cuales se encuentran formados por carbono e hidrógeno a los que se denomina combustibles hidrocarburos existen en todas las fases, y algunos son el carbón, la gasolina y el gas natural. Los combustibles son sustancias que al combinarse con el oxígeno producen un gran desprendimiento de calor.

2.4.2.3 G.L.P. (Gas licuado de petróleo)

Es un hidrocarburo, derivado del Petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de otro derivado denominado gasolina. Se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante *compresión* y *enfriamiento* simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener un litro de gas líquido.

El GLP es una mezcla de propano y propileno en un 56% y butano y butileno en un 44%, es un hidrocarburo que a temperatura ordinaria y presión atmosférica se encuentran en estado gaseoso. (BECCO, J. L. 1990)

Tabla 2.2: Propiedades del G.L.P. a 15.06 °C

	PROPANO	BUTANO	MEZCLA
Fórmula	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	
Punto inicial de ebullición (°C)	-42	-1	-42
Gravedad específica del líquido (kg/litro)	0,504	0,582	0,519
Peso por metro cúbico de líquido (Kg.)	504	582	519
Calor específico del líquido (kj/kg)	1,464	1,276	1,426
Metros cúbicos de vapor por litro	0,271	0,235	0,264
Metros cúbicos de vapor por kilogramo	0,539	0,410	0,513
Gravedad específica de vapor (aire = 1,0)	1,50	2,01	1,60
Temperatura de ignición en aire	439-549	482-538	482-519
Temperatura máxima de llama en aire °C	1980	2008	2000
Límites de flamabilidad en aire, % de vapor en mezcla de gas -aire			
a) Bajo	2,15	1,55	1,55
b) Alto	9,60	8,60	9,60
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición (kj/kg)	428	388	426

Fuente: INEN, Norma NT INEN 2 259:2000, Editada por Inen, Quito, 2000, pág. 8

2.4.2.4 Poder calorífico

La energía calorífica liberada por un combustible al quemarse, es tanto mayor cuanto mayor sea su poder calorífico.

El poder calorífico de un combustible es la cantidad de calor contenida o que se puede obtener de la unidad de masa o volumen de un combustible. El poder calorífico superior para el GLP es de 11867 Kcal/kg.

2.4.2.5 Parámetros de la combustión

Si queremos aprovechar toda la energía de un combustible, es necesario que la combustión se realice en las mejores condiciones posibles.

Para aprovechar bien la energía que se desprende en la reacción de oxidación de los elementos combustibles es necesario que se realice en las mejores condiciones posibles. Para ellos deberemos hacer que todo el carbono se transforme en CO₂, que no haya inquemados sólidos o gaseosos, que no haya pérdidas de calor por la formación de inquemados, que el aire sea bien empleado en todo el proceso de combustión. Cumpliendo todo estos requisitos tendríamos la combustión completa. (CENGEL, Y. A. 2011)

El bombo en este proceso es fundamental para la buena marcha del mismo; en general, todos los equipos empleados en la combustión van a ser importantes para la buena marcha del mismo.

2.4.3 Los parámetros generales de ahorro de energía en combustión.

La conservación de energía en la combustión se puede abordar con las características de diseño del equipo.

- **Parámetros de diseño**

Condiciones quemador: Presión de inyección y caudal de GLP.

Condiciones de atomización: Cambio de válvulas

Estas son opciones para mejorar la combustión, es un análisis de costo/beneficio lo que da la decisión.

2.4.4 Medidas particulares a tomar

- Disminuir las pérdidas de calor.
- Mantener los parámetros de presión, caudal y tiempos de operación en los valores recomendados.

2.4.5 Quemadores atmosféricos

En este tipo de quemadores, el gas se quema directamente con el aire a presión atmosférica, son los clásicos en las calderas domésticas están constituidos por:

- *Mezclador de gas y aire*, en el que la energía cinética del chorro de gas al pasar por un Venturi, aspira el aire ambiente, formando una mezcla inflamable o premezcla.
- *Cabeza de quemador*, donde se aporta el aire restante llamado también aire secundario, necesario para la combustión estable.

Los quemadores industriales, pueden no usar válvulas reguladoras de presión del gas, sino las llamadas de "válvulas de ataque rápido" o "industriales" es estos casos, la presión es regulada cuando el operador manipula la manija del quemador.

2.4.6 Evaluación de la temperatura promedio

En primer lugar, se va a hacer mayor énfasis en el concepto de temperatura promedio que es importante en todos los problemas de transferencia de calor en corrientes.

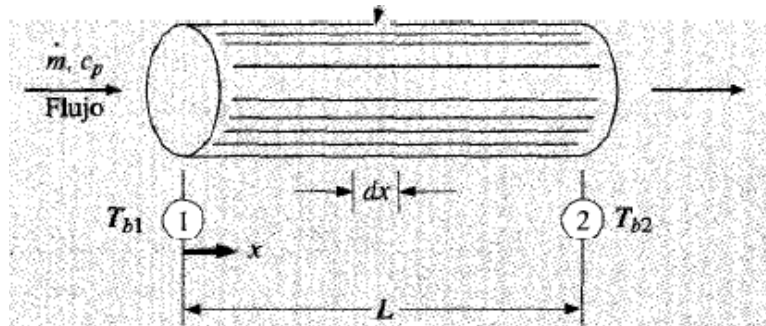


Fig. 2.2: Curvas de funcionamiento de quemadores atmosféricos

Fuente: TRANSFERENCIA DE CALOR Holman, J., pág. 195

La temperatura promedio representa la energía media o las condiciones de la «capa de mezcla». Por tanto, en el tubo dibujado en la Figura 2.2 la energía total aportada puede expresarse en función de la diferencia de temperaturas promedio mediante la ecuación 2.2.

$$q = \dot{m} c_p (T_{b2} - T_{b1}) \quad (\text{Ec.2.2})$$

Siempre que el c_p sea razonablemente constante a lo largo del bomo confitero.

El calor total transferido puede expresarse mediante la ecuación de 2.3.

$$Q = h A (T_p - T_b) \quad (\text{Ec.2.3})$$

Donde T_p y T_b son las temperaturas de la pared y promedio en una posición x particular, A es al área total de la superficie que transfiere calor. Puesto que ambos T_p y T_b pueden variar a lo largo del bomo, debe adoptarse la forma adecuada de realizar el promedio para utilizar la Ec.2.3.

Una expresión clásica para el cálculo de la transferencia de calor en flujo turbulento completamente desarrollado es Ec.2.4. (HOLMAN, J. 1998)

$$N_u = 0.023 Re_d^{0,8} Pr^n \quad (\text{Ec.2.4})$$

Las propiedades que aparecen en esta ecuación se evalúan con el valor medio de la temperatura promedio de la de la mezcla garapiñada, y el exponente n tiene los valores siguientes:

$$n = \begin{cases} 0,4 & \text{para calentar el fluido} \\ 0,3 & \text{para enfriar el fluido} \end{cases}$$

2.4.7 Eficiencia térmica para el proceso de calentamiento en el bombo

El cálculo de la eficiencia térmica para el proceso de calentamiento en el bombo nos da a entender como el porcentaje que el bombo nos puede ofrecer en función del calor aprovechado y el calor que entra al bombo, que se evalúan mediante las cargas térmicas del proceso de calentamiento a analizar. La eficiencia ya mencionada se evalúa mediante la ecuación 2.5.

$$nt = \frac{Q_{aprov}}{Q_{entra}} \quad (\text{Ec.2.5})$$

2.4.8 Mojabilidad

La mojabilidad es la capacidad que tiene un líquido de extenderse y dejar una traza sobre un sólido. Depende de las interacciones intermoleculares entre las moléculas superficiales de ambas sustancias. Se puede determinar a partir del ángulo que el líquido forma en la superficie de contacto con el sólido, denominado ángulo de contacto; a menor ángulo de contacto, mayor mojabilidad. (DUXBURY, D. 2004)

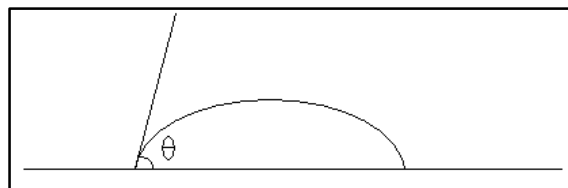


Fig. 2.3: Gota de agua sobre una superficie ideal. El ángulo de contacto θ determina la mojabilidad del líquido.

Fuente: Lévy, Élie (1993). *Diccionario de física*. AKAL.pág 537. ISBN 9788446001447. Consultado el 5 de abril de 2010.

2.4.8.1 Descripción del fenómeno

La mojabilidad depende de las fuerzas intermoleculares de los materiales en contacto; las fuerzas adhesivas entre el líquido y el sólido provocan que el líquido se extienda por la superficie, mientras que las cohesivas del líquido hacen que éste se abulte y tienda a evitarla.

El ángulo de contacto θ es el ángulo que forma el líquido respecto a la superficie de contacto con el sólido, y está determinado por la resultante de las fuerzas adhesivas y cohesivas. Como la tendencia de una gota a expandirse en una superficie plana aumenta con la disminución del ángulo de contacto, este ángulo proporciona una medida de la inversa de la mojabilidad.

Un ángulo de contacto pequeño ($< 90^\circ$) indica que la mojabilidad es muy alta, y el fluido se extenderá sobre la superficie; ángulos de contacto grandes ($> 90^\circ$) significan que la mojabilidad es baja y el fluido disminuirá el contacto con la superficie, formando una gota compacta.

En el caso del agua, una superficie en la cual la mojabilidad sea alta se denomina hidrofílica, y en caso contrario hidrofóbica. Las superficies superhidrofóbicas presentan ángulos de contacto mayores a 150° , produciéndose un escaso contacto entre la gota líquida y la superficie. Este fenómeno se denomina efecto lotus. Para líquidos distintos al agua, se utiliza el término liófilo para designar a la condición de ángulo de contacto pequeño, y liófobo para ángulos de contacto grandes. De modo similar, se utilizan los términos onmifóbico y onmifílico para líquidos polares y apolares, respectivamente.

Tabla 2.3: Tabla donde se exponen los diferentes ángulos de contacto y sus correspondientes interacciones sólido/líquido y líquido/líquido

Ángulo de contacto	Grado de mojabilidad	Fuerzas intermoleculares:	
		S/L interacciones	L/L interacciones
$\theta = 0$	Perfecta	fuerte	débil
$0 < \theta < 90^\circ$	Alta	fuerte	fuerte
		débil	débil
$90^\circ \leq \theta < 180^\circ$	Baja	débil	fuerte
$\theta = 180^\circ$	Nula	débil	fuerte

Fuente: (LÉVY, É. 1993)

2.4.8.2 Tipos de superficie

Existen dos tipos principales de superficies sólidas con las que los líquidos pueden interactuar. Tradicionalmente se han dividido en superficies sólidas de alta y de baja energía. Sólidos como los metales, los vidrios y las cerámicas, se conocen como «sólidos duros» porque sus enlaces químicos son muy fuertes. Por tanto, es necesaria una gran cantidad de energía para romper dichos sólidos; se les denomina superficies de «alta energía». La mayoría de los líquidos moleculares presentan mojabilidad completa al estar en contacto con este tipo de superficies.

Por otro lado, entre las superficies de «baja energía» se encuentran los cristales moleculares débiles, como los fluorocarbonos y los hidrocarburos, en los que las moléculas se encuentran unidas esencialmente por las interacciones entre las mismas, ya sea mediante puentes de hidrógeno o fuerzas de van der Waals. (LÉVY, É. 1993)

2.5 HIPÓTESIS

La correcta evaluación de la presión y el caudal de GLP, permitirá reducir el consumo energético en un porcentaje menor al 20% del consumido en la actualidad.

2.6 VARIABLES DEL ESTUDIO

2.6.1 Variable dependiente

Consumo energético

2.6.2 Variable independiente

Estudio de parámetros en quemadores atmosféricos

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente proyecto de investigación se presentó una modalidad de nivel de campo exploratorio y científica; esta modalidad tiene contacto en forma directa con la realidad, para obtener información de acuerdo al objetivo del proyecto.

La modalidad de la investigación documental bibliográfica tuvo como propósito detectar, ampliar y profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos, libros, revistas, internet y estadística.

3.1.1. Experimental

En esta investigación se estudió las relaciones de casualidad utilizando la metodología experimental con el fin de controlar y analizar los fenómenos. Se fundamenta en la manipulación activa y el control sistemático de las variables independientes.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo de investigación, nos referimos a los siguientes:

3.2.1 Nivel

- **De campo.**

En el presente trabajo se utilizó el modo de investigación de campo para la obtención de los datos necesarios para el estudio y se pudo interpretar los resultados de la investigación.

- **Experimental.**

Ya que se realizó prácticas experimentales para observar el comportamiento del bombo con la directa manipulación de los parámetros de combustión en los quemadores, el cual para nuestro caso fue la variación de: presión de GLP y el N° de anillos del quemador atmosférico.

- **Bibliográfica.**

Fue de gran importancia, ya que se utilizaron fuentes bibliográficas tales como libros, revistas, páginas WEB, las cuales proporcionaron apoyo tecnológico, y científico; tanto para el desarrollo de los ensayos así como también aplicar consideraciones importantes para elaborar maní garapiñado.

3.2.2 Tipo

- **Exploratorio**

Dado a que se indagó en cada uno de los parámetros de análisis como fueron: tipo de quemador, presiones, porcentaje de flujo de apertura de GLP, que generaron la hipótesis y reconociendo las variables de interés investigativo ya mencionadas; y también porque se logró obtener una mayor objetividad sobre el consumo de GLP en sí no muy investigado en nuestro medio.

- **Descriptivo**

Dado a que se comparó entre varios fenómenos de combustión en el quemador atmosférico de GLP, situaciones, formas, condiciones ideales de funcionamiento y operación; además de clasificar los modelos de comportamiento del conjunto de partes del bombo confitero actual y la forma de trabajo más aconsejable para la disminución de consumo de GLP.

- **Explicativa**

La hipótesis planteada se comprobó en base a los distintos ensayos experimentales llevados a efecto.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población o universo

La población o universo en la presente investigación está catalogada dentro de un parámetro infinito dado a los diferentes dispositivos para un buen calentamiento de MEZCLA GARAPIÑADA semi-industrial que usan GLP.

El objeto de estudio en este caso específico, fueron los parámetros en quemadores atmosféricos de GLP, los cuales fueron modificados para investigar el comportamiento sobre el consumo energético del bombo confitero.

3.3.2. Muestra

Corresponden a las diversas pruebas que se realizarán en el bombo confitero artesanal. Debido a las características constructivas del bombo confitero, la muestra a ser analizada involucraría variaciones controladas en la presión del combustible de salida y caudal que rodea al equipo.

Tabla 3.1: Pruebas sobre el bombo confitero semi-industrial

PRUEBA #	PRESIÓN DE GLP [PSI]	% DE APERTURA DEL CAUDAL DE CIRCULACIÓN	
1	0,5	100%	SIN PREVIO CALENTAMIENTO
2	2		
3	20		
4	0,5	50%	
5	2		
6	20		

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente: Estudio de parámetros de combustión en quemadores atmosféricos de GLP.

Tabla 3.2: Operacionalización (Variable independiente)

LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO		
Conceptualización	Tipos	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Para aprovechar toda la energía del GLP, hay que optimizar y regular los parámetros que contribuyen al mismo, tales como son la presión y el caudal, para aprovechar de mejor manera la energía que se desprende en la reacción de oxidación de los elementos combustibles, por lo que es necesario que se realice en las mejores condiciones.	Presión del combustible	Alta	> 2 PSI	-OBSERVACIÓN: De Campo, Fichas y Formatos - REGULADOR DE PRESIÓN DE GAS - MANÓMETRO: Sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. -OBSERVACIÓN: De Campo, Fichas y Formatos - MEDIDOR DE CUENTA LITROS PARA GLP - CRONÓMETRO
		Media	0.5 a 2 PSI	
		Baja	≤ 0.5 PSI	
	Caudal Combustible	Alto	100%	
		Bajo	50%	

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

3.4.2 Variable dependiente: Consumo energético

Tabla 3.3: Operacionalización (Variable dependiente)

LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO		
Conceptualización	Tipos	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El consumo energético, por lo general se deduce analizando la cantidad de energía suministrada al equipo de calentamiento respecto a la energía que sale del mismo. Se espera entonces, que hay pérdidas de energía. El consumo energético aumenta o disminuye en base a ésta función.	Energía térmica (para 5kg. de mezcla garapiñada)	Alto Medio Bajo	≈ 15000 [W.h] ≈ 7000 [W.h] ≈ 5000 [W.h]	-OBSERVACION: De Campo, Fichas y Formatos - Bibliografía -CÁLCULO DEL CALOR ENTREGADO POR EL COMBUSTIBLE AL SISTEMA

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La presente investigación se realizó, con dos tipos de técnicas: la primera fue la observación directa que se realizó en el Laboratorio de Energía de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para poder comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados como también el correcto desarrollo del estudio y sobretodo su buen funcionamiento en el momento de culminado éste; posteriormente se procedió a la recolección de datos con la ayuda de los implementos e instrumentos del Laboratorio.



Fig. 3.1: Características de la máquina actual

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Se empezó midiendo la temperatura ambiental de cada práctica. Las prácticas que se realizaron fueron:

- Análisis de variación de presión de GLP en el quemador de GLP atmosférico con tres anillos.
- Análisis de variación de presión de GLP en el quemador de GLP atmosférico con dos anillos.

a) Instrumentos para la práctica:

- Válvula reguladora de presión
- Cronómetro.
- Medidor de gas.
- Quemador industrial de anillos.
- Paso del GLP.

b) Toma de datos:

- Para este análisis se ha evaluado la mezcla garapiñada sin previo calentamiento, los pasos a seguir para realizar este análisis serían los siguientes:
- Verificar visualmente el estado del bombo.
- Revisar que las fuentes o recursos necesarios para la puesta en marcha del bombo para garapiñar se encuentren listas y disponibles, tales como son: Mezcla garapiñada, Combustible GLP, y electricidad.
- Verificar la presión de alimentación del combustible antes de que este sea encendido.
- Regular la manija de paso de GLP.
- Encender el motor y el quemador
- Recopilar los datos de presión de proceso, temperaturas, tiempo, durante el tiempo de caramelización del maní garapiñado.
- Luego de terminado el ensayo, descargar el maní y repetir el ensayo.

Luego de realizados los procedimientos de los ensayos de variación de presión y número de anillos del quemador industrial, se procedió a recolectar toda la información necesaria. Como fueron la toma de datos de presión de proceso, temperaturas, tiempo, durante la caramelización del maní garapiñado a la entrada y al finalizar cada práctica.

3.5.1 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Son los implementos mediante los cuales se obtuvo medidas de: temperatura, tiempo y presión.

3.5.1.1 MANÓMETRO

Sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.



Fig. 3.2: Manómetro

Fuente: Laboratorio de Energía, FICM. 2015

3.5.1.2 MEDIDOR VOLUMÉTRICO DE GLP

Dispositivo mecánico para medir y registrar automáticamente cantidades de gas.



Fig. 3.3: Medidor volumétrico de GLP

Fuente: Laboratorio de Energía, FICM. 2015

3.5.1.3 CRONÓMETRO

Es un reloj o una función del reloj utilizada para medir fracciones temporales, normalmente breves y precisas de tiempo.



Fig. 3.4: Cronómetro

Fuente: Laboratorio de Energía, FICM. 2015

3.5.1.4 REGULADORES DE PRESIÓN DE GAS

Son aparatos de control de flujo, diseñados para mantener una presión constante a la salida del mismo, independientemente de las variaciones de presiones existentes a la entrada del accesorio, el cual nos fue de mucha utilidad para nuestros objetivos de estudio.



Fig. 3.5: Reguladores de alta y baja presión de gas

Fuente: Laboratorio de Energía, FICM. 2015

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con la información recolectada se procedió a elaborar tablas para una mejor interpretación de los resultados obtenidos. Mediante gráficas de dispersión y un análisis térmico para tener la información de cuáles son los parámetros más idóneos para un ideal desempeño de una cubeta confitera, ya que se podrá apreciar que a diferentes presiones del combustible y de número de anillos del quemador atmosférico, el calentamiento del BOMBO CONFITERO varía en cuanto a compensar la temperatura de caramelización que se requiere. Con las gráficas realizadas se procedió a verificar y comparar cual es la ecuación que más se ajusta a un óptimo desempeño del bombo con las cuales se determinarán:

- Propiedades termodinámicas.
- Proceso en diagrama termodinámico (T-t).
- Calores con tiempos requeridos.
- Consumo energético para cada caso.
- Eficiencia térmica para el proceso de calentamiento en el bombo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para realizar el análisis de resultados, se tomaron un total de doce ensayos, seis para la variación de presión de GLP con 3 anillos y seis con variación de presión de GLP con 2 anillos, cuyos datos obtenidos se encuentran tabulados en anexos.

4.1.1 Análisis de variación de presión de GLP en el quemador

Se realizaron doce pruebas para una mezcla garapiñada de 5 kg, variando la presión de ingreso de GLP al combustible, en la tabla 4.1 se puede observar un resumen de datos, en los que constan: N° Anillos, presión del GLP, consumo de GLP/hora, tiempo de proceso, temperatura de caramelización del mismo y consumo energético para cada ensayo.

Tabla 4.1: Bombo confitero, tres anillos en el quemador

N° Anillos	Presión de GLP [psi]	Presión de GLP [kPa]	Consumo [kg GLP/h]	Tiempo de proceso [h]	Temperatura de caramelizado [°C]	Consumo energético [Wh]	Observaciones
3 ANILLOS	0,50	3,45	0,60	3,17	172,30	8275,25	El maní no llega a su temperatura de caramelización que es alrededor de 172,8 °C.
	2,00	13,79	0,84	0,70	181,10	11585,36	El producto tiene buenas propiedades organolépticas
	5,00	34,47	1,52	0,63	191,86	20963,98	El producto tiene un nivel de aceptación medio
	10,00	68,95	1,95	0,60	217,70	26894,58	El producto tiene un nivel de aceptación medio
	15,00	103,42	2,10	0,58	236,50	28963,39	El maní no se cocina en su totalidad
	20,00	137,90	2,55	0,54	256,82	35169,83	El maní no se cocina en su totalidad

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

4.1.2 Análisis de variación de presión de GLP y de caudal de GLP en el quemador

Se realizaron doce pruebas variando el número de anillos en el quemador de GLP y la presión de ingreso de GLP, en la tabla a continuación podremos observar el desglose de datos como en la tabla anterior.

Tabla 4.2: Bombo confitero, dos anillos en el quemador

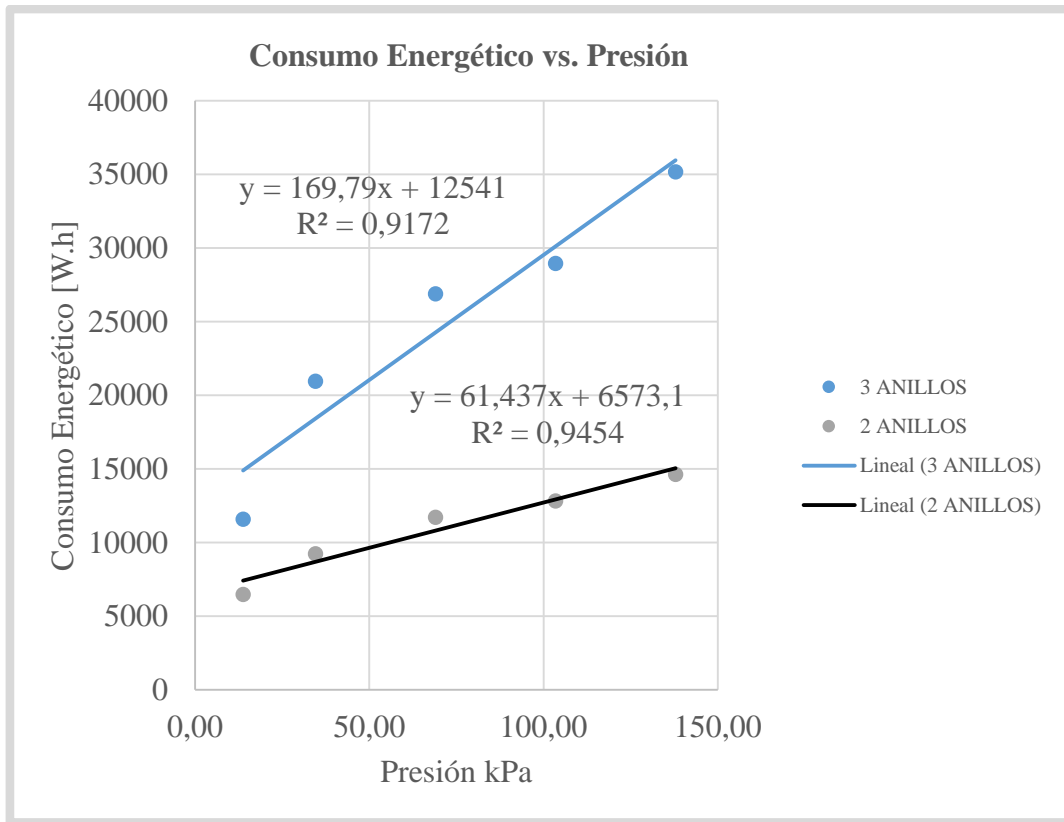
N° Anillos	Presión de GLP [psi]	Presión de GLP [kPa]	Consumo [kg GLP/h]	Tiempo de proceso [h]	Temperatura de caramelizado [°C]	Consumo energético [Wh]	Observaciones
2 ANILLOS	0,50	3,45	0,30	3,00	164,00	4137,63	El maní no llega a su temperatura de caramelización que es alrededor de 172,8 °C.
	2,00	13,79	0,47	1,03	172,80	6482,28	El producto se lo ha obtenido con el menor consumo energético
	5,00	34,47	0,67	0,95	183,56	9240,70	El producto tiene buenas propiedades organolépticas
	10,00	68,95	0,85	0,82	209,40	11723,28	El maní no se cocina en su totalidad
	15,00	103,42	0,93	0,75	228,20	12826,64	El maní no se cocina en su totalidad
	20,00	137,90	1,06	0,67	248,52	14619,62	El maní no se cocina en su totalidad

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

A partir de los datos tabulados que se encuentran en el numeral 4.1 (Análisis de los resultados), al igual que los que se encuentran tabulados en anexos, se realizaron gráficas de dispersión, en las cuales se analizó el consumo energético vs. presión del proceso, consumo de GLP/h vs. Presión de GLP, temperatura de caramelización vs tiempo del proceso.

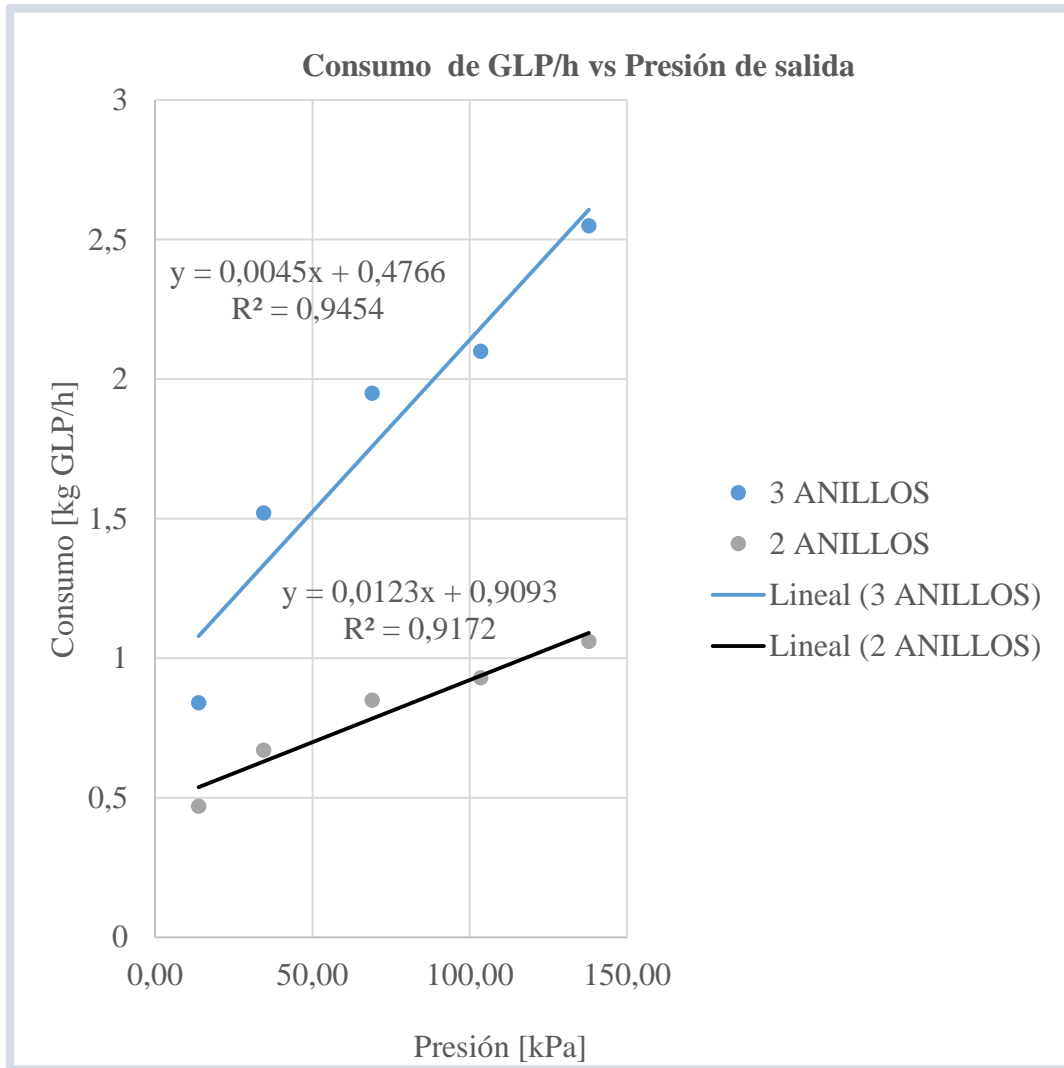
Gráfica 4-1: Consumo Energético vs. Presión de GLP (tres y dos anillos)



Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

En esta gráfica, podemos apreciar que a una presión de 13,79 kPa para tres anillos se obtiene un consumo energético similar al consumido 11500 [Wh] para dos anillos, también se observa que el pico más alto del consumo para dos anillos tiende a ser el mismo para la tendencia del punto más bajo de consumo para 3 anillos. Teniendo un comportamiento ascendente del consumo de GLP.

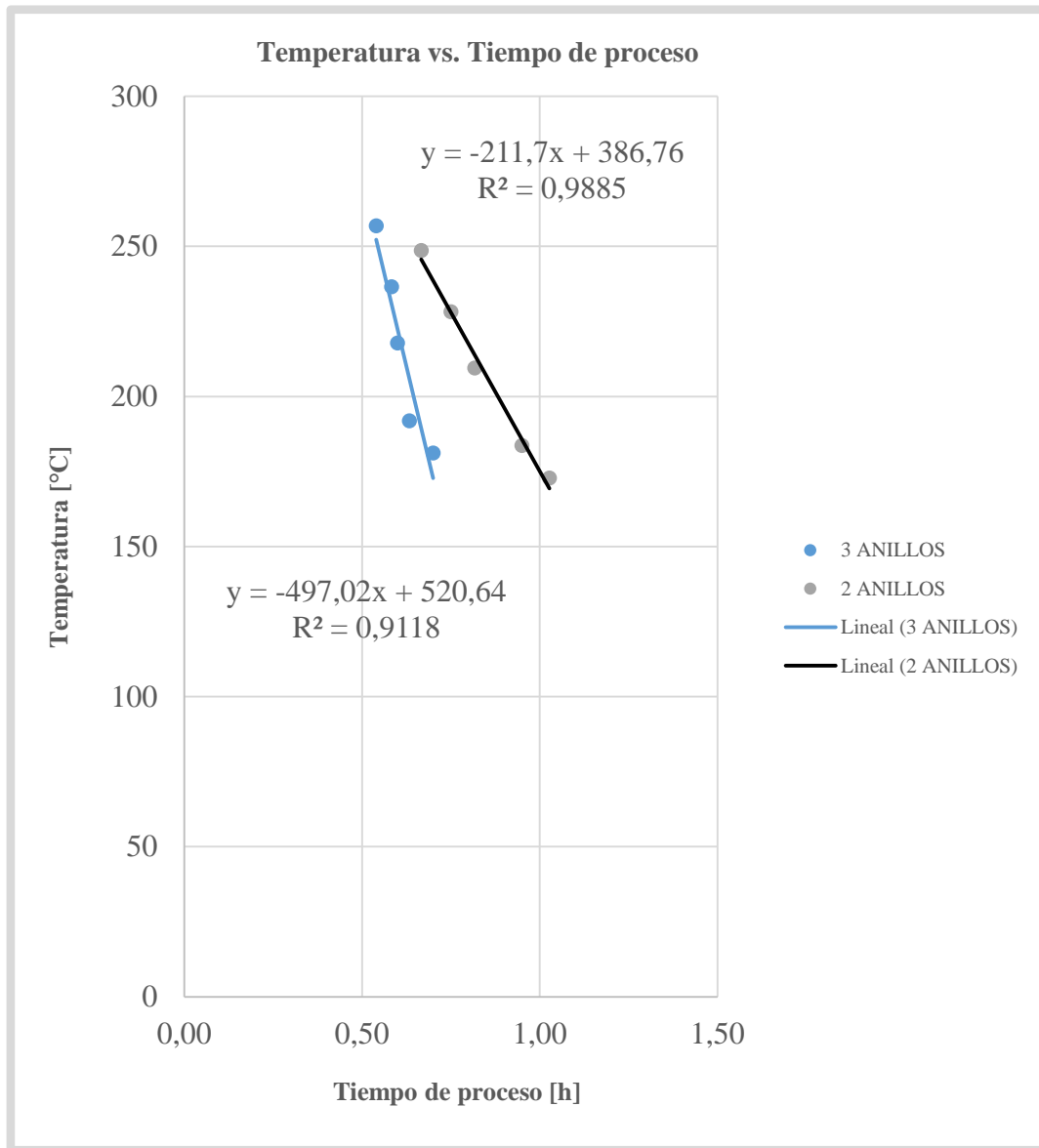
Gráfica 4-2 Consumo de GLP/h vs Presión de salida (tres y dos anillos)



Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

En esta gráfica nos muestra como el consumo de GLP por hora es proporcional a la presión y al número de anillos abiertos en el quemador, también se identifica q a altas presiones con número de anillos superiores, la variación del consumo de GLP tiende a ser más pronunciada. Para dos anillos la variación fluctúa dentro de los 0,5 kg GLP /hora., mientras que para tres anillos la variación fluctúa en alrededor de 1,5 kg GLP /hora.

Gráfica 4-3: Temperatura vs. Tiempo de proceso (tres y dos anillos)



Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Como podemos observar en esta gráfica, se ha expuesto las temperaturas de caramelización a la que debe llegar el maní que está alrededor de [172,8 a 184] °C, lo que implica que ha mayor temperatura disminuye el tiempo de caramelizado, mas no se obtiene un maní bien cocido en su interior. Además la tendencia es decreciente y se ajusta en un 98.85% a la ideal para los dos anillos de quemador y a 91,18% a la ideal para los tres anillos.

Como podemos observar en la tabla 4.2, el tiempo para elaborar maní garapiñado en el menor tiempo es de 1,03 horas (2 PSI y dos anillos del quemador de GLP); mientras que en la tabla 4.1, el tiempo es de 0,7 horas (2 PSI y tres anillos del quemador de GLP). Lo que da a conocer que el tiempo de calentamiento óptimo es inversamente proporcional al número de anillos en ese rango. Además de eso se debe considerar que a una presión de 0,5 PSI para ambos porcentajes de apertura de caudales el maní no alcanza a su temperatura de caramelización que es alrededor de 175 °C.

En el modelo de regresión lineal aplicado para cada ensayo el cual se ajusta en un 80% al modelo lineal y la tendencia es creciente lo cual explica el aumento del consumo energético al transcurrir el tiempo en el porcentaje restante se ajustan con valores razonables por lo que en estos casos los ensayos se los ha efectuado con cargas bajas, medias y altas de GLP; y con número de anillos del quemador de GLP alto y medio.

Para el caso de los ensayos realizados tenemos que en un 95% se ajusta al modelo lineal, no siendo así el 5% debido a que la presión del GLP a la salida del quemador no compensa la temperatura necesaria para producir maní garapiñado, lo que da puntos fuera de una regresión lineal.

Los resultados obtenidos de los cálculos muestran los índices de consumo de GLP, caudal de GLP, tiempo de proceso y temperatura de todos y cada uno de los ensayos, los cuales nos permiten tener una clara idea de lo que pasa con los parámetros de combustión en un quemador atmosférico a medida que pasa el tiempo.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

En la tabla 4.3 se muestra la variación del consumo energético, tanto con las variaciones de presión de GLP, así como la variación del número de anillos del quemador.

Tabla 4.3: Consumos energéticos

Consumos energéticos					
N° de anillos abiertos en el quemador	Presión de GLP (psi)	Consumo Energético (W.h)	Nivel de aceptación del maní garapiñando		
			Alto	Medio	Bajo
3 anillos	2	11585,36	*		
	5	20963,98		*	
	10	26894,58		*	
	15	28963,39			*
	20	35169,83			*
2 anillos	2	6482,28	*		
	5	9240,70	*		
	10	11723,28		*	
	15	12826,64		*	
	20	14619,62			*

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Como podemos observar en la tabla 4.3, a 2 psi de inyección de GLP con 2 o 3 anillos abiertos del quemador, contamos con un nivel de aceptación alto y con mínimo consumo de GLP, todo esto para un quemador industrial de tres anillos.

Se puede decir que evaluando los parámetros de combustión en el quemador atmosférico, se puede tener datos muy aproximados en cuanto al consumo energético del mismo y como se pudo observar que a 2 psi y con dos anillos se puede tener un producto aceptable en el menor tiempo posible y con consumo energético reducido al mínimo.

En la actualidad la fábrica trabaja con un quemador convencional con un consumo de hasta 8029,58 [Wh]; se ha logrado disminuir el consumo energético a 6482,28 [Wh] para producir la misma cantidad de maní garapiñado con mejor aceptación del cliente y en el menor tiempo posible, lo que representa una reducción del consumo energético a 19,27% del consumido en la actualidad, de esta manera la hipótesis se califica como positiva, ya que se ha logrado disminuir el consumo energético de GLP en un porcentaje menor al 20% del consumido en la actualidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se pudo apreciar que los parámetros de combustión como son: presión de salida al quemador y número de anillos del mismo son: 2 [psi] dos anillos abiertos. Con consumo de GLP de 0,47 [kgGLP/h], un tiempo de proceso de 1,03 [h] y con un consumo mínimo de 6482,28 [Wh].
- Se determinó que los criterios para elaborar maní garapiñado en el menor tiempo posible, que es de 1,03 [h] son: regular la presión de gas GLP del quemador, la cantidad de flujo de gas de circulación, el tipo de quemador, y todo esto dentro de un ambiente sin corriente turbulenta de aire.
- La variación del flujo de combustible y de número de anillos, afecta notablemente en cuanto al consumo de GLP, al trabajar con 3 anillos y 2 [psi] de presión se consume 11585,36 [Wh], mientras que al reducir el flujo a 2 anillos y 2 [psi] de presión se consume 6482,28 [Wh]. Y en función del consumido en la actualidad en la fábrica Piedad para elaborar 5 kg de mezcla garapiñada que es de 8029,58 [Wh] a 0,58 [kgGLP/h], se obtiene un ahorro energético considerable de 19.27%.
- La elección del quemador atmosférico adecuado para este tipo de calentamiento está en función del calor que está ingresando al sistema de calentamiento, el cuál debe compensar la temperatura de caramelización necesaria para elaborar maní garapiñado de aceptación del cliente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Procurar una mejor caramelización, manteniendo una presión de trabajo del combustible entre un rango de 2 a 5 [psi], con dos anillos.
- Tener siempre en cuenta que una mala calibración de la presión de inyección de GLP afectará notablemente al proceso, ya que si es muy alta la combustión será rica en combustible lo cual no se tendrá una llama uniforme y si es muy baja tomará demasiado tiempo en lograr el producto deseado.
- El rango de presión de inyección de GLP, dentro del cual se puede trabajar es entre 2 [psi] a 5 [psi], y dos anillos ya que si esta es mayor, la llama no tiene una estabilidad y en una menor, se alcanza la presión de proceso requerida en un lapso de tiempo mayor.
- En el caso de flujo de GLP a altas presiones, es conveniente que la llama se observe el color azul, ya que de no tener este color quiere decir que entre el GLP y el aire existe una combustión la cual produce gases tóxicos que afectan al medio ambiente.
- Para posteriores análisis se recomienda simular el calentamiento del bombo confitero mediante elementos finitos, para así obtener mayor cantidad de datos puntuales.
- Realizar un análisis de como incide el calor en la deformación volumétrica del bombo, ya que esto influye significativamente en el tiempo de vida útil del mismo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

TEMA:

“ANÁLISIS TÉRMICO EN UN BOMBO CONFITERO SEMI-INDUSTRIAL DE CAPACIDAD DE HASTA 35 KG. DE MEZCLA DE MANÍ CON BAJO CONSUMO DE GLP”

PERSONAL EJECUTORIO:

- Tutor: Ing. Santiago Cabrera
- Ejecutor: Egdo. Santiago Gutiérrez

UBICACIÓN:

- Institución: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi.
- Facultad: Ingeniería Civil y Mecánica
- Carrera: Ingeniería Mecánica
- Laboratorio: Energía

BENEFICIARIO:

- Gerente Propietario de “Fábrica de Confites Piedad”: BYRON GEOVANNY CONSTANTE.

TÉCNICO RESPONSABLE:

- Egdo. Santiago Gutiérrez

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El funcionamiento de un bombo confitero semi-industrial para elaborar maní garapiñado es sencillo, consiste en calentar una mezcla confitada (agua, chocolate en polvo, azúcar y maní peruano) mediante la energía liberada en una reacción de combustión para evaporar el mayor porcentaje de agua y obtener un producto con aceptación del cliente.

Para el análisis térmico en este bombo confitero de 35 [kg] de capacidad, se va a utilizar 5 kg de mezcla garapiñada, con los siguientes parámetros: se obtuvo un consumo reducido de 0,47 [kgGLP/h], presión de 13,79 [kPa], temperatura final de 172,8 [°C] y una velocidad angular del bombo de 9 [RPM].

Todos estos datos, se enfocaron en producir un buen maní garapiñado sin ningún tipo de conservantes, y en un tiempo promedio de 1,03 [h] hasta lograr el estado de caramelización deseado.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Disponer de un modelo de calentamiento para la producción de maní garapiñado que produzca la energía necesaria con reducido consumo de GLP que permita obtener un producto de aceptación del cliente.

6.4 OBJETIVOS

- Dimensionar al bombo confitero.
- Representar el diagrama de temperatura vs. tiempo para el calentamiento del agua
- Determinar las pérdidas de calor en el bombo confitero.
- Seleccionar el quemador de gas de baja presión.
- Calcular la eficiencia térmica para el proceso de calentamiento en el bombo.
- Seleccionar el sistema de transmisión de potencia mecánica.
- Analizar el consumo mensual de GLP industrial.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El modelo de calentamiento del bombo confitero actual para la producción de maní garapiñado, representa un alto consumo energético, para el cual es necesario y factible la implementación de este análisis térmico con bajo consumo de GLP.

6.5.1 Análisis técnico

- Para el análisis térmico se utilizó los implementos e instrumentos del Laboratorio de Energía de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para poder comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados como también el correcto desarrollo del análisis.

6.5.2 Análisis económico

A continuación se describen todos los costos que se efectuaron para el bombo confitero.

Tabla 6.1: COSTO DE RECURSOS HUMANOS

DENOMINACIÓN	COSTOS (USD)
Mano de obra para la construcción del equipo para garapiñar	800
Mano de obra para la conexión del sistema eléctrico	200
TOTAL	1000

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Tabla 6.2: COSTO DE RECURSOS MATERIALES

DENOMINACIÓN	COSTOS (USD)
Materiales para la construcción del equipo confitero	1461,60
TOTAL	1461,60

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Tabla 6.3: COSTO DE MATERIALES PARA EL EQUIPO CONFITERO

EQUIPO.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Manguera [m]	10	2,00	20,00
Válvula reguladora de presión	1	150,00	150,00
Quemador	1	70,00	70,00
Chapa de Latón	1	500,00	500,00
Motor 1,5 hp	1	165,00	165,00
Varilla de latón recubierta de flux 1 [kg]	3	20,00	60,00
Sistema de transmisión de potencia mecánica		150,00	150,00
Estructura		100,00	100,00
Accesorios para instalación eléctrica		90,00	90,00
SUB-TOTAL			1305,00
IVA al 12%			156,6
TOTAL			1461,60

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Tabla 6.4: COSTO DE RECURSOS TOTALES

DENOMINACIÓN	COSTOS (USD)
Recursos Humanos	1000
Recursos Materiales	1461,60
TOTAL	2461,60

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Dimensionamiento del bombo

6.6.1.1 Determinación de la capacidad máxima del bombo

En ésta sección se va a determinar el volumen interior del recipiente confitero y el volumen útil del mismo.

En la práctica determinaremos el volumen total y el útil, midiendo con la ayuda de una probeta la cantidad de agua que ocupan los mismos con un ángulo de elevación de 90 y 7,4 grados respectivamente.

$$V_{total} = 0,21 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_{útil} = 35 \text{ Litros} = 0.035 \text{ [m}^3\text{]}$$

Para efectos de cálculo, se utilizará la cantidad de mezcla garapiñada de 5 [kg] ~ 0,005 [m³] de volumen, con una densidad de 1000 [kg/m³], lo que ocupa un 14,29 % del volumen útil del bombo y un 2,38% del volumen total.

6.6.2 Diagrama de temperatura vs. tiempo para el calentamiento del agua

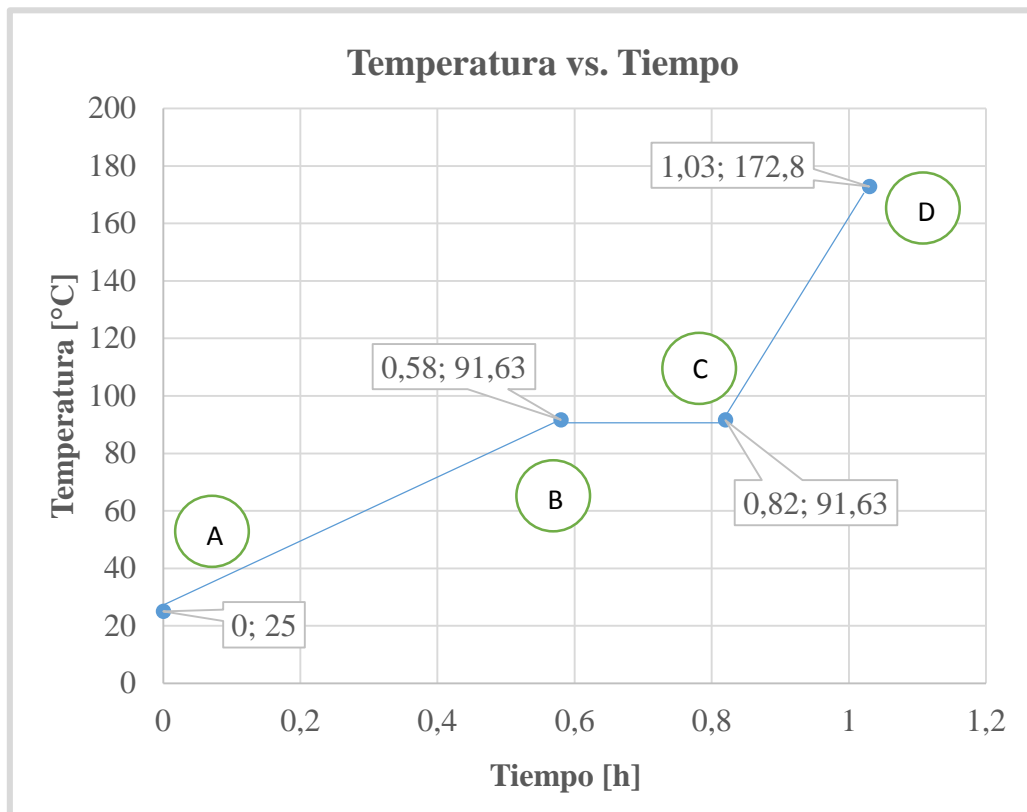


Fig. 6.1: Temperatura vs tiempo

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

A: Estado inicial, con una presión de 3,16 [kPa] y 25 [°C]

B: Estado de líquido saturado a 91,3 [°C]

C: Estado de vapor saturado a 91,3 [°C]

AB: Proceso isobárico de calentamiento del agua desde la temperatura inicial hasta la de saturación (con aumento importante de temperatura, pero casi despreciable en volumen)

BC: Proceso isobárico durante el cual tiene lugar el cambio de fase líquido a vapor, además se mantiene la temperatura constante (con aumento importante de volumen)

CD: Proceso isobárico en el cual se sobrecalienta el vapor (con aumento considerable de temperatura y volumen), hasta la temperatura de caramelización del maní.

6.6.3 Determinación de las pérdidas de calor en el bombo confitero

6.6.3.1 Determinación del calor cedido

Una técnica convencional utilizada es el análisis por convección forzada, en la que se deducen números adimensionales adecuados, tales como los números de Reynolds y Prandtl, a partir de consideraciones dimensionales y funcionales.

A continuación establecemos un modelo antes de realizar la correlación de los datos experimentales.

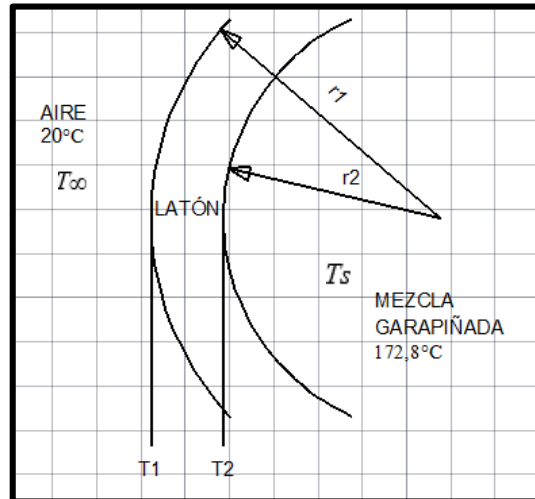


Fig. 6.2: Distribución de temperaturas para la chapa de latón

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

Donde:

$$T_s = 172,8^{\circ}\text{C} \text{ (Anexo 8)}$$

$$T_{\infty} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_1 = 170^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 192,2^{\circ}\text{C}$$

$$d = 2r_1 = 0,7984 \text{ m}$$

$$k = 0,03066873 \text{ W/m}^{\circ}\text{C} \text{ (Anexo 13)}$$

$$v = 2,26715 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (Anexo 13)}$$

$$Pr = 0,711877 \text{ (Anexo 13)}$$

La temperatura promedio T_{prom} :

$$T_{prom} = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} \quad (\text{Ec.6.1})$$

$$T_{prom} = 96,4^{\circ}\text{C}$$

Obtenemos el valor de Reynolds para saber si el flujo es laminar o turbulento:

$$Re = \frac{Vt*(2*r_2)}{v} \quad (\text{Ec.6.2})$$

$$Vt = \omega * r_2 \quad (\text{Ec.6.3})$$

Donde:

$$r_2 = 0,3942 \text{ m}$$

$$\omega = 9 \text{ RPM} \sim 0,9425 \text{ rad/s}$$

De donde tenemos que la velocidad tangencial es:

$$Vt = 0,3715 \text{ m/s}$$

$$Re \cong 12918$$

De modo que el flujo es turbulento. Por tanto se utiliza la Ec.6.4, para calcular el coeficiente de transferencia de calor.

$$Nu = 0.023 Re_d^{0,8} Pr^n \quad (\text{Ec.6.4})$$

Las propiedades que aparecen en esta ecuación se evalúan con el valor medio de la temperatura promedio de la de la mezcla garapiñada, y el exponente n tiene los valores siguientes:

$$n = \begin{cases} 0,4 & \text{para calentar el fluido} \\ 0,3 & \text{para enfriar el fluido} \end{cases}$$

$$Nu = 0.023 (12918,88935)^{0,8} 0,711877^{0,4}$$

$$Nu = 39.05$$

$$h = \frac{k}{d} Nu_d = 1,521 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \quad (\text{Ec.6.5})$$

El calor total transferido puede expresarse como:

$$Q = hA(T_p - T_b) \quad (\text{Ec.6.6})$$

Donde:

$A = 1,8320 \text{ m}^2 = \text{Área efectiva obtenida mediante programa de simulación}$

$T_p = 192,2 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_b = 96,4 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q = 0,26694 \text{ kW}$$

6.6.3.1.1 Determinación del calor aprovechado

En este ítem calcularemos el calor absorbido por el latón, el maní y el agua; para una 1,03 [h] de calentamiento.

$$\text{a) } q_{\text{latón}} = \frac{m_{\text{latón}} * C_{p_{\text{latón}}} * \Delta T}{\Delta t} \quad (\text{Ec.6.7})$$

Donde:

$m_{\text{latón}} = 21 \text{ kg}$

$C_{p_{\text{latón}}} = 385 \text{ J.kg/ }^\circ\text{C}$ (Anexo 16)

$T_i = 170 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_0 = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta T = (T_i - T_0)$

$$q_{\text{latón}} = 313,98 \text{ W}$$

$$\text{b) } q_{\text{maní}} = \frac{m_{\text{maní}} * C_{p_{\text{maní}}} * \Delta T}{\Delta t} \quad (\text{Ec.6.8})$$

Donde:

$m_{\text{maní}} = 1,667 \text{ kg}$

$C_{p_{\text{maní}}} = 800 \text{ J.kg/ }^\circ\text{C}$ (Anexo 17)

$T_i = 172,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (Anexo 8)

$T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta T = (T_i - T_0)$$

$$q_{maní} = 56,75 \text{ W}$$

- c) Tomando en consideración que Ambato se encuentra a 2500 m sobre el nivel del mar, tenemos una presión de 74,695 kPa y $T_{sat} = 91,63 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$q_{fg} = \frac{m_{agua} * h_{fg}}{\Delta t} \quad (\text{Ec.6.9})$$

Donde:

$$m_{agua} = 3,334 \text{ kg}$$

$$h_{fg} = 2278,32 \text{ KJ/kg (Anexo 15)}$$

$$q_{fg} = 2,0485 \text{ KW}$$

Ahora calculamos el calor absorbido desde los $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta la temperatura de $91,63 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$q_{agua1} = \frac{m_{agua} * C_{p_{agua}} * \Delta T}{\Delta t} \quad (\text{Ec.6.10})$$

Donde:

$$m_{agua} = 3,334 \text{ kg}$$

$$C_{p_{agua}} = 4,18 \text{ KJ/kg }^\circ\text{K (Anexo 18)}$$

$$T_i = 91,63 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = (T_i - T_0)$$

$$q_{agua1} = 0,2504 \text{ kW}$$

Finalmente calculamos el calor absorbido desde los $91,63 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta la temperatura de $172,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$q_{agua2} = \frac{m_{vapor} * C_{p_{vapor}} * \Delta T}{\Delta t} \quad (\text{Ec.6.11})$$

Donde:

$$m_{vapor} = 3,334 \text{ kg}$$

$$C_{p_{vapor}} = 1,82 \text{ kJ/kg }^\circ\text{K (Anexo 19)}$$

$$T_i = 172,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 91,63 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = (T_i - T_0)$$

$$q_{agua2} = 0.1328 \text{ kW}$$

Entonces el calor aprovechado total nos queda:

$$Q_{aprov} = q_{latón} + q_{maní} + q_{fg} + q_{agua1} + q_{agua2} \quad (\text{Ec.6.12})$$

$$Q_{aprov} = 2,80243 \text{ kW}$$

Análogamente, se debe considerar el calor perdido por radiación, desde la superficie con área de 1,8320 m², $\varepsilon = 0,6$ y temperatura T₁=170 °C en [absolutas] hacia un recinto grande a temperatura T_∞= 20 °C en [absolutas].

$$q = \sigma A \varepsilon (T_1^4 - T_\infty^4) \quad (\text{Ec.6.13})$$

Donde:

$$\sigma = 5,669 \times 10^{-8} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right] = \text{Constante de Stefan - Boltzmann}$$

$$A = 1,8320 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\varepsilon = 0,6 \text{ (Anexo 20)}$$

$$T_1 = 170 \text{ °C} \sim 443 \text{ °K}$$

$$T_\infty = 20 \text{ °C} \sim 293 \text{ °K}$$

$$q_{rad} = 1940,67 \text{ W} \quad (\text{Ec.6.14})$$

El balance de energías nos queda:

$$Q_{entra} - Q_{sale} - q_{rad} = Q_{aprov} \quad (\text{Ec.6.15})$$

Donde:

$$Q_{sale} = 0,26694 \text{ kW}$$

$$q_{rad} = 1,94067 \text{ kW}$$

$$Q_{aprov} = 2,80243 \text{ kW}$$

$$Q_{entra} = 5,01004 \text{ kW} = [17094,76 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}]$$

6.6.4 Selección del quemador de gas de baja presión

Para su elección se trabaja con la carga térmica que el equipo confitero requiere para el proceso de caramelización de:

$$Q_{entra} = 5,01004 \text{ kW} = [17094,76 \frac{BTU}{h}]$$

En conclusión, se debería instalar un quemador con una capacidad de aproximadamente 5,01004 kW que al no existir en el mercado, se recurre al inmediato superior que es de 10,5507 kW = [36000 $\frac{BTU}{h}$]. El cuál permite trabajar con cada anillo en forma independiente y llegar a la potencia deseada.

Por consiguiente seleccionamos el Modelo RB40 Triple Ring Burner, cuyos datos técnicos se encuentran en anexos.



Fig. 6.3: Modelo de quemador atmosférico de tres anillos

Fuente: (COMPANION, 2013)

6.6.5 Cálculo de la eficiencia térmica para el proceso de calentamiento en el bombo

Como es sabido, la eficiencia para el proceso de calentamiento se expresa de la siguiente manera:

$$nt = \frac{Q_{aprov}}{Q_{entra}} * 100 \quad (\text{Ec.6.16})$$

Donde:

$$Q_{aprov} = 2,80243 \text{ kW}$$

$$Q_{entra} = 5,01004 \text{ kW}$$

$$nt = 55,94 \%$$

La eficiencia obtenida solo nos sirve como referencia dado a que es netamente analítica.

6.6.6 Selección del sistema de transmisión de potencia mecánica

6.6.6.1 Cálculo de la velocidad angular del bombo confitero

En la transmisión del movimiento circular, las velocidades angulares de dos ruedas conectadas por una correa, son inversamente proporcionales a sus correspondientes radios.

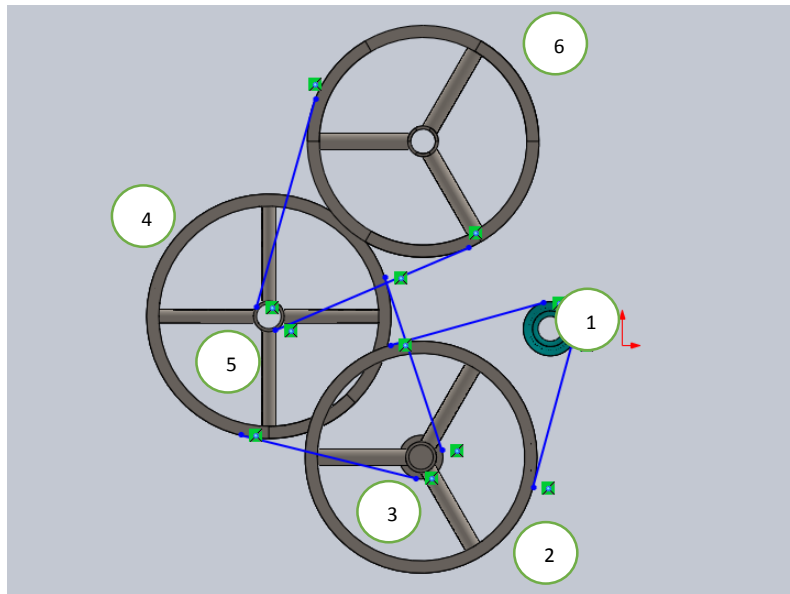


Fig. 6.4: Diagrama de transmisión por bandas

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{R_1}{R_2} \quad (\text{Ec.6.17})$$

Donde:

$$W_1 = 1745 \text{ RPM}$$

$$W_6 = 9 \text{ RPM}$$

- TRANSMISIÓN 1-2: Dado: ($W_1=1745 \text{ RPM}$; $R_1 =25 \text{ mm}$; $R_2= 176,5 \text{ mm}$)

$$\frac{W_2}{1745 \text{ RPM}} = \frac{25}{176,5}$$

$$W_2 = 247.167 \text{ RPM}$$

- TRANSMISIÓN 3-4: Dado: ($W_3= 247.167 \text{ RPM}$; $R_3 =34,5 \text{ mm}$; $R_4= 186.5 \text{ mm}$)

$$\frac{W_4}{247.167\text{RPM}} = \frac{34,5}{186.5}$$

$$W_4 = 45.723 \text{ [RPM]}$$

- TRANSMISIÓN 5-6: Dado: ($W_5= 45.723 \text{ RPM}$; $R_5 =34,5 \text{ mm}$; $R_6= 176.5 \text{ mm}$)

$$\frac{W_6}{45.723 \text{ RPM}} = \frac{34,5}{176.5}$$

$$W_6 = 9 \text{ RPM}$$

6.6.6.2 Selección del motor

6.6.6.2.1 Momento total de inercia

El cálculo de la inercia total del equipo confitero se realiza con ayuda de un programa de simulación, en la figura 6.4 se puede observar dichos datos, los cuales están basados en un análisis por elementos finitos.

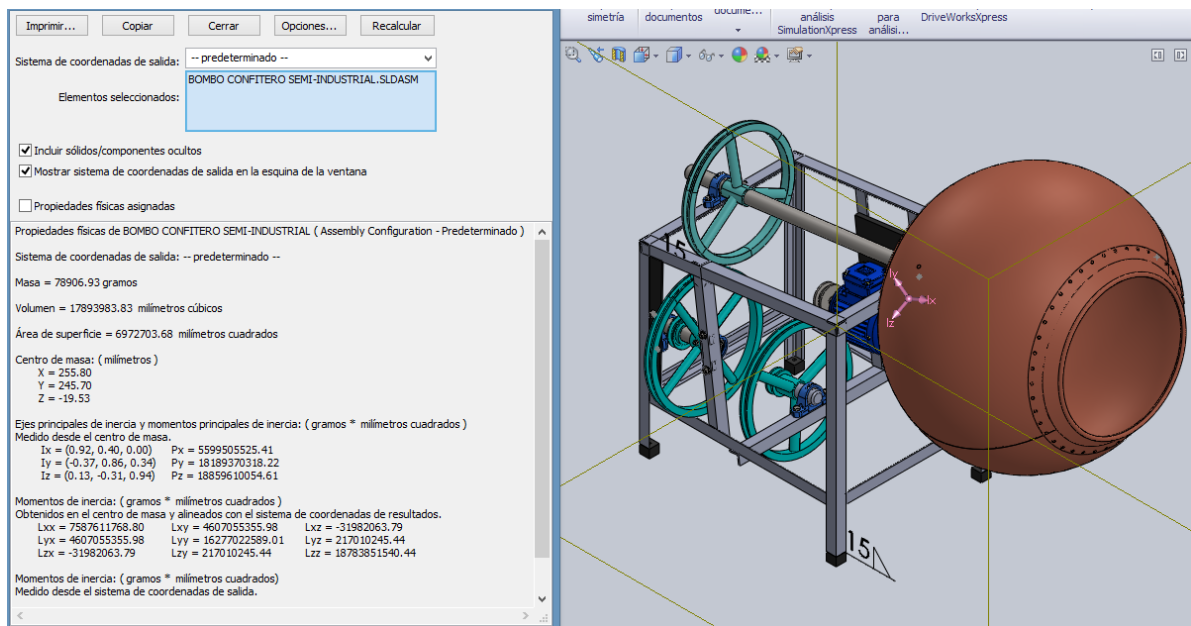


Fig. 6.5: Inercia total I_T

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

$$I_T = 26795 \text{ kg m}^2$$

6.6.6.2.2 Masa total

El cálculo de la masa total del equipo confitero se realiza con ayuda de un programa de simulación.

$$m_T = 45,254 \text{ kg}$$

6.6.6.2.3 Cálculo de la fuerza de garapiñado

Dado:

$$W = 9 \text{ [RPM]} \rightarrow 0,94 \text{ [rad/s]}$$

r = radio [m]

Δt = Incremento del tiempo = [1,5 - 1,6] seg. (Aproximado)

α = Aceleración angular rad/s²

Δw = Velocidad angular rad/s

$$\alpha = \frac{\Delta w}{\Delta t} \quad (\text{Ec.6.18})$$

$$\alpha = 0,5876 \text{ rad/s}^2$$

$$r_{masa} = \sqrt{\frac{I_T}{m_T}} \quad (\text{Ec.6.19})$$

$$r_{masa} = 24,33 \text{ m}$$

$$\tau = I_T * \alpha \quad (\text{Ec.6.20})$$

$$\tau = 15744,742 \text{ Nm}$$

La fuerza necesaria es:

F = Fuerza N.m

$$F = \frac{\tau}{r_{masa}} \quad (\text{Ec.6.21})$$

$$F = 647,1328 \text{ N}$$

6.6.6.2.4 Torque del motor

T = Torque Nm

r_{torque} = 1,0247 m

$$T = F * r_{torque} \quad (\text{Ec.6.22})$$

$$T = 663,117 \text{ Nm}$$

6.6.6.2.5 Potencia del motor

P= Potencia [hp]

W= Velocidad angular [rad/s]

$$P= 663,117 [Nm] * 0,94 \text{ rad/s}$$

$$P= 623,33 \text{ Watts} \sim 0,84 \text{ [hp]}$$

El motor instalado en la actualidad es de 1,4794 [hp] y encuentra sobredimensionado. Se selecciona un motor monofásico de 1 hp para el funcionamiento de la máquina.

6.6.7 Análisis del consumo mensual de GLP industrial

El presente análisis se lo va a desarrollar para alta, media y baja presión, las cuales se rigen a 5 kg de mezcla garapiñada por hora y trabajando con un 330 kg al mes tenemos:

$$\frac{\text{Consumo de glp} * 330\text{kg}}{\text{masa de mezcla garapiñada}} = \text{Consumo mensual}$$

A. Consumo actual en la fábrica.

Trabajando con una presión de salida de P= 80 [psi], se consume 0,5822 [kg GLP/h]

$$\frac{0,5822 * 330\text{kg}}{5 \text{ kg}} = 38,4252 \frac{\text{kg GLP}}{\text{mes}}$$

B. Consumo con P= 2 Psi y dos anillos

Trabajando con una presión de salida de P= 2 [psi], se consume 0,47 [kg GLP/h]

$$\frac{0,47 * 330\text{kg}}{5 \text{ kg}} = 31,02 \frac{\text{kg GLP}}{\text{mes}}$$

El precio de venta en los terminales EP PETROECUADOR a las comercializadoras para el GLP industrial según el artículo 10 D.E. 338 de 25 – JUL-05, se tiene que es US\$ 0,600555/kg GLP, con una vigencia desde el 30 de abril al 06 de mayo del 2015.

En la tabla 6.5, tenemos los parámetros de combustión adecuados, el ahorro mensual de kgGLP lo que lleva a una ahorro mensual de dinero.

Tabla 6.5: AHORRO EN COMPARACIÓN AL CONSUMO ACTUAL

PARÁMETROS DE COMBUSTIÓN	AHORRO MENSUAL DE GLP [$\frac{kg\ GLP}{mes}$]	AHORRO DE MENSUAL DE DINERO
Consumo con P= 2 Psi y dos anillos	7,4052	4,447 DÓLARES

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

6.7 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO

Los datos más importantes para el análisis térmico del bombo confitero, son los que se describen a continuación. En un equipo confitero del tipo esférico de altura de 1.22 cm considerando todos los componentes del mismo, el cual posee un bombo donde se cocinan confites, construido de Latón y para uso semi-industrial.

Tabla 6.6: CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS DEL BOMBO CONFITERO

PARÁMETRO	VALOR
Maní garapiñado (kg)	35
Presión de trabajo (PSI)	2
Área de transferencia de calor (m^2)	1, 8320
Temperatura de entrada del agua ($^{\circ}C$)	25
Temperatura de caramelización ($^{\circ}C$)	172,8
Volumen total del bombo (m^3)	0,12
Volumen útil del bombo (m^3)	0,035
Potencia del motor (hp)	1,5
Velocidad angular del bombo (RPM)	9

Elaborado por: Santiago Javier Gutiérrez Altamirano

6.8 ADMINISTRACIÓN

El estudio térmico ha sido recopilado de varias fuentes bibliográficas, como de internet y demás publicaciones. Una vez finalizado el análisis se demostrará los objetivos propuestos ya mencionados.

El equipo ahora ya cuenta con un mejorado estudio de calor, el cuál hará del mismo más eficiente que antes.

Reducir Tiempo y Consumo energético: La adecuación en cuánto a mejoras en el equipo permite acceder a una herramienta en cuanto a consulta bibliográfica y a tener datos experimentales más idóneos para posteriores investigaciones.

Ganancias económicas: El gerente propietario de la Fábrica Piedad de la ciudad de Ambato, tendrá ganancias económicas en la práctica, con mejor conocimiento en cuanto a este equipo confitero.

En la pequeña industria, éste prototipo es muy solicitado, ya que se aplica a innumerables recetas confiteras tanto de mezclado como de cocción de confites.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

A continuación vamos a comentar la forma de operación del equipo confitero.

6.9.1 Guía de operación

Arranque para operación diaria

Para que exista un arranque adecuado el operador debe constatar el buen estado de:

- El bombo
- El sistema eléctrico
- Los equipos adicionales al bombo confitero.

Todos deben trabajar en beneficio de producir un producto de calidad.

Encendido del motor y el quemador

Determinar el tipo de puesta en marcha necesario.

- Verificando el tipo de mezcla garapiñada.
- Diagnosticando el buen encendido de todos los sistemas de manejo.

Pasos a seguir

- Preparar el quemador y el motor.
- Regular el porcentaje de apertura del quemador.
- Preparar la mezcla garapiñada.
- Arrancar la cocción del confite.

APAGADO DEL EQUIPO CONFITERO

- El operador debe cumplir una inspección visual de todos los sistemas de generación de energía, para ver que no haya flujos de energía.
- La limpieza total del equipo confitero es de suma importancia porque de ahí se deriva la calidad del producto, garantizando un prolongado tiempo de duración del mismo.

6.9.2 Programa de mantenimiento

Mantenimiento anual

- Se debe revisar el estado en que se encuentra el equipo de transmisión.
- Inspeccionar el sistema eléctrico.

Recomendaciones

- Se debe analizar la presión de salida del GLP, revisando los orificios del quemador y regulando la llama para que no haya pérdidas de energía.
- Las personas que se encargan del mantenimiento deben llevar un régimen muy estricto en cuanto a limpieza del equipo confitero
- Tener alejados a los elementos combustible, para evitar accidentes laborales. La limpieza y el orden son fundamentales siempre.
- Si el equipo confitero va a ser utilizado por un tiempo prolongado, es recomendable hacer un análisis de deformación, para evitar posibles roturas futuras que representan pérdidas económicas.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- CENGEL, Y. A., & - BOLES, M. A. (2011), *Termodinámica*. 7ª Edición. México: McGRAW-HILL
- HOLMAN, J. (1998), *Transferencia de Calor*. 8ª Edición. Madrid: McGRAW-HILL.
- DUXBURY, D. (2004), *Phase Transition in food: Basic Science for Modern Scientist*. 1ª Edición. México: PRENTICE
- EDWARDS, W. (2011), *La Ciencia de las Golosinas*. 2ª Edición. Zaragoza: Acrinia.
- GROSO, A. (1964), *Técnica de Elaboración Moderna de confites*. 3ª Edición. Buenos Aires Argentina: FJDH
- INCROPERA, FRANK P. & DEWITT, DAVID P. (1999), *Fundamentos de Transferencia de Calor*. 4ª Edición. México: HALL-HISPANO AMERICANA S.A.
- INEN (2010). *Norma Técnica ecuatoriana*. NTE INEN 2260:2010.
- PEDRERO, P. (1989), *Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos Analíticos*. 1ª Edición. México: Alhambra Mexicana.
- BECCO, J. L. (1990), *Los Gases Licuados de Petróleo* 2^{da}. Edición. Madrid-España: Cartoné
- LÉVY, É. (1993), *Diccionario de física*. AKAL, pág 537. ISBN 9788446001447. Consultado el 5 de abril de 2010.
- INEN (2008). *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2260:2008, INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL*.
- VACACELA MIRANDA, WILMO (2011). *Estudio de parámetros de combustión en un calderín de 2 bhp y su efecto sobre la eficiencia*. Tesis de Grado en Ingeniería Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

PÁGINAS WEB

- LABUZA, T. (2008), *Literature Review on Water Activity and Glass Transition*. [en línea]. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861708004955> [2015, 5 de mayo].

- TEXTOS CIENTÍFICOS. (s.f.). *Textos Científicos*. [en línea]. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/energia/combustibles/estudios-calculos> [2015, 18 de febrero]
- GRUPO HORECA. (s.f.). *Accesorios y complementos*. [en línea]. Disponible en: <http://www.grupohoreca.es/accesorios-y-complementos/43-confi-kit-adaptable-kenwood-serie-major-o-chef.html> [2015, 25 de marzo]
- WORD PRESS. (s.f.). *Manual para Ingenieros*. [en línea]. Disponible en: <https://deymerg.files.wordpress.com/2013/07/manual-de-datos-para-ingenierc3ada-de-alimentos.pdf> [2015, 03 de mayo]
- EPPETROECUADOR. (s.f.). *Precios de derivados de petróleo en los terminales de EPPETROECUADOR a las comercializadoras*. . [en línea]. Disponible en: http://www.eppetroecuador.ec/idc/groups/public/documents/peh_docsusogeneral/002220.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 15 kg
ENSAYO N°1

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,001 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1434,4 gr.
Caudal de GLP: 100%
Presión de GLP: 0,5 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ **FECHA:** 02/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T _∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	14,2	14	
1:00	13,65	14	0,55

Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
80,95	114	172,3	0,55

ANEXO 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,8 kg
ENSAYO N°2

DATOS INICIALES

Lugar : **LABORATORIO DE ENERGÍA**
Tipo de Quemador : **QUEMADOR DE ANILLOS**
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,0021 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1435,6 gr.
Caudal de GLP: 100%
Presión de GLP: 2 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGOGUTIÉRREZ

FECHA: 02/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	10,25	14	
1:00	9,3	14	0,95
1:13	9,29	14	0,96
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
83,15	119,3	181,1	0,955

ANEXO 3

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,4 kg
ENSAYO N°3**

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,0121 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1435,7 gr.
Caudal de GLP: 100%
Presión de GLP: 5 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 03/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	11,05	27	
0:38	10,04	25	1,01
1:00	9,53	25	1,52
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
86,15	139,3	191,86	1,265

ANEXO 4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,6 kg
ENSAYO N°4

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,011 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1434,7 gr.
Caudal de GLP: 100%
Presión de GLP: 10 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 03/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	6,1	27	
0:36	4,8	24	1,3
1:00	4,15	25	1,95
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
93,55	156,09	217,7	1,625

ANEXO 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 15 kg
ENSAYO N°5

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,025 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1435,15 gr.
Caudal de GLP: 100%
Presión de GLP: 15 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 04/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	14,2	19	
0:35	12,8	20	1,4
1:00	12,1	20	2,1
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
105,37	169,5	236,5	1,75

ANEXO 6

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,4 kg
ENSAYO N°6

DATOS INICIALES

Lugar : **LABORATORIO DE ENERGÍA**
Tipo de Quemador : **QUEMADOR DE ANILLOS**
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,0005 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1434,85 gr.
Caudal de GLP: 100%
Presión de GLP: 20 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 04/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	13,15	22	
0:31	11,45	19	1,7
1:00	10,6	18	2,55
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
114,24	214,9	256,82	2,125

ANEXO 7

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,8 kg
ENSAYO N°7**

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,121 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1434,5 gr.
Caudal de GLP: 50%
Presión de GLP: 0,5 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 05/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T _∞ [°C]	\dot{m} [kgGLP/h]
0:00	14,8	15	
1:00	14,42	14	0,38

Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	\dot{m} [kgGLP/h]
65,6	98	164	0,38

ANEXO 8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,9 kg
ENSAYO N°8

DATOS INICIALES

Lugar : **LABORATORIO DE ENERGÍA**
Tipo de Quemador : **QUEMADOR DE ANILLOS**
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,0011 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1434,72 gr.
Caudal de GLP: 50%
Presión de GLP: 2 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 05/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	11,8	14	
1:00	11,25	15	0,55
1:16	11,24	14	0,56
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
67,8	103,3	172,8	0,555

ANEXO 9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,4 kg
ENSAYO N°9

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,0221 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1435,7 gr.
Caudal de GLP: 50%
Presión de GLP: 5 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 06/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	12,1	24	
0:57	11,45	25	0,65
1:00	11,43	25	0,67
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
70,8	123,3	183,56	0,66

ANEXO 10

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 15 kg
ENSAYO N°10

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,01 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1435,7253 gr.
Caudal de GLP: 50%
Presión de GLP: 10 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 06/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	11,45	27	
0:49	10,75	25	0,7
1:00	10,6	25	0,85
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
78,2	140,09	209,4	0,775

ANEXO 11

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 14,6 kg
ENSAYO N°11

DATOS INICIALES

Lugar : LABORATORIO DE ENERGÍA
Tipo de Quemador : QUEMADOR DE ANILLOS
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,003 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1436,5645 gr.
Caudal de GLP: 50%
Presión de GLP: 15 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 09/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	10,75	20	
0:45	10	20	0,75
1:00	9,82	20	0,93
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
90,02	153,5	228,2	0,84

ANEXO 12

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CILINDRO DE 15 kg
ENSAYO N°12

DATOS INICIALES

Lugar : **LABORATORIO DE ENERGÍA**
Tipo de Quemador : **QUEMADOR DE ANILLOS**
Combustible: GLP **Estado del bombo:** Sin Precal.
Masa inicial de mezcla garapiñada : 5,0105 kg.
Masa de mezcla garapiñada : 1438,98 gr.
Caudal de GLP: 50%
Presión de GLP: 20 PSI

ELABORADO POR: SANTIAGO GUTIÉRREZ

FECHA: 09/03/2015

Tiempo [h]	Peso [kg]	T_∞ [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
0:00	10	22	
0:40	9,2	22	0,8
1:00	8,94	18	1,06
Temperatura de cocción [°C]	Temperatura de secado [°C]	Temperatura de caramelizado [°C]	<i>m</i> [kgGLP/h]
98,89	198,9	248,52	0,93

ANEXO 13

Propiedades del aire a la presión atmosférica

TABLA A.5

Propiedades del aire a la presión atmosférica*.

Los valores de μ , k , c_p y Pr dependen poco de la presión y se pueden utilizar en un intervalo bastante amplio de presiones

T, K	ρ , kg/m ³	c_p , kJ/kg · °C	$\mu \times 10^5$, kg/m · s	$\nu \times 10^6$, m ² /s	k , W/m · °C	$\alpha \times 10^4$, m ² /s	Pr
100	3,6010	1,0266	0,6924	1,923	0,009246	0,02501	0,770
150	2,3675	1,0099	1,0283	4,343	0,013735	0,05745	0,753
200	1,7684	1,0061	1,3289	7,490	0,01809	0,10165	0,739
250	1,4128	1,0053	1,5990	11,31	0,02227	0,15675	0,722
300	1,1774	1,0057	1,8462	15,69	0,02624	0,22160	0,708
350	0,9980	1,0090	2,075	20,76	0,03003	0,2983	0,697
400	0,8826	1,0140	2,286	25,90	0,03365	0,3760	0,689
450	0,7833	1,0207	2,484	31,71	0,03707	0,4222	0,683
500	0,7048	1,0295	2,671	37,90	0,04038	0,5564	0,680
550	0,6423	1,0392	2,848	44,34	0,04360	0,6532	0,680
600	0,5879	1,0551	3,018	51,34	0,04659	0,7512	0,680
650	0,5430	1,0635	3,177	58,51	0,04953	0,8578	0,682
700	0,5030	1,0752	3,332	66,25	0,05230	0,9672	0,684
750	0,4709	1,0856	3,481	73,91	0,05509	1,0774	0,686
800	0,4405	1,0978	3,625	82,29	0,05779	1,1951	0,689
850	0,4149	1,1095	3,765	90,75	0,06028	1,3097	0,692
900	0,3925	1,1212	3,899	99,3	0,06279	1,4271	0,696
950	0,3716	1,1321	4,023	108,2	0,06525	1,5510	0,699
1.000	0,3524	1,1417	4,152	117,8	0,06752	1,6779	0,702
1.100	0,3204	1,160	4,44	138,6	0,0732	1,969	0,704
1.200	0,2947	1,179	4,69	159,1	0,0782	2,251	0,707
1.300	0,2707	1,197	4,93	182,1	0,0837	2,583	0,705
1.400	0,2515	1,214	5,17	205,5	0,0891	2,920	0,705
1.500	0,2355	1,230	5,40	229,1	0,0946	3,262	0,705
1.600	0,2211	1,248	5,63	254,5	0,100	3,609	0,705
1.700	0,2082	1,267	5,85	280,5	0,105	3,977	0,705
1.800	0,1970	1,287	6,07	308,1	0,111	4,379	0,704
1.900	0,1858	1,309	6,29	338,5	0,117	4,811	0,704
2.000	0,1762	1,338	6,50	369,0	0,124	5,260	0,702
2.100	0,1682	1,372	6,72	399,6	0,131	5,715	0,700
2.200	0,1602	1,419	6,93	432,6	0,139	6,120	0,707
2.300	0,1538	1,482	7,14	464,0	0,149	6,540	0,710
2.400	0,1458	1,574	7,35	504,0	0,161	7,020	0,718
2.500	0,1394	1,688	7,57	543,5	0,175	7,441	0,730

* De Natl. Bur. Stand. (U.S.) Circ. 564, 1955.

ANEXO 14

Propiedades de la atmósfera a gran altitud

APÉNDICE 1

TABLA A-16

Propiedades de la atmósfera a gran altitud

Altitud, m	Temperatura, °C	Presión, kPa	Gravedad, g, m/s ²	Velocidad del sonido, m/s	Densidad, kg/m ³	Viscosidad, μ , kg/m · s	Conductividad térmica, W/m · K
0	15.00	101.33	9.807	340.3	1.225	1.789×10^{-5}	0.0253
200	13.70	98.95	9.806	339.5	1.202	1.783×10^{-5}	0.0252
400	12.40	96.61	9.805	338.8	1.179	1.777×10^{-5}	0.0252
600	11.10	94.32	9.805	338.0	1.156	1.771×10^{-5}	0.0251
800	9.80	92.08	9.804	337.2	1.134	1.764×10^{-5}	0.0250
1000	8.50	89.88	9.804	336.4	1.112	1.758×10^{-5}	0.0249
1200	7.20	87.72	9.803	335.7	1.090	1.752×10^{-5}	0.0248
1400	5.90	85.60	9.802	334.9	1.069	1.745×10^{-5}	0.0247
1600	4.60	83.53	9.802	334.1	1.048	1.739×10^{-5}	0.0245
1800	3.30	81.49	9.801	333.3	1.027	1.732×10^{-5}	0.0244
2000	2.00	79.50	9.800	332.5	1.007	1.726×10^{-5}	0.0243
2200	0.70	77.55	9.800	331.7	0.987	1.720×10^{-5}	0.0242
2400	-0.59	75.63	9.799	331.0	0.967	1.713×10^{-5}	0.0241
2600	-1.89	73.76	9.799	330.2	0.947	1.707×10^{-5}	0.0240
2800	-3.19	71.92	9.798	329.4	0.928	1.700×10^{-5}	0.0239
3000	-4.49	70.12	9.797	328.6	0.909	1.694×10^{-5}	0.0238
3200	-5.79	68.36	9.797	327.8	0.891	1.687×10^{-5}	0.0237
3400	-7.09	66.63	9.796	327.0	0.872	1.681×10^{-5}	0.0236
3600	-8.39	64.94	9.796	326.2	0.854	1.674×10^{-5}	0.0235
3800	-9.69	63.28	9.795	325.4	0.837	1.668×10^{-5}	0.0234
4000	-10.98	61.66	9.794	324.6	0.819	1.661×10^{-5}	0.0233
4200	-12.3	60.07	9.794	323.8	0.802	1.655×10^{-5}	0.0232
4400	-13.6	58.52	9.793	323.0	0.785	1.648×10^{-5}	0.0231
4600	-14.9	57.00	9.793	322.2	0.769	1.642×10^{-5}	0.0230
4800	-16.2	55.51	9.792	321.4	0.752	1.635×10^{-5}	0.0229
5000	-17.5	54.05	9.791	320.5	0.736	1.628×10^{-5}	0.0228
5200	-18.8	52.62	9.791	319.7	0.721	1.622×10^{-5}	0.0227
5400	-20.1	51.23	9.790	318.9	0.705	1.615×10^{-5}	0.0226
5600	-21.4	49.86	9.789	318.1	0.690	1.608×10^{-5}	0.0224
5800	-22.7	48.52	9.785	317.3	0.675	1.602×10^{-5}	0.0223
6000	-24.0	47.22	9.788	316.5	0.660	1.595×10^{-5}	0.0222
6200	-25.3	45.94	9.788	315.6	0.646	1.588×10^{-5}	0.0221
6400	-26.6	44.69	9.787	314.8	0.631	1.582×10^{-5}	0.0220
6600	-27.9	43.47	9.786	314.0	0.617	1.575×10^{-5}	0.0219
6800	-29.2	42.27	9.785	313.1	0.604	1.568×10^{-5}	0.0218
7000	-30.5	41.11	9.785	312.3	0.590	1.561×10^{-5}	0.0217
8000	-36.9	35.65	9.782	308.1	0.526	1.527×10^{-5}	0.0212
9000	-43.4	30.80	9.779	303.8	0.467	1.493×10^{-5}	0.0206
10,000	-49.9	26.50	9.776	299.5	0.414	1.458×10^{-5}	0.0201
12,000	-56.5	19.40	9.770	295.1	0.312	1.422×10^{-5}	0.0195
14,000	-56.5	14.17	9.764	295.1	0.228	1.422×10^{-5}	0.0195
16,000	-56.5	10.53	9.758	295.1	0.166	1.422×10^{-5}	0.0195
18,000	-56.5	7.57	9.751	295.1	0.122	1.422×10^{-5}	0.0195

Fuente: U.S. Standard Atmosphere Supplements. Oficina de Impresiones del Gobierno de Estados Unidos, 1966. Basadas en las condiciones medias anuales a una latitud de 45° y una variación de acuerdo con la época del año y con los patrones del clima. Las condiciones al nivel del mar ($z = 0$) se consideran como $P = 101.325$ kPa, $T = 15^\circ\text{C}$, $\rho = 1.2250$ kg/m³, $g = 9.80665$ m/s².

ANEXO 15

Tabla de presiones para el agua saturada

916 TABLAS DE PROPIEDADES, FIGURAS Y DIAGRAMAS (UNIDADES SI)												
TABLA A-5												
Agua saturada. Tabla de presiones												
Pres., P kPa	Temp. sat., T _{sat} °C	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K		
		Liq. sat., v _f	Vapor sat., v _g	Liq. sat., u _f	Evap., u _{fg}	Vapor sat., u _g	Liq. sat., h _f	Evap., h _{fg}	Vapor sat., h _g	Liq. sat., s _f	Evap., s _{fg}	Vapor sat., s _g
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2505.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2213.1	2700.2	1.4850	5.6865	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71873	535.08	2001.8	2536.8	535.35	2181.2	2716.5	1.6072	5.4453	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955
450	147.90	0.001088	0.41392	622.65	1934.5	2557.1	623.14	2120.3	2743.4	1.8205	5.0356	6.8561
500	151.83	0.001093	0.37483	639.54	1921.2	2560.7	640.09	2108.0	2748.1	1.8604	4.9603	6.8207
550	155.46	0.001097	0.34261	655.16	1908.8	2563.9	655.77	2096.6	2752.4	1.8970	4.8916	6.7886
600	158.83	0.001101	0.31560	669.72	1897.1	2566.8	670.38	2085.8	2756.2	1.9308	4.8285	6.7593
650	161.98	0.001104	0.29260	683.37	1886.1	2569.4	684.08	2075.5	2759.6	1.9623	4.7699	6.7322
700	164.95	0.001108	0.27278	696.23	1875.6	2571.8	697.00	2065.8	2762.8	1.9918	4.7153	6.7071
750	167.75	0.001111	0.25552	708.40	1865.6	2574.0	709.24	2056.4	2765.7	2.0195	4.6642	6.6837

ANEXO 16

Propiedades de los metales

TABLA A.2
Propiedades de los metales*. (Continuación.)

Metal	Propiedades a 20 °C				Conductividad térmica k , W/m · °C									
	ρ , kg/m ³	c_p , kJ/kg · °C	k , W/m · °C	$\alpha \times 10^5$, m ² /s	-100 °C -148 °F	0 °C 32 °F	100 °C 212 °F	200 °C 392 °F	300 °C 572 °F	400 °C 752 °F	600 °C 1112 °F	800 °C 1477 °F	1,000 °C 1,832 °F	1,200 °C 2,192 °F
Cobalt:														
Puro	8,954	0,3831	386	11,234	407	386	379	374	369	363	353			
Bronce de aluminio														
95% Cu, 5% Al	8,666	0,410	83	2,330										
Bronce 75% Cu, 25% Sn	8,666	0,343	16	0,859										
Latón rojo 85% Cu, 9% Sn, 6% Zn	8,714	0,385	61	1,804		59	71							
Latón 70% Cu, 30% Zn	8,572	0,385	111	3,412	88		138	144	147	147				
Plata alemana 62% Cu, 15% Ni, 22% Zn	8,618	0,394	24,9	0,733	19,2		31	40	45	48				
Constantan 60% Cu, 40% Ni	8,922	0,410	22,7	0,612	21		22,2	26						
Magnesio:														
Puro	1,746	1,013	171	9,708	178	171	168	163	157	109	106	102	99	92
Mg-Al (electrolítico) 6-8% Al, 1-2% Zn	1,810	1,00	66	3,605	52	52	62	74	83					
Molibdeno:														
Puro	10,220	0,251	123	4,790	138	125	118	114	111	109	106	102	99	92
Níquel:														
Puro (99,9%)	8,906	0,4459	90	2,266	104	93	83	73	64	59	59	57	57	57
Ni-Cr 90% Ni, 10% Cr	8,666	0,444	17	0,444		17,1	18,9	20,9	22,8	24,6	22,5			
80% Ni, 20% Cr	8,314	0,444	12,6	0,343		12,3	13,8	15,6	17,1	18,0				
Plata:														
Purísima	10,524	0,2340	419	17,004	419	417	415	412	362	360				
Pura (99,9%)	10,525	0,2340	407	16,563	419	410	415	374	362	360				
Estado puro	7,304	0,2265	64	3,884	74	65,9	59	57	57					
Wolframio	19,350	0,1344	163	6,271	166	166	151	142	133	126				
Cinc, puro	7,144	0,3843	112,2	4,106	114	112	109	106	100	93				

* Adaptado al SI de E. R. G. Ecker y F. M. Dake: *Heat and Mass Transfer*, 2.^a ed. McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1959.

ANEXO 17

Datos térmicos relacionados con los alimentos

122 MANUAL DE DATOS PARA INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS						
<i>(continuación)</i>						
Alimento	% H ₂ O	P. C. °C	Calor específico (kJ/kg °C)		Conductivi- dad térmica (W/m °K)	Calor latente
			Por encima del punto de congela- ción	Por debajo del punto de congela- ción		
Acida	57-73	-	2.93	1.26	-	-
Cuajada, queso «cottage»	60-70	-	3.27	-	-	-
Dátiles secos	20	-20	1.51	1.09	-	67.5
Huevos, en carto.	-	-3	3.18	1.68	-	233
Huevo	-	-3	3.2	1.67	0.33-0.97	276
Berenjena	92.7	-0.9	3.94	2.01	-	307
Endivia	93.3	-0.6	3.94	2.01	-	307
Higos secos	24	-	1.63	1.13	-	79
Higos frescos	78	-2.7	3.43	1.80	-	261
Harina	12-13.5	-	1.8-1.9	1.17	-	-
Trigo	8.8	-	-	0.450	-	-
Ajo seco	74.2	-3.7	3.31	1.76	-	247
Uvaespina	88.3	-1.7	3.77	1.93	0.28- 0.33 ₁₆	293
Pomelo	88.8	-2	3.81	1.93	-	293
Uva, USA	81.9	-2.5	3.60	1.84	-	270
Rabanitos	73.4	-3.1	3.27	1.76	-	247
Puerros verdes	88.2	-1.6	3.77	1.93	-	293
Limonas	89.3	-2.2	3.85	1.93	-	295
Lechugas	94.8	-0.4	4.02	2.01	-	316
Limas	86	-1.7	3.73	1.93	-	284
Macarrones	12-14	-	1.84	1.88	0.490	-
Mangos	93	0	3.77	1.93	-	312
Azúcar de arce	5	-	1.01	0.88	-	16.3
Jarabe de arce	36	-	2.05	1.30	-	121
Margarina	9-15	-	1.8-2.1	-	0.234	-
Melón	92.6	-6.7	3.94	2.01	-	307
Melón	92.7	-1.7	3.94	2.01	-	307
Sandía	92.1	-1.6	4.06	2.01	-	307
Leche	87.5	-0.6	3.89	2.05	-	288
Setas	91.1	-1	3.89	1.97	-	302
Nectarinas	82.9	-1.7	3.77	2.05	0.585 _g	277
Nueces secas	3-10	-	0.8-1.2	0.8-1.0	-	10-32
Olivas	75.2	-1.9	3.35	1.76	-	251
Cebollas	87.5	-1.1	3.77	1.93	-	288
Naranjas	87.2	-2.2	3.77	1.93	0.415 _{15.6}	288
Zumo de naranja	89	-1.2	3.89	-	0.544 _{15.6}	-

ANEXO 18

Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes

912							
TABLAS DE PROPIEDADES, FIGURAS Y DIAGRAMAS (UNIDADES SI)							
TABLA A-3							
Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes							
a) Líquidos							
Sustancia	Datos de ebullición a 1 atm		Datos de congelación		Propiedades de líquidos		
	Punto de ebullición normal, °C	Calor latente de vaporización h_{fg} , kJ/kg	Punto de congelación, °C	Calor latente de fusión h_{if} , kJ/kg	Temperatura, °C	Densidad ρ , kg/m ³	Calor específico c_p , kJ/kg · K
Aceite comestible (ligero)					25	910	1.80
Agua	100	2257	0.0	333.7	0	1000	4.22
					25	997	4.18
					50	988	4.18
					75	975	4.19
					100	958	4.22
Alcohol etílico	78.6	855	-156	108	20	789	2.84
Amoniaco	-33.3	1357	-77.7	322.4	-33.3	682	4.43
					-20	665	4.52
					0	639	4.60
					25	602	4.80
Argón	-185.9	161.6	-189.3	28	-185.6	1394	1.14
Benceno	80.2	394	5.5	126	20	879	1.72
n-Butano	-0.5	385.2	-138.5	80.3	-0.5	601	2.31
Dióxido de carbono	-78.4*	230.5 (a 0°C)	-56.6	—	0	298	0.59
Etanol	78.2	838.3	-114.2	109	25	783	2.46
Etilén glicol	198.1	800.1	-10.8	181.1	20	1109	2.84
Glicerina	179.9	974	18.9	200.6	20	1261	2.32
Helio	-268.9	22.8	—	—	-268.9	146.2	22.8
Hidrógeno	-252.8	445.7	-259.2	59.5	-252.8	70.7	10.0
Isobutano	-11.7	367.1	-160	105.7	-11.7	593.8	2.28
Mercurio	356.7	294.7	-38.9	11.4	25	13,560	0.139
Metano	-161.5	510.4	-182.2	58.4	-161.5	423	3.49
					-100	301	5.79
Metanol	64.5	1100	-97.7	99.2	25	787	2.55
Nitrógeno	-195.8	198.6	-210	25.3	-195.8	809	2.06
					-160	596	2.97
Octano	124.8	306.3	-57.5	180.7	20	703	2.10
Oxígeno	-183	212.7	-218.8	13.7	-183	1141	1.71
Petróleo	—	230-384	—	—	20	640	2.0
Propano	-42.1	427.8	-187.7	80.0	-42.1	581	2.25
					0	529	2.53
					50	449	3.13
Queroseno	204-293	251	-24.9	—	20	820	2.00
Refrigerante 134a	-26.1	217.0	-96.6	—	-50	1443	1.23
Salmuera (20% de cloruro de sodio a base másica)	103.9	—	-17.4	—	20	1150	3.11
					-26.1	1374	1.27
					0	1295	1.34
					25	1207	1.43

* Temperatura de sublimación. (A presiones por debajo de la presión de punto triple de 518 kPa, el dióxido de carbono existe como un sólido o un gas. También, la temperatura de punto de congelamiento del dióxido de carbono es la temperatura de punto triple de -56.5°C.)

ANEXO 19

Propiedades térmicas del agua sobrecalentada

VAPOR DE AGUA RECALENTADO

Temperatura °K	Densidad ρ (Kg/m ³)	Calor específico c_p kJ/Kg°C	Visc. dinám. $\eta \cdot 10^6$ (Kg/m.seg)	Visc. cinem. $\nu \cdot 10^6$ (m ² /seg)	Conductiv. térmica "k" W/m°C	Dif. térmica $\alpha \cdot 10^4$ (m ² /seg)	Pr
380	0,5863	2,0600	12,71	21,6	0,0246	0,204	1,060
400	0,5542	2,0140	13,44	24,2	0,0261	0,234	1,040
450	0,4902	1,9800	15,25	31,1	0,0299	0,307	1,010
500	0,4405	1,9850	17,04	38,6	0,0339	0,387	0,996
550	0,4005	1,9970	18,84	47,0	0,0379	0,475	0,991
600	0,3652	2,0260	20,67	56,6	0,0422	0,573	0,986
650	0,3380	2,0560	22,47	64,4	0,0464	0,666	0,995
700	0,3140	2,0850	24,26	77,2	0,0505	0,772	1,000
750	0,2931	2,1190	26,04	88,8	0,0549	0,883	1,005
800	0,2739	2,1520	27,86	102,0	0,0592	1,001	1,010
850	0,2579	2,1860	29,69	115,2	0,0637	1,130	1,019

ANEXO 20

Emisividades de algunos metales

2.- EMISIVIDADES NORMALES

METALES	Estado superficie	Temperatura (°C)	Emisividad	NO METALES	Estado superficie	Temperatura (°C)	Emisividad
Aluminio	placa pulida	25	0,040	Amianto	en cartón	37	0,960
Aluminio	placa pulida	200-600	0,038-0,06	Amianto	en papel	37	0,930
Aluminio	oxidado	100-500	0,20-0,33	Ladrillo	1,5962	1000	0,380
Aluminio	placa mate	25	0,070	Ladrillo	rojo, rugoso	20	0,930
Antimonio	pulido	37-260	0,28-0,31	Ladrillo	gris, satinado	1100	0,750
Latón	oxidado	200-500	0,600	Ladrillo	silice	540	0,800
Latón	pulido	20-300	0,05-0,032	Carbón,	filamento	1050-1400	0,526
Latón	placa usada	50-350	0,220	Carbón,	carbonilla bujias	95-270	0,953
Latón	mate	50	0,202	Carbón,	negro de humo	20	0,930
Cromo	pulido	37-1100	0,058	Cerámica	alfarería, satinado	20	0,900
Cobre	negro oxidado	37	0,780	Cerámica	porcelana	22	0,920
Cobre	ligeramente mate	25	0,037	Cerámica	refractaria, negra	93	0,940
Cobre	pulido	37-260	0,04-0,05	Arcilla	caldeada	70	91
Cobre	1,5962	80	0,018	Hormigón	rugoso	37	0,94
Oro	no pulido	20	0,470	Vidrio	liso	22	0,940
Oro	pulido	37-260	0,020	Vidrio	1,5962	260-530	0,95-0,85
Hierro	oxidado	100	0,740	Hielo	liso	0	0,966
Hierro	esmerilado	20	0,240	Hielo	rugoso	0	0,985
Hierro	pulido	425-1025	0,14-0,38	Mármol	grano fino pulido	22	0,93
Hierro	1,5962	175-225	0,052-0,064	Mica		37	0,75
Hierro	todo oxidado	20	0,69	Mampostería	emplastecida	0	0,930
Hierro	laminado	925-1100	0,87-0,95	Papel	ordinario	20	0,8-0,9
Fundición	mecanizada	22	0,44	Papel	amianto	20	0,950
Fundición	1,5962	200-600	0,64-0,78	Papel	alquitranado	20	0,910
Plomo	1,5962	200	0,63	Papel	ordinario	95	0,920
Plomo	oxidado gris	23	0,280	Yeso blanco	rugosa	20	0,930
Plomo	pulido	130-260	0,08-0,056	Porcelana	vidriada	20	0,930
Magnesio	pulido	37-260	0,07-0,13	Cuarzo fundido	rugoso	20	0,930
Magnesio	oxidado	275-825	0,55-0,2	Goma blanda	gris	25	0,860
Molibdeno	para filamentos	700-2600	0,10-0,20	Goma dura	negra rugosa	25	0,950
Molibdeno	pulido	150-480	0,02-0,05	Madera de haya	láminas	25	0,935
1,5962	pulido	37	0,170	Madera de encina	láminas	25	0,885
Níquel	1,5962	260-540	0,37-0,48	Tierra		37	0,950

Quemadores de anillos



TECHNICAL DETAILS



Code	RB10
Description	Single Ring Burner
Size	275 x 158 x 70mm
Weight	1.85kg
Output	5,900BTU

Gas Jet	
Burner:	0.875mm

Consumption	
Inlet Pressure:	2.75kPa
Consumption:	200g/hr 9.99MJ/hr



Code	RB20
Description	Single Ring Burner
Size	320 x 190 x 80mm
Weight	2.5kg
Output	7,500BTU

Gas Jet	
Burner:	0.875mm

Consumption	
Inlet Pressure:	2.75kPa
Consumption:	192g/hr 9.65MJ/hr



Code	RB30
Description	Double Ring Burner
Size	420 x 162 x 85mm
Weight	4.0kg
Output	15,300BTU

Gas Jet	
Burner 1:	1.075mm
Burner 2:	0.600mm

Consumption	
Inlet Pressure:	2.75kPa
Consumption:	353g/hr 17.67MJ/hr



Code	RB40
Description	Triple Ring Burner
Size	410 x 255 x 100mm
Weight	6kg
Output	36,000BTU

Gas Jet	
Burner 1:	0.575mm
Burner 2:	0.875mm
Burner 3:	1.275mm

Consumption	
Inlet Pressure:	2.75kPa
Consumption:	610g/hr 30.54MJ/hr



Code	RB50
Description	Quadruple Ring Burner
Size	563 x 335 x 115mm
Weight	13kg
Output	75,000BTU

Gas Jet	
Burner 1:	0.575mm
Burner 2:	1.000mm
Burner 3:	1.275mm
Burner 4:	1.475mm

Consumption	
Inlet Pressure:	2.75kPa
Consumption:	1.3kg/hr 56.45MJ/hr



WARRANTY

This appliance is covered against faulty workmanship and materials for a period of 12 months from the date of original purchase.

The following items are not covered by warranty:

- Blocked gas jets

Each of these items are a serviceable part and are readily available from your specialist outdoor retailer.

Distributed by
PRIMUS AUSTRALIA Pty Ltd
Bundoora Victoria 3083
www.primusaustralia.com.au

ANEXO 22

Precios de derivados de petróleo en los terminales de EP PETROECUADOR a las comercializadoras

VARIACIÓN SEMANAL


VIGENCIA: DEL 30 DE ABRIL AL 06 DE MAYO DE 2015

PRODUCTO	PRECIO EN TERMINAL (Incluye el 12% del I.V.A.)
SECTOR PETROLERO Y MINERO US \$ / GLN. (Art. 7 D. E. 338 de 25-JUL-05)	
GASOLINA EXTRA	2,143098
GASOLINA SUPER	2,402938
DIESEL	1,945440
ABSORVER	1,945440
JET FUEL INTERNACIONAL	2,097476
JET FUEL INT. (ETAPA 4)	2,097476
FUEL OIL	1,341280
SECTOR NAVIERO US \$ / TM. (Art. 5 D. E. 338 de 25-JUL-05)	
MDO 1	795,000000
MDO 2	795,000000
FUEL OIL 4 LIBERTAD	288,616419
FUEL OIL 4 ESMERALDAS	285,444810
SECTOR INDUSTRIAL GLP US \$ / KG. (Art. 10 D. E. 338 de 25-JUL-05)	
GLP INDUSTRIAL	0.600555
SECTOR USO PARTICULAR Y PESCA DEPORTIVA US \$ / GLN. (Art. 1 D. E. 1470 R.O. 490 de 17-DIC-08)	
EXTRA INTERNACIONAL	2,143098
SUPER INTERNACIONAL	2,402938
DIESEL INTERNACIONAL	2,565389

ANEXO 23

Especificaciones técnicas del acero estructural ASTM A 36 SAE 1008

ANGULOS




PERFILES IMPORTADOS

ANGULOS

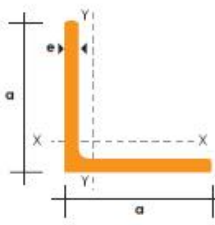
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	55.14	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	55.14	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	72.36	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.24	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.56	22.56

También en galvanizado e inoxidable



8 PRX (02) 2293 750 / Quito - Ecuador www.dipacmanta.com

ANEXO 24

Grupos adimensionales utilizados en la transferencia de calor

$$1) \text{ N}^\circ \text{ de BIOT: } Bi = \frac{h_c L}{k}$$

Es el cociente entre la resistencia térmica del sólido y la resistencia térmica del fluido.

$$2) \text{ N}^\circ \text{ de FOURIER: } Fo = \frac{\alpha t}{L^2}$$

Es el cociente entre la conducción del calor y el calor almacenado
Se utiliza en problemas de transferencia de calor transitorios

$$3) \text{ N}^\circ \text{ de GRAETZ: } Gz = Re Pr \left(\frac{d}{L}\right) = \frac{\rho u d^2 c_p}{k L}$$

Se utiliza en problemas de convección forzada.

$$4) \text{ N}^\circ \text{ de GRASHOF: } Gr = \frac{g \beta \Delta T L^3}{\nu^2}$$

Es el cociente entre las fuerzas de flotación y las fuerzas de viscosidad.

$$5) \text{ N}^\circ \text{ de LEWIS: } Le = \frac{\alpha}{e}$$

Es el cociente entre la difusividad térmica y la difusividad molecular
Se utiliza en problemas de transferencia de masa

$$6) \text{ N}^\circ \text{ de NUSSELT: } Nu = \frac{h_c L}{k}$$

Es el coeficiente básico de la transferencia de calor por convección.

$$7) \text{ N}^\circ \text{ de PECLET: } Pe = Re Pr = \frac{\rho u L c_p}{k}$$

Es el cociente entre la transferencia de calor por convección y por conducción
Se utiliza en problemas de convección forzada.

$$8) \text{ N}^\circ \text{ de PRANDTL: } Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\eta c_p}{k}$$

Es el cociente entre el impulso y la difusividad térmica.

$$9) \text{ N}^\circ \text{ de RAYLEIGH: } Ra = Gr Pr = \frac{g \beta \Delta T L^3}{\nu^2} Pr = \frac{g \beta \Delta T L^3}{\nu \alpha}$$

Se utiliza en problemas de convección libre

$$10) \text{ N}^\circ \text{ de REYNOLDS: } Re = \frac{u L}{\nu}$$

Es el cociente entre las fuerzas de inercia y las fuerzas de viscosidad.

$$11) \text{ N}^\circ \text{ de SCHMIDT: } Sc = \frac{\nu}{e}$$

Es el cociente entre el impulso y la difusión de masa.

$$12) \text{ N}^\circ \text{ de SHERWOOD: } Sh = \frac{k L}{e}$$

Es el cociente entre la difusividad de masa y la difusividad molecular.

$$13) \text{ N}^\circ \text{ de STANTON: } St = \frac{Nu}{Re Pr} = \frac{h_c}{\rho c_p u}$$

Es el cociente entre el calor transferido en la superficie y el transportado por el fluido.

$$14) \text{ N}^\circ \text{ de JAKOB: } Ja_1 = \frac{c_{p1} (T_{sat} - T_{pared})}{r_{1-v}}$$

Es el cociente entre el calor sensible del líquido sobrecalentado y el calor latente del cambio de estado

Válvula reguladora de baja presión

www.rego-europe.de

597 Series

High Pressure Industrial Regulator 597 Series

597 Series

Application

Designed to reduce LP-Gas container pressure down to between 0.2 bar and 7,0 bar. Ideal for liquid or vapour service, they can be used in a variety of applications including salamander heaters, weed burning torches, fish cookers, tar pot heaters, and other industrial type services.



Are in accordance with the requirements of Directive 97/23/EC for pressure equipment. But being pressure equipment equal or below the limits in section 1.1, 1.2 and 1.3 of Article 3 are stated to be designed and manufactured with the sound engineering practice of a Member State in order to ensure safe use. 597 series are UL approved

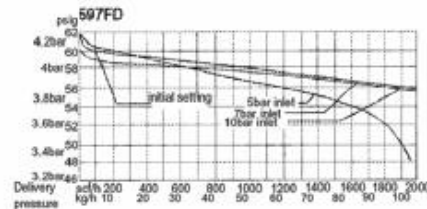
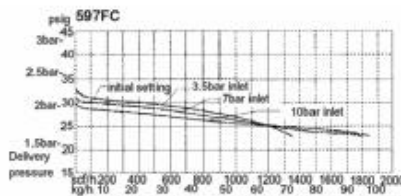
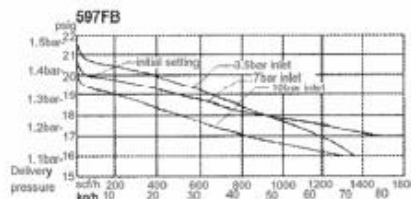
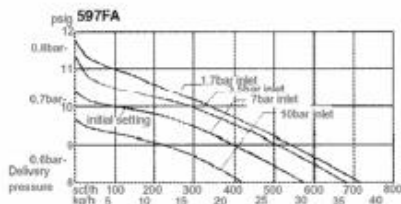


Ordering Information

Part Number	Adjustment Method	Inlet Connection	Outlet Connection	Recommended Delivery Pressure range in bar	Capacity Determined at Set pressure of bar *	Approximate Capacity Propane **
597FA	Tee Handle	1/4" F.NPT	1/4" F.NPT	0,1 – 1,0	0,7	37 kg/h
597FB	Tee Handle	1/4" F.NPT	1/4" F.NPT	0,7 – 2,0	1,4	63 kg/h
597FC	Tee Handle	1/4" F.NPT	1/4" F.NPT	1,4 – 3,0	2,0	73 kg/h
597FD	Tee Handle	1/4" F.NPT	1/4" F.NPT	2,8 – 7,0	2,8	94 kg/h

* Set pressure established at 7,0 bar inlet and a flow of 5,0 kg/h

** Capacity determined at actual delivery pressure 20% less than set pressure with inlet pressure 1,4 bar higher than the set pressure



REGO GmbH - Distribution Center Europe
 Industriestrasse 9, D-35075 Gladenbach, Germany
 Phone +49 (0)6462-9147-0, Fax -9147-29
 info@rego-europe.de · www.rego-europe.de

ADMINISTRACIÓN SANITARIA ESTATAL

REAL DECRETO 397/1990, DE 16 MARZO, POR EL QUE SE APRUEBAN LAS CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS, DISTINTOS DE LOS POLIMÉRICOS

BOE 27 marzo 1990, núm. 74/1990 [pág. 8562]

VALLADOLID, noviembre 2003

REAL DECRETO 397/1990, DE 16 MARZO, POR EL QUE SE APRUEBAN LAS CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS, DISTINTOS DE LOS POLIMÉRICOS

Artículo 1.º

Lo dispuesto por el presente Real Decreto, será de aplicación a todo material destinado a ser utilizado en contacto con los alimentos y productos alimentarios, en cualquier momento de su preparación y elaboración, distribución y consumo, con excepción de los materiales poliméricos, que se regirán por lo dispuesto específicamente por el Real Decreto 1125/1982, de 30 de abril, por el que se aprobó la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercialización de materiales poliméricos en relación con los productos alimenticios y alimentarios, y las normas que lo desarrollan, y las sustancias de envoltura y de cobertura, tales como las que cubren los quesos, los productos de charcutería o las frutas, que forman cuerpo con los alimentos y podrían ser consumidos junto con ellos, que seguirán reguladas por lo dispuesto en los epígrafes 2.04.06 y 2.04.07 del capítulo IV del vigente Código Alimentario Español.

Se aplicará igualmente a los materiales en contacto con el agua destinada al consumo humano, con excepción de los empleados en las instalaciones fijas, públicas o privadas, al servicio de suministros de aguas potables de consumo público.

Lo dispuesto en el presente Real Decreto no se aplicará a las antigüedades.

Artículo 2.º

Todo aparato, utensilio, envoltente o cualquier objeto, destinado a ser utilizado en contacto con los alimentos o productos alimentarios, deberá ser mantenido en las debidas condiciones de conservación, higiene y limpieza y, con independencia de las condiciones exigibles para cada uso específico, en cumplimiento del vigente Código Alimentario Español y disposiciones que lo desarrollan, deberá reunir, con carácter general, las condiciones siguientes:

- a) Estar fabricado con materiales autorizados para su uso en contacto con los alimentos y productos alimentarios.
- b) No ocasionar modificaciones inaceptables en las características de composición y los caracteres organolépticos de los alimentos.
- c) No ceder constituyentes en cantidades que supongan riesgo para la salud humana a los alimentos y productos alimentarios.

Los materiales complejos, compuestos de varias capas de distinta naturaleza, se considerarán como una única unidad a los efectos del cumplimiento de las condiciones establecidas por la presente disposición. Los ensayos para verificar

su cumplimiento, se realizarán por la superficie prevista para su utilización en contacto con los alimentos y productos alimentarios.

Cuando un recipiente, utensilio, aparato, envolverte o cualquier objeto destinado a ser utilizado en contacto con los alimentos, esté constituido por dos o más materiales, no existirán entre éstos interacciones que puedan producir una disminución de su aptitud técnica o un riesgo sanitario.

A efectos de cesiones, los materiales aportados en la soldadura, pegado, ensamblado o sellado se estudiarán sobre el recipiente, utensilio, aparato, envolverte o cualquier otro objeto al que sean incorporados que, a estos efectos, se considerará como una unidad de análisis.

Artículo 3.º

Se autorizan para uso en contacto con los alimentos y productos alimentarios, los materiales incluidos en la siguiente lista positiva:

3.1 Metales y sus aleaciones:

- a) Metales nobles, níquel y cromo.
- b) Aluminio y sus aleaciones.
- c) Fundición y acero moldeado, forjado o laminado.
- d) Acero recubierto de cromo, estaño o zinc.
- e) Aceros inoxidable.
- f) Hojalatas electrolíticas o estañadas en caliente.
- g) Zinc y sus aleaciones.
- h) Estaño y sus aleaciones.
- i) Cobre y sus aleaciones.

3.2 Vidrio, cerámica, mármol y cemento:

- a) Vidrios: Vidrio, vitrocrystalinos, cristal y otros vidrios al plomo.
- b) Materiales cerámicos, porcelana, vítreos, lozas, azulejos y otros materiales cerámicos de construcción, gres y alfarería, recubiertos o no de esmaltes cerámicos.
- c) Metales recubiertos de esmaltes cerámicos vitrificados.
- d) Mármol y otros materiales pétreos.
- e) Derivados del cemento.

3.3 Compuestos celulósicos:

- a) Papel y cartón, impregnados o no.
- b) Película de celulosa regenerada.
- c) Materiales estratificados compuestos por varias capas de diferente naturaleza, en los que la capa que confiera las propiedades mecánicas sea de naturaleza celulósica.

3.4 Maderas, corcho, cueros y pieles y fibras naturales:

- a) Madera.
- b) Corcho.
- c) Cueros y pieles.
- d) Tejidos y fibras vegetales o animales.

3.5 Productos aportados en la soldadura, pegado, sellado, embalsamado y otras operaciones análogas utilizadas en buena práctica de fabricación.

Artículo 4.º

La idoneidad de los diversos materiales relacionados en el artículo 3.º para ser utilizados en contacto con los alimentos y productos alimentarios, se fijará para cada tipo de material por su regulación específica, que contendrá las prescripciones siguientes:

- a) La lista positiva de sustancias y materias cuyo empleo queda autorizado, con expresión, en su caso, de los porcentajes máximos de utilización.
- b) Los criterios de pureza de estas sustancias o materia.
- c) Las condiciones particulares de empleo de estas sustancias o materias y/o de los materiales y objetos en los cuales han sido utilizadas.
- d) Cesiones y/o extracciones máximas admisibles.
- e) Prescripciones destinadas a proteger la salud humana, frente a eventuales riesgos, derivados de contactos bucales con los materiales y objetos.
- f) Otras prescripciones que permitan asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo segundo.
- g) Definición de los métodos de toma de muestras, de ensayo y análisis que permitan la verificación del cumplimiento de las prescripciones establecidas en el Presente Real Decreto y en las disposiciones que lo desarrollen.

Artículo 5.º

La fabricación de materiales y de aparatos, utensilios y envoltentes, o cualquier objeto, destinados a ser utilizados en contacto con los alimentos y productos alimentarios, deberá ser sometida a ensayos que garanticen el cumplimiento de las prescripciones que impone el presente Real Decreto y las disposiciones que lo desarrollen.

Toda fabricación será sometida a los correspondientes controles, de los que se conservará la documentación oportuna, que permanecerá a disposición de los servicios de inspección.

Artículo 6.º

Los materiales comprendidos en el ámbito de aplicación de la presente disposición, así como los aparatos, utensilios, envoltentes o cualquier otro objeto, se presentarán debidamente envasados o embalados, salvo aquellos que la correcta práctica de distribución permita su suministro a granel.

Los datos obligatorios del marcado y etiquetado se expresarán necesariamente, al menos, en la lengua española oficial del Estado, en la que igualmente será obligatorio consignar las instrucciones de uso, seguridad y mantenimiento.

Artículo 7.º

Cuando los materiales, semiproductos y productos objeto de esta disposición vayan destinados a la industria, en la documentación de entrega o en las correspondientes etiquetas de los envases o en los rótulos en los embalajes, o sobre los propios materiales y objetos se harán constar de forma inequívoca, sin perjuicio de las obligaciones derivadas del cumplimiento de otras disposiciones, los datos siguientes:

Modo de empleo, haciendo constar las instrucciones para su uso, cuando su omisión pueda causar una incorrecta utilización.

Nombre o razón social o denominación del fabricante o del transformador, o de un vendedor establecido dentro de la Comunidad y, en todo caso, su domicilio.

La leyenda «para uso alimentario» o bien el símbolo que figura en el anejo, o bien una mención específica relativa a su empleo, tal como máquina de café, botella para vino, cuchara para sopa.

Artículo 8.º

Cuando se trate de aparatos, utensilios, envoltentes o cualquier otro objeto o material, disponible para su venta al consumidor final, bien en las correspondientes etiquetas de los envases o en los rótulos de los embalajes, bien sobre los propios materiales y objeto o bien sobre un rótulo que se encuentre en la proximidad inmediata de estos y claramente

visible por los compradores, sin perjuicio de las obligaciones derivadas del cumplimiento de otras disposiciones, se harán constar los siguientes datos:

Modo de empleo, haciendo constar las instrucciones para su uso, cuando su omisión pueda causar una incorrecta utilización.

Nombre o razón social o denominación del fabricante o del transformador, o de un vendedor establecido dentro de la Comunidad y, en todo caso, su domicilio. No obstante, este dato solamente podrá figurar en un rótulo que se encuentre en la proximidad inmediata de estos productos si sobre dichos materiales y objetos no puede colocarse la mención o una etiqueta que la contenga, por razones técnicas, ni en la fase de fabricación ni en la comercialización.

La leyenda «para uso alimentario» o bien el símbolo que figura en el anejo, o bien una mención específica relativa a su empleo, tal como máquina de café, botella para vino, cuchara para sopa.

Artículo 9.º

9.1 Exportación: Los productos contemplados en esta Reglamentación que se elaboren con destino exclusivo para su exportación a países no pertenecientes a la Comunidad Económica Europea y no cumplan lo dispuesto en esta Reglamentación, deberán estar envasados y etiquetados de forma que se identifiquen como tales inequívocamente, llevando impresa en caracteres bien visibles la palabra «EXPORT», no pudiendo comercializarse ni consumirse en España.

9.2 Importación: Los productos de importación comprendidos en la presente Reglamentación provenientes de países que no son parte del Acuerdo de Ginebra sobre obstáculos técnicos al comercio de 12 de abril de 1979, ratificado por España «Boletín Oficial del Estado» de 17 de noviembre de 1981, además de cumplir las disposiciones establecidas en la presente Reglamentación, deberán hacer constar en su etiquetado el país de origen.

Artículo 10. Régimen sancionador.-Las infracciones a lo dispuesto en el presente Real Decreto serán sancionadas en cada caso por las autoridades competentes, de acuerdo con la legislación vigente y con lo previsto en el Real Decreto 1945/1983, de 22 de junio «Boletín Oficial del Estado» de 15 de julio, por el que se regulan las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria y en la disposición final segunda de la Ley 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, previa instrucción del correspondiente expediente administrativo.

PLANOS

1

2

3

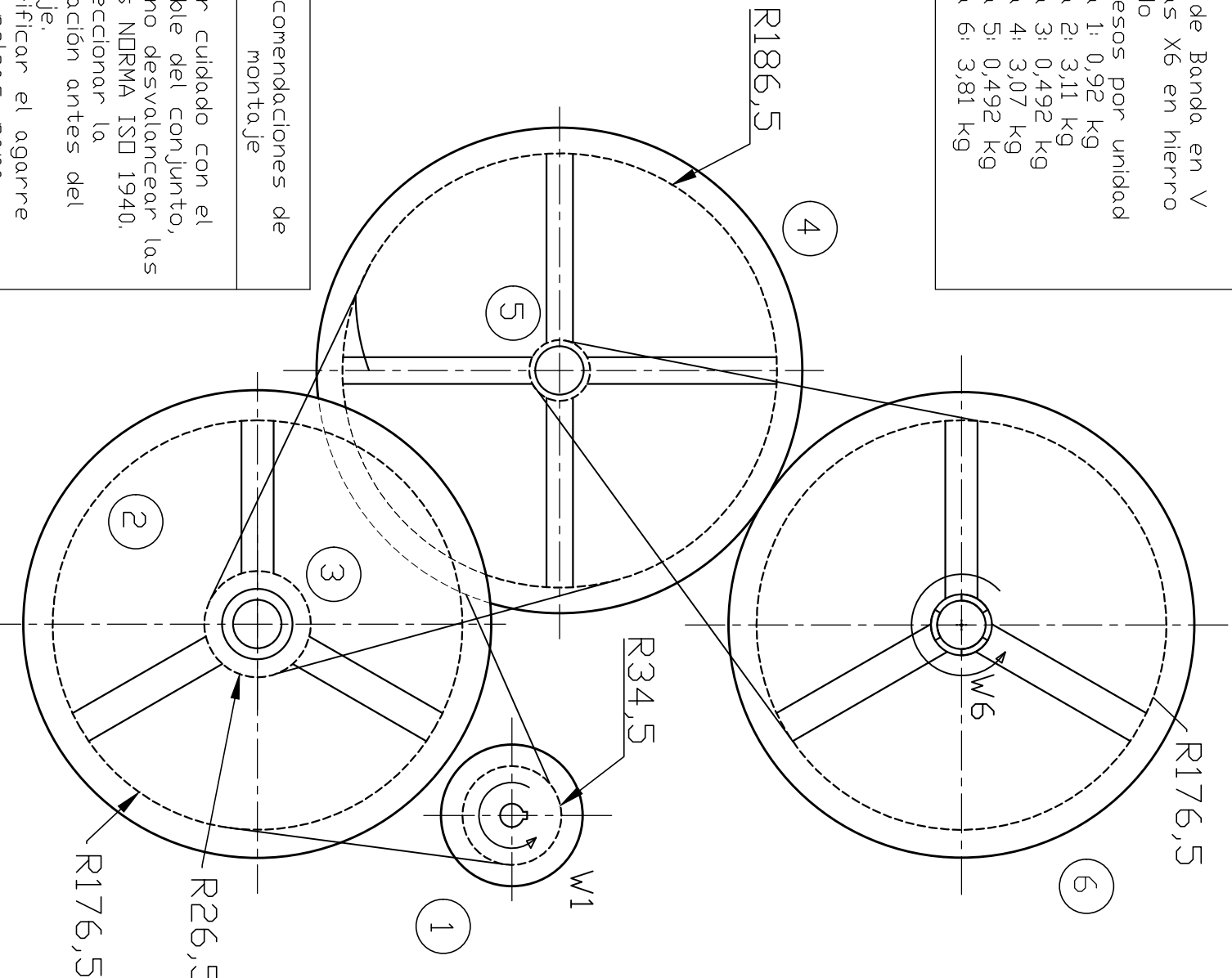
4

TRANSMISION POR BANDAS

- Tipo de Banda en V
- Poleas X6 en hierro fundido

Pesos por unidad

- Polea 1: 0,92 kg
- Polea 2: 3,11 kg
- Polea 3: 0,492 kg
- Polea 4: 3,07 kg
- Polea 5: 0,492 kg
- Polea 6: 3,81 kg



Recomendaciones de montaje

- Tener cuidado con el ensamble del conjunto, para no desvalancear las poleas NDRMA ISD 1940.
- Inspeccionar la lubricación antes del montaje.
- Verificar el agarre entre poleas, para transmitir la potencia necesaria

Tolerancia		(Peso)
		15,53 kg

Materiales: HIERRO FUNDIDO

Dibujo:	Fecha	Nombre
11/05/15	11/05/15	Sr. Gutierrez S.
Revisó:	11/05/15	Ing. Cabrera S.
Aprobó:	11/05/15	Ing. Cabrera S.

Denominación:

MECANISMO DE TRANSMISION MECÁNICA

Escala:

1:5

Número del dibujo: 01 de 02

(Sustitución)



Edición

Modificación

Fecha

Nombre

UTA
Ing. Mecánica

