



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS (ENERGÍA
ELÉCTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA
EMPRESA NOVA CAFÉ**

Oliver Ovando Roblero Godínez

Asesorado por el Ing. Carlos Augusto Cabrera Olivares

Guatemala, mayo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS (ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA EMPRESA NOVA CAFÉ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OLVER OVANDO ROBLERO GODÍNEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS AUGUSTO CABRERA OLIVARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magali Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS (ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA EMPRESA NOVA CAFÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 11 de febrero de 2015.

Olver Ovando Roblero Godínez

Guatemala 12 de octubre de 2015

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Faculta de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio hago de su conocimiento que yo Carlos Augusto Cabrera Olivares, Ingeniero Mecánico Industrial, colegiado 10132. Asesore y revise el trabajo de Graduación del Estudiante Olver Ovando Roblero Godínez carné 200511652 titulado **PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGETICOS (ENERGIA ELECTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA EMPRESA NOVA CAFÉ.** Por lo que considero que cumple con los requisitos para que pueda seguir con la continuidad del proceso de aprobación del trabajo de graduación.

Agradeciendo tomar nota de la presente me suscribo

Atentamente




Ing. Carlos Augusto Cabrera Olivares
Colegiado Activo 10132

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.038.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS (ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA EMPRESA NOVA CAFÉ**, presentado por el estudiante universitario **Olver Ovando Roblero Godínez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala; marzo de 2017.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.072.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS (ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA EMPRESA NOVA CAFÉ**, presentado por el estudiante universitario **Olver Ovando Roblero Godínez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.246-2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS (ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS PROPANO) EN EL PROCESO DE TOSTADO DE CAFÉ, DE LA EMPRESA NOVA CAFÉ.** presentado por el estudiante universitario: **Olver Ovando Roblero Godínez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

9/27/17
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, mayo de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser una importante influencia en mi carrera.
- Mis padres** Catalicio Roblero Pérez y Sabina Godínez de León. Su amor será siempre mi inspiración.
- Mis hermanos** Gilda, Glenda, Alexander y Gabriela Roblero Godínez, por su apoyo incondicional y su ejemplo a seguir, los quiero.
- Mis abuelos** Thomas Godínez y Rogelio Roblero, por su apoyo incondicional y su ejemplo a seguir, descansen en paz.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser una importante influencia en mi carrera.

Facultad de Ingeniería

Por ser una importante influencia en mi carrera.

Mis amigos de la facultad

Herman Castro, Víctor López, Axel Bautista, Gerson Cortez, Mercy Enriquez, en especial a todos aquellos que no mencioné pero que fueron parte importante en mi camino, los recuerdo con cariño.

**Asesor Ing. Carlos
Augusto Cabrera
Olivare**

Por ser un amigo incondicional y por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

**Cada uno de mis
catedráticos**

Por compartir sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi carrera, gratitud eterna, sin excepción, a todos mi respeto y cariño

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Historia	3
1.1.2. Ubicación.....	4
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Visión.....	5
1.1.5. Política de calidad.....	5
1.1.6. Estructura y organización	6
1.2. Empresas agroindustriales de café en Guatemala	11
1.2.1. Antecedentes históricos.....	13
1.2.2. Ente regulador de la actividad cafetalera en Guatemala	14
1.2.3. Importancia del café	15
1.3. Características de la bebida de café	16
1.3.1. Aroma	16
1.3.2. Cuerpo.....	18
1.3.3. Acidez.....	19

1.4.	Uso de gas propano	20
1.4.1.	Demanda de energía.....	21
1.4.2.	Balance de masa.....	22
1.4.3.	Balance energético.....	22
1.5.	Eficiencia energética	22
1.5.1.	Mejora en la eficiencia energética de la industria	23
1.5.2.	Energía eléctrica	23
1.5.2.1.	Eficiencia en la generación y distribución de la energía eléctrica	24
1.5.2.2.	Eficiencia energética en la iluminación de interiores y exteriores ...	25
1.6.	Efecto invernadero	25
2.	SITUACIÓN ACTUAL	27
2.1.	Proceso actual de recepción de grano de café	27
2.1.1.	Proceso de pesaje.....	28
2.1.2.	Proceso de despulpado.....	30
2.1.3.	Clasificación del grano	32
2.1.4.	Proceso de lavado.....	34
2.1.5.	Proceso de secado.....	35
2.1.6.	Almacenamiento.....	35
2.2.	La práctica del secamiento.....	36
2.2.1.	Secamiento al sol en patios.....	38
2.2.2.	Secamientos en bandejas, parihuelas y otros dispositivos.....	40
2.2.3.	Patios térmicos.....	41
2.2.4.	Secamiento mecánico	42
2.2.5.	Horno o calorífico	43
2.2.6.	Formas de transferencia de calor	45

2.2.7.	Tipos de hornos	46
2.2.7.1.	Hornos de fuego indirecto.....	46
2.2.7.2.	Horno tipo campana	47
2.2.7.3.	Horno de tubos concéntricos	48
2.2.7.4.	Horno de doble paso	49
2.2.7.5.	Horno múltiple.....	50
2.2.7.6.	Horno mejorado con inyección de oxígeno.....	51
2.2.7.7.	Hornos de fuego directo	52
2.2.8.	Sistema con quemador diésel.....	53
2.2.9.	Nomenclatura y tipos de ventiladores.....	54
2.2.10.	Proceso de tostado.....	56
2.2.11.	Ingreso a bodega.....	62
3.	PROPUESTA PARA LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS	63
3.1.	Calidad del grano de café.....	64
3.2.	Reducción de costos de producción.....	65
3.3.	Secadora	66
3.3.1.	Secado	67
3.3.2.	Estructura	67
3.4.	Área de secado de grano	68
3.4.1.	Estructura	69
3.4.2.	Altura máxima.....	70
3.4.3.	Estructura de madera	72
3.4.4.	Ubicación.....	74
3.4.5.	Estructura parihuelas.....	74
3.4.6.	Manejo de la secadora	76
3.4.7.	Resultados.....	78

3.4.8.	Costo de construcción	79
3.4.9.	Costo de operación	80
3.5.	Mecanismo del secamiento	81
3.5.1.	Dinámica del secado	82
3.5.2.	El punto de secamiento	83
3.5.3.	Determinación empírica.....	84
3.5.4.	Inspección visual	84
3.5.5.	Inspección de grano en su punto	84
3.5.6.	Inspección del grano utilizando herramientas manuales.....	85
3.5.7.	Inspección del grano con equipo tecnológico.....	86
3.6.	Propuesta de mejora en proceso de tostado.....	87
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	89
4.1.	Buenas prácticas en el área del beneficio húmedo	89
4.2.	Recolección.....	91
4.3.	Recibido	92
4.4.	Clasificación	93
4.5.	Despulpado y clasificación	94
4.6.	Lavado	98
4.7.	Usos alternativos de los residuos.....	99
4.7.1.	Pulpa	99
4.7.2.	Biogás procedente del agua residual del café.....	100
4.8.	Sólidos de la pulpa de café para ensilaje	101
4.9.	Setas	107
4.9.1.	Cascara de café como combustible	108
4.9.2.	Sólidos de café como estiércol.....	108
4.9.3.	Bebidas producidas con café	109
4.9.4.	Clasificación del lavado	110

4.9.5.	Secado	110
4.10.	Implementación de tostadora industrial	117
4.10.1.	Almacenamiento	120
4.11.	Cálculo de consumo Kwh	120
4.12.	Costo actual de iluminación de la planta	121
4.13.	Plan de ahorro energético	122
4.14.	Analizar y proponer cambio de luminarias.....	123
4.15.	Uso de la tecnología solar	124
4.16.	Análisis financiero de la propuesta	128
5.	MEJORA DEL SISTEMA.....	133
5.1.	Estadísticas de ahorro energético	133
5.2.	Auditoría	134
5.2.1.	Auditoría interna	135
5.2.2.	Auditoría externa	143
5.3.	Programa de capacitación a trabajadores de la planta.....	144
5.3.1.	Uso de la energía renovable.....	144
5.3.2.	Manejo de desechos sólidos.....	146
5.3.3.	Manejo de desechos líquidos	147
5.3.4.	Cronograma de actividades	148
5.3.5.	Evaluación de las capacitaciones	149
	CONCLUSIONES	151
	RECOMENDACIONES.....	153
	BIBLIOGRAFÍA.....	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Café empresarial Nova Café	2
2.	Nacional San Agustín Nova Café	3
3.	Mapa de la ubicación	4
4.	Organigrama de la empresa.....	6
5.	Beneficios húmedos del café	12
6.	Logotipo de Anacafé	15
7.	Aroma del café	18
8.	Cuerpo del café.....	19
9.	Recepción del grano de café sin procesar	28
10.	Básculas manuales para pesar café	29
11.	Básculas digitales para pesar café.....	29
12.	Báscula para pesar camiones con café.....	30
13.	Despulpadora.....	31
14.	Proceso del despulpado del café	32
15.	Zarandas oscilantes	33
16.	Cribas giratorias	33
17.	Lavado del grano de café.....	34
18.	Almacenamiento de café en silos.....	35
19.	Almacenamiento de café en sacos.....	36
20.	Secamiento en sol de patios	40
21.	Secado de café en bandejas.....	41
22.	Secado térmico	42
23.	Horno calorífico	45

24.	Horno de fuego indirecto.....	47
25.	Horno tipo campana.....	48
26.	Horno de tubos concéntricos	49
27.	Horno múltiple.....	51
28.	Horno mejorado con inyección de oxígeno.....	52
29.	Horno de fuego directo	53
30.	Sistema con quemador diésel.....	54
31.	Tipos de tueste	60
32.	Máquina tostadora	61
33.	Secadora solar tipo invernadero	66
34.	Estructura de una secadora tipo solar	68
35.	Altura máxima de parihuelas	70
36.	Desnivel en el techo.....	71
37.	Canales y bajadas de agua	71
38.	Entradas de aire.....	72
39.	Salida de aire en la capota	72
40.	Forro de polietileno	73
41.	Estructura secadora tipo invernadero	73
42.	Dimensiones de parihuelas.....	74
43.	Espacio entre parihuelas	75
44.	Parihuelas en la secadora de café.....	76
45.	Termohigrómetro	78
46.	Perfil de taza obtenido bajo el sistema de secado	79
47.	Inspección de grano de café.....	85
48.	Medidor de humedad.....	86
49.	Tostadora industrial	88
50.	Etapas de la transformación del fruto de café maduro.....	90
51.	Recolección de café.....	91
52.	Recepción de café	93

53.	Despulpador de cilindro horizontal con pecho de hierro.....	96
54.	Despulpado de café	96
55.	Despulpadora vertical.....	97
56.	Usos alternativos de los residuos.....	99
57.	Ensilaje del grano del café	102
58.	Silos tipo fosa para ensilaje de pulpa	105
59.	Vista superior del cobertizo	106
60.	Vistas laterales de cobertizo	106
61.	Setas	107
62.	Dimensiones de secador solar	113
63.	Vista externa de secador solar	114
64.	Consumo de gas vs costo mensual.....	116
65.	Tostadora industrial.....	118
66.	Gráfico de consumo mensual versus costo mensual	121
67.	Gráfico comparativo de consumo energético	122
68.	Instalación fotovoltaica aislada de la red.....	126
69.	Instalación conectada a la red.....	127
70.	Usos de lámparas tipo led en la industria.....	130
71.	Tubo led	130
72.	Diagrama del procedimiento de manejo de desechos sólidos	146

TABLAS

I.	Mecanismo de secado	38
II.	Relaciones entre la velocidad del cilindro y el tiempo de reposo del grano de café en la máquina.....	57
III.	Costo de consumo actual de gas	61
IV.	Capacidad diaria, mensual de tostado	61
V.	Costos para la construcción del secador solar.....	115

VI.	Histórico de consumo 2016	116
VII.	Costo e instalación de máquina	118
VIII.	Cuadro comparativo de nueva capacidad.....	118
IX.	Libras mensuales utilizadas	119
X.	Costo mensual de gas propano	119
XI.	Tabla comparativa de reducción de costos en energía.....	123
XII.	Tabla de altura de suspensión de lámparas	124
XIII.	Análisis costo-beneficio cualitativo.....	131
XIV.	Análisis costo-beneficio cuantitativo mensual	132
XV.	Tasa Interna de retorno-valor anual neto.....	132
XVI.	Ahorro energético	133
XVII.	Programa del curso de energía renovable.....	145
XVIII.	Programa del curso de desechos sólidos	147
XIX.	Cronograma de capacitaciones	148
XX.	Formato de evaluación de la capacitación.....	149

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CA	Corriente alterna
CD	Corriente directa
LED	Diodo emisor de luz
hr	Hora
kg	Kilogramo
Kw	Kilowatts
l	Litro
Mw	Megawatts
m²	Metro cuadrado
T	Tonelada métrica

GLOSARIO

Anacafé	Asociación Nacional del Café.
Antocianina	Pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales.
Axial	Relativo a un eje o que tiene forma de eje.
Biogás	Gas producido por la descomposición de materia orgánica.
Café pergamino	Se le denomina cuando el café aún tiene la película que lo cubre.
Café oro	Se le denomina luego de que se ha extraído la película que lo cubre.
CEMSA	Comercializadora de Energía, S. A.
Clorogénicos	Ácidos encontrados en algunas plantas.
Criba	Instrumento para cernir o cribar, está compuesto por un aro al cual está asegurado un cuero o un tejido agujereado o una tela metálica fina.

Diodo	Dispositivo electrónico de dos electrodos por el que circula la corriente en un solo sentido.
Energía potencial	Energía que mide la capacidad que tiene un sistema para realizar trabajo.
Fotovoltaica	Que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa.
Horómetro	Dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo eléctrico o mecánico ha funcionado.
Materiales lignocelulósicos	Son materiales como ramas, tallos, hojas.
Mucílago	Sustancia orgánica de textura viscosa, semejante a la goma, que contienen algunos vegetales.
Pichacha	Rejilla o canasta plástica que impide el paso de partículas gruesas.
Polifenoles	Sustancias químicas antioxidantes encontradas en plantas.
Tanino	Sustancia astringente derivada de la glucosa que producen algunos vegetales.

Termohigrómetro	Instrumento electrónico que mide y muestra la temperatura y humedad relativa.
Yute	Fibra textil que se extrae de la corteza inferior de esta planta.

RESUMEN

Según información proporcionada por la Asociación Nacional del Café el 5 % de la masa, generada en el proceso del café, se aprovecha en la generación de bebidas; el resto queda en forma residual representado en materiales lignocelulósicos como hojas, ramas, tallos, todos estos generados del proceso de renovación de los cafetales.

En el presente trabajo de graduación se hace una propuesta de tal forma que se utilicen de una mejor forma los recursos energéticos en el proceso de secado de café, dado que los residuos que se generan en esta operación se pueden utilizar para generar biogás a través de biodigestores ya que por un kilogramo de pulpa fresca representa 25 litros de biogás

En la primera sección se presenta una descripción general de la empresa, su ubicación, misión, visión, política de calidad, productos, forma de operación para determinar la orientación la empresa ya que sin un contexto claro no se podrá sugerir un plan que pueda funcionar de forma correcta.

En la sección siguiente se realizará un análisis de los procesos que se llevan actualmente durante el tostado de café, en ese proceso se incluye la recepción, secado y disposición final de los residuos.

Tomando en cuenta el análisis anterior se realiza una propuesta en la cual se exponen las herramientas disponibles para que sea posible la utilización de aquellos recursos que puedan ser renovables.

En todo proceso de mejora es necesario establecer las estrategias para que aquellas propuestas de cambios sean permanentes, debido a que cualquier plan puede ser excelente, sin embargo, el mantenerlo es más difícil.

OBJETIVOS

General

Proponer la eficiencia de los recursos energéticos (energía eléctrica y gas propano) en el proceso de tostado de café, de la empresa Nova Café.

Específicos

1. Analizar el proceso actual de tostado de café para instaurar mejoras.
2. Detallar la utilización actual de los recursos renovables para el tostado de café y los posibles beneficios.
3. Determinar el uso de los subproductos del café.
4. Definir los medios para mejorar la utilización de gas propano y energía eléctrica y los costos implicados.
5. Crear planes de mitigación de riesgos para los subproductos del café.
6. Establecer planes de acción concretos que le permitan a la organización, alcanzar una mejora continua en su capacidad de distribución y comercialización

INTRODUCCIÓN

Según datos obtenidos del Ministerio de Energía y Minas en la actualidad en Guatemala se ha aumentado considerablemente el uso de energía renovable; es posible decir que la energía es el motor de la economía, no solamente en Guatemala sino alrededor del mundo, por lo que si se desea tener un país en desarrollo esta sería un requisito indispensable. Debido a que nuestro país es un país en el que se necesita disminuir la pobreza, una opción para ello es generar energía en forma económica y limpia.

En vista de lo anterior se hace patente la necesidad que las empresas busquen formas de ahorrar energía o en casos como las productoras de café, el uso de la tecnología para hacer de los residuos del proceso de café una fuente de energía limpia. Con este fin se pueden tomar subproductos para generar biogás.

El antecedente expuesto hace que empresas como Nova Café se interesen en buscar oportunidades estratégicas para que de alguna forma se mejoren sus procesos y evitar cualquier muda en el mismo, así como una propuesta de usos adecuados de los subproductos del café.

A continuación, se presenta una serie de estrategias para mejorar la eficiencia de los recursos energéticos en el proceso de tostado de café así como la utilización de fuentes alternativas energéticas compatibles y con ventajas en función de los bienes y servicios que la empresa puede generar debido a que se estima que las estrategias generen un beneficio económico. Para la empresa Nova Café podría reflejarse este beneficio con una reducción

en la factura de energía eléctrica, así como tener procesos más amigables con el ambiente.

La energía renovable es la que se obtiene de fuentes que son capaces de regenerarse por medios naturales, por lo cual son amigables con el medio ambiente.

Los residuos agrícolas se pueden utilizar directamente como combustible o transformarse en bioetanol o biogás, mediante procesos de fermentación o en biodiesel, son considerados energías renovables.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

La empresa en estudio, se dedicada al comercio de café, ofrece café tostado en grano y tostado molido por libra con calidad de exportación, café cultivado en las montañas más altas de las mejores regiones de Guatemala.

Cuenta con los servicios de tostaduría, renta y venta de equipo para preparación de café, compra venta de café por mayor y menor, venta de café a empresas, *call centers*, oficinas, instituciones, cafeterías, restaurantes y todo tipo de comercio que lo solicite.

Cuenta con varios tipos de café según sea el mercado que se esté trabajando para lo cual se describen a continuación los productos de la empresa.

El propósito de Nova Café es permitir que los productores de café deje su cosecha en manos de profesionales y que siempre cuenten con la seguridad de que su producto será manejado de la mejor forma. Los servicios brindados por Nova Café son al gusto del cliente.

Existen productores de café que con tan solo producir el café tienen ya muchos problemas para resolver, por lo que el tema del empaque podría ser algo secundario y poner sus esfuerzos en lo más importante que es la producción les permitirá ser más eficientes. Esto no quiere decir que el empaque sea algo sin importancia, al contrario es la presentación de su

producto, pero Nova Café se encarga de que el mismo sea de la mejor calidad al igual que el producto.

- Café empresarial Nova café: café con aroma, buen sabor de calidad, ideal para consumo masivo en oficinas con muchos trabajadores, como *call centers*, bufetes y empresas en general; empresas que proveen de una taza de café a sus clientes, como talleres, clínicas médicas, hospitales, funerarias, salones de belleza. Se adapta a cualquier presupuesto.

Figura 1. **Café empresarial Nova Café**



Fuente: Nova Café. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

- Nacional San Agustín Nova Café: café con aroma, buen sabor, de calidad, para paladares más exigentes. Ideal para consumo en residencias o en hoteles de prestigio.

Figura 2. **Nacional San Agustín Nova Café**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

1.1.1. **Historia**

La empresa se instituye en 2002 con el objetivo de generar negocios de valor agregado para los cafeteros y cuenta con líneas de negocio: tiendas especializadas, grandes superficies, canal institucional.

La relación de los dueños con los cafeteros guatemaltecos es por varias vías: la primera es el reconocimiento a la calidad de su café mediante el pago

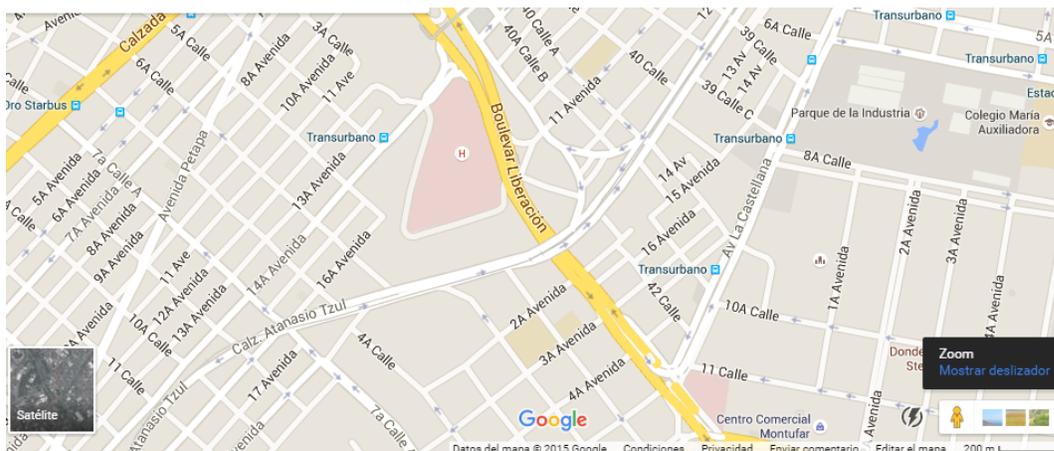
de una prima por calidad; en segundo lugar, hace parte de la estrategia de posicionamiento del café de Guatemala.

A lo largo de estos años y con importantes inversiones, ha logrado conformar un equipo sinérgico con conocimiento y experiencia.

1.1.2. Ubicación

La empresa se encuentra en 16 avenida 41-64, zona 8, Guatemala.

Figura 3. Mapa de la ubicación



Fuente: *Google Maps*. <https://www.google.com.gt/maps/@14.6073232,-90.5307904,16z>.

Consulta: 16 de diciembre de 2015.

1.1.3. Misión

La misión de la empresa es: ser una empresa líder en la comercialización de café guatemalteco e insumos para su correcta preparación y así satisfacer

las necesidades de nuestros clientes, brindándoles un excelente servicio y la mejor calidad que el café guatemalteco nos puede brindar

1.1.4. Visión

La visión de la empresa es: ser la tostaduría y comercializadora más grande a nivel nacional y la marca con la mayor distribución de café guatemalteco

1.1.5. Política de calidad

Nova Café consciente de que los servicios que brinda son esenciales para la producción de café y, por ende, del desarrollo del país considera importante garantizar que dichos servicios se desarrollen con eficiencia, eficacia, continuidad.

Es necesario lograr una satisfacción en los clientes y esto se logrará satisfaciendo las necesidades y expectativas y tomando en cuenta estas necesidades en el establecimiento de los objetivos de la empresa.

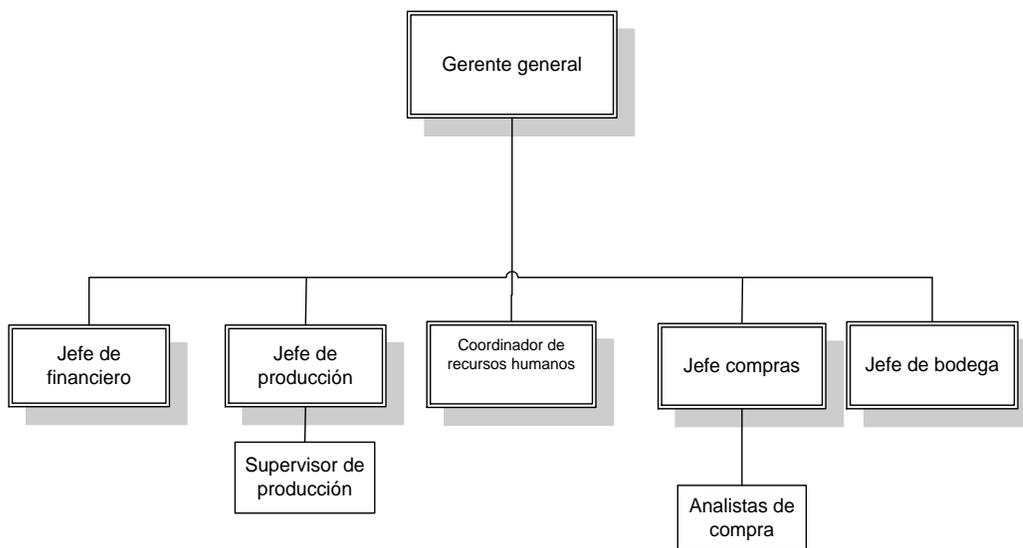
El propósito de Nova Café es ser la mejor empresa en los servicios relacionados en la región para ello una cultura de calidad, mejora continua y la excelencia constituyen una base imprescindible.

Se aplica una política de calidad global desde el origen hasta el consumidor final. Esta política engloba todo el ciclo del café: adquisición de las materias primas, materias subsidiarias, producción, comercialización, asistencia postventa y atención al cliente.

1.1.6. Estructura y organización

A continuación, se presentan el organigrama actual de la empresa en estudio:

Figura 4. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

La administración de la empresa está a cargo de un gerente general que debe contar con estudios profesionales en el área de agronomía e industria, con conocimientos de administración de fincas cafetaleras.

- Habilidades: dentro de las habilidades que debe poseer el administrador están:
 - Buenas relaciones interpersonales
 - Buena comunicación

- Capacidad para resolver conflictos
- Saber delegar
- Ser creativo
- Dentro de sus responsabilidades están
 - Controlar todas las actividades de administración, producción y calidad.

En la jerarquía, debajo del gerente general están las siguientes jefaturas y coordinaciones:

- Jefe financiero
- Jefe de producción
 - Supervisores de producción
- Coordinación de recursos humanos
- Jefe de compras
 - Analista de compras
- Jefe de bodega

A continuación, las habilidades y responsabilidades de cada uno de los puestos.

- Jefe financiero

Será responsable de dirigir las actividades de los trabajadores en el Departamento Financiero y Contable. Los trabajadores elaborarán los informes financieros, usan de una forma u otras estrategias para administrar el dinero y si es posible invertir para generar ganancias para la empresa. Para lograr que el departamento funcione de la mejor forma el gerente financiero necesita poseer las siguientes habilidades:

- Buen líder
 - Habilidades comunicativas
 - Habilidades empresariales
 - Habilidades matemáticas
 - Analítico
-
- Jefe de producción

Es encargado de gestionar los recursos en el área de producción de tal forma que se cumpla con los requerimientos de ventas y con la calidad ofrecida y solicitada por los diferentes clientes. Para que el departamento funcione de la mejor forma el jefe de producción debe contar con las siguientes habilidades:

- Buen líder
- Habilidades administrativas
- Analítico
- Conocimiento del trabajo
- Habilidades especializadas
- Habilidades comunicativas
- Habilidades matemáticas
- Proactivo
- Habilidad para resolver problemas

- Supervisores de producción

Dentro del organigrama se refleja que los supervisores de producción están bajo el mando del jefe de producción; son los responsables del funcionamiento del departamento ante el jefe de producción; su tarea es verificar que cada tarea se lleve a cabo como se ha establecido en la empresa y de constatar que los recursos se están manejando de la mejor forma; en caso de haber algún inconveniente, su apoyo será el jefe inmediato. Cada uno de los supervisores deberá poseer las siguientes habilidades.

- Analítico
- Habilidad numérica
- Habilidad para resolver problemas
- Seguir reglas
- Acostumbrado a trabajar con presión
- Dispuesto a cumplir con las metas trazadas por la empresa
- Buscar maneras de mejorar siempre los procesos

- Coordinador de recursos humanos

En el caso del área de recursos humanos, aunque es importante, no se ha instalado un departamento como tal ya que se apoya en un servicio *outsourcing* para el reclutamiento; sin embargo, la responsabilidad de que la empresa cuente con el personal adecuado y en el momento preciso depende de esta coordinación de igual forma la motivación del personal recae en cierta parte en la coordinadora del área, por lo que debe contar con las siguientes habilidades.

- Habilidades para motivar
- Habilidades comunicativas

- Trabajo en equipo
 - Habilidad para ayudar a desarrollar al personal
 - Habilidades para negociar
- Jefe de compras

Es el responsable del Departamento de Compras, es decir, el personal bajo su cargo debe cumplir con los requerimientos de la empresa al adquirir bienes y servicio, debe contar con las siguientes habilidades:

- Habilidades de negociación
 - Habilidades matemáticas
 - Analítico
 - Habilidades comunicativas
 - Habilidades gerenciales
- Analista de compras

La persona encargada debe gestionar de una forma integral las órdenes de compra y documentación para requisición en Nova Café, además de monitorear de forma constante las relaciones que se poseen con la cadena de suministros. Esta persona debe contar por lo menos con las siguientes habilidades.

- Habilidades de comunicación efectiva
- Habilidades de negociación
- Analítico
- Estrategias de abastecimiento

- Jefe de bodega

Es encargada de mantener en orden y buen funcionamiento de la bodega de producto terminado y suministros para el desarrollo de las actividades dentro de Nova Café. Es el encargado de la gestión de los inventarios. Estas son unas de las responsabilidades del jefe de bodega. Entre las mínimas habilidades que debe tener están las siguientes.

- Habilidades en manejo de inventarios y recursos
- Habilidades gerenciales
- Habilidades de comunicación
- Líder
- Analítico
- Preciso
- Proactivo
- Dispuesto a trabajar bajo presión

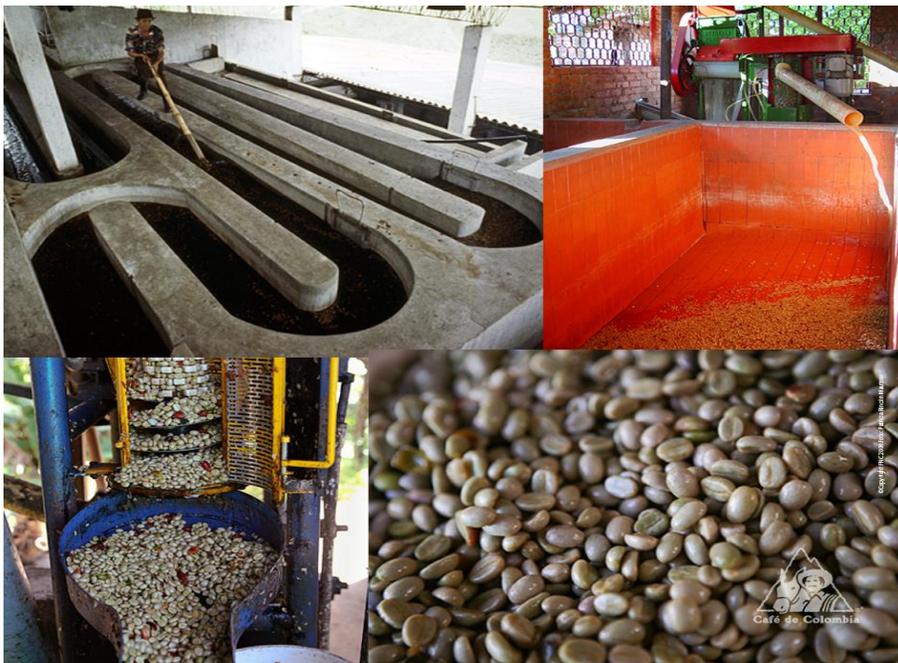
1.2. Empresas agroindustriales de café en Guatemala

En Guatemala, las exportaciones de café representan un renglón importante en los ingresos de divisas para la economía nacional; a pesar de que la actividad cafetalera ha tenido algunos años de crisis como consecuencia de la baja de los precios en el mercado internacional; sin embargo, los empresarios propietarios de beneficios húmedos de café no han sido afectados en gran manera, toda vez que compran su materia prima que es café maduro de acuerdo a los precios diarios que ofrece el mercado internacional, situación que a la fecha les ha permitido existir como intermediarios pues los más afectados son los pequeños productores que tienen un costo de labores

culturales que no cambia de acuerdo a factores internacionales y, por el contrario, está sujeto a subir con los niveles de inflación.

Por lo tanto, el propósito de la creación de las empresas agroindustriales es la fabricación de un producto y debido a que genera ingresos al país también puede decirse de estas que son una unidad económica. Cabe mencionar que estas empresas cuentan con beneficios húmedos, que no son más que cada una de las etapas del proceso del café que deben estar inscritos en Anacafé; esto hace de estas empresas entidades que deben funcionar de forma legal.

Figura 5. **Beneficios húmedos del café**



Fuente: *Café de Colombia*.

http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/.

Consulta: 17 de diciembre de 2015.

1.2.1. Antecedentes históricos

Existen varias leyendas acerca del origen del café, algunas de las cuales coinciden con que el café fue descubierto como planta silvestre entre los siglos XV y XVI aproximadamente, una de estas leyendas dice que en un principio se preparaba una bebida con la delgada pulpa dulce de los frutos del cafeto, a la cual los árabes llamaban Kahwah un nombre que aplicaban al vino; se sostiene la teoría que la bebida original hecha en Arabia con el café era un licor embriagante, como pudo haber sucedido en ocasiones si se le deja fermentar.

El arte de tostar y preparar bebidas con los granos molidos fue descubierto poco después que el conocimiento del uso del café se había extendido a países vecinos de Arabia y posteriormente a Persia.

En la antigüedad, el café ayudaba a la gente a permanecer despierta para trabajar o viajar durante la noche y cuando se adquirió el gusto por él, se tomaba por su sabor; la bebida se popularizó, no obstante, un grupo de estrictos sacerdotes mahometanos declararon que era una bebida alcohólica y en consecuencia, prohibida por el Corán.

La planta de café se descubrió por primera vez en Etiopía, de allí viajó a través del Mar Rojo hacia Yemen; los árabes tenían el monopolio hirviendo los excedentes del grano para que la semilla no germinara y mantener la producción solo ellos.

La actual preparación del café, probablemente, tiene su origen en la forma como se hacía en el pasado; se cree que era como el té, hirviendo las hojas, también se hacía una bebida utilizando la pulpa madura del fruto del cafeto.

La fecha exacta y forma cómo se introdujo el café en Guatemala son desconocidas, pero la primera noticia de su degustación fue en la actividad que se celebraba por la exaltación de la catedral de La Antigua Guatemala a la categoría de Arquidiócesis, el 14 de noviembre de 1743, y al final del banquete se sirvió una bebida a los invitados, que era el delicioso café; es probable que los padres jesuitas fueran los primeros en introducir la planta de café a Guatemala, quizás provenía de los conventos que la orden religiosa poseía en Jamaica y en Cuba a donde había llegado el café aproximadamente en 1730 y 1748 respectivamente.

1.2.2. Ente regulador de la actividad cafetalera en Guatemala

Según antecedentes históricos el 22 de abril del año 1960, se constituyó la Oficina Controladora de Café, que representaría los intereses de todos los productores de café de la república de Guatemala; siete meses después, fue creada la Asociación Nacional del Café (Anacafé), por medio del decreto número 1397 o *Ley de Creación de la Asociación Nacional de Café*, emitida el 4 de noviembre de 1960; en la actualidad, Anacafé se encuentra regulada por el decreto número 19-69 *Ley del Café*, del Congreso de la República de Guatemala.

La política cafetalera, hasta entonces controlada a través de las dependencias del Ministerio de Agricultura, se convirtió así en atribución exclusiva de Anacafé, entidad de derecho público, autónoma, con patrimonio propio y fondos privativos, que tiene como objetivo fundamental proteger la economía nacional en lo relativo a la producción del café y a los intereses gremiales de los productores.

Figura 6. **Logotipo de Anacafé**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_BeneficiadoHumedo.

Consulta: 17 de diciembre de 2015.

1.2.3. Importancia del café

En Guatemala existen departamentos que su base principal de producción es el café, sin embargo, en las exportaciones de la cosecha cafetalera 2012-2013 los que sobresalen de acuerdo a la cantidad de quintales de café oro exportados son en su orden los siguientes: Santa Rosa, Huehuetenango, Chiquimula, Guatemala, San Marcos, Suchitepéquez y Jalapa.

Cabe mencionar, que los datos brindados anteriormente pueden variar de una cosecha a otra, dado que la cantidad de producción está influenciada por los cuidados culturales que se dé a las plantaciones y por las condiciones climatológicas propias de cada región, como ejemplo se tiene la producción del departamento de Alta Verapaz, que para la cosecha cafetalera 2012-2013 ocupó el tercer lugar en las exportaciones por departamento, derivado de la producción exportable que obtuvo, no obstante, para la cosecha 2011-2012 ocupó el noveno lugar, ya que su producción exportable fue bastante baja.

En términos generales es posible decir que el café forma parte de la historia de Guatemala, debido a que ha generado incremento en la actividad económica del país mediante empleos, divisas y aumento en la producción. Ha hecho de Guatemala un país mencionado entre los mejores productores del café como Brasil, México, Vietnam y Colombia. Esto debería hacer con el gobierno enfoque sus esfuerzos en apoyar este sector ya que como se menciona en los últimos años ha habido una baja en la comercialización del mismo.

La producción de café brindó prosperidad a muchos guatemaltecos por muchos años y al ver la situación en la que se encuentra actualmente nos da una perspectiva diferente en cuanto a la importancia y relevancia que este cultivo tiene para el país; por lo cual es necesario recalcar la necesidad de definir cursos de acción que permitan remontarse a este sector que una vez significó prosperidad para el país y que representó de manera digna a Guatemala ante los ojos del mundo.

1.3. Características de la bebida de café

En Guatemala se produce café en todos sus departamentos por lo que se cuenta con una gran gama de tipos de café los cuales difieren debido a la altura y clima donde se producen. Pero cualquier café tiene ciertas características básicas: aroma, cuerpo, acidez y sabor las cuales se describen a continuación.

1.3.1. Aroma

La mezcla de café con agua suelta un aroma que va de suave y apagado que es el grano, que se cosecha hasta el penetrante o estrictamente duro que se refiere a los aromas más finos y delicados, que se cosechan en Antigua

Guatemala y demás regiones cafetaleras, que se encuentran a una altura mayor, esta característica del café se puede encontrar en el proceso de café tostado y molido, en el proceso actual de la planta tuesta café suave y fuerte en el cual no se encontró ningún problema con el aroma.

El aroma del café dependerá de ciertas características:

- Fragancia: esta proviene principalmente de la variedad de plantas que existen de café, el terreno donde se planta, del tipo de cultivo, del beneficio húmedo, las fragancias pueden ser:
 - Florales
 - Afrutadas
 - Vegetales
 - Herbales

- Origen del aroma: este surge durante el tostado del café, debido a que es donde el grano verde sufre una transformación y es donde aparecen muchos componentes aromáticos y distintos. Estos aromas se clasifican en frutos:
 - Secos
 - Acaramelados
 - Achocolatados
 - Jarabes
 - Cereales

- Destilación: estos se perciben luego de haberlo degustado, es esa sensación que permanece en la boca luego de probar la infusión, los cuales se clasifican en:
 - Terpenos
 - Especies
 - Carbones

Figura 7. **Aroma del café**



Fuente: *El diván de la belleza*. <http://eldivandelabelleza.blogspot.com/>. Consulta: 17 de diciembre de 2015.

1.3.2. Cuerpo

El cuerpo está relacionado con la naturaleza de los sólidos solubles de la bebida, pudiendo ser delgado o flojo se refiere a poca cantidad de sólidos por

ejemplo un 22 % de sólido y por otra parte está el completo o lleno, el cual tiene una gran cantidad de sólidos que podría llegar a un 28 % de sólidos, la clasificación del cuerpo puede ser, completo, mediano, ligero o delgado y seco, en un rango de 22 % a un 28 % de sólidos, en el proceso actual cuenta con un 26 % de sólidos.

La presentación puede ser nítida o turbia debido a partículas insolubles, puede ser densa o débil, todo dependerá de los elementos en suspensión, elementalmente grasas y aceites, por su cuerpo se puede decir entonces que es grueso o mantecoso, liso y delgado o acuoso.

Figura 8. **Cuerpo del café**



Fuente: *NTR periodismo crítico*. <http://ntrzacatecas.com/2015/10/02/una-taza-de-cafe-despierta-la-mente-no-el-cuerpo/>. Consulta: 17 de diciembre de 2015.

1.3.3. Acidez

En este caso entra en funcionamiento el sentido del gusto, el sabor es una sensación global. Uno de los sabores encontrados puede ser la acidez, esta puede ser:

- Aguda y penetrante
- Media
- Ligera
- Escasa
- Falta de absoluta acidez

Varía de acuerdo con la altura, conforme aumenta la altura; la acidez se hace más persistente en el paladar del catador; además, cabe mencionar que la acidez es producto de:

- Clorogénico
- Cítrico
- Tartárico
- Málico

Adicional a la acidez, también, existen los siguientes sabores:

- Dulce: producido por las proteínas y carbohidratos
- Salado: producido por el potasio, fósforo y calcio
- Amargo: producido por la cafeína, fenóles y trigonelina

1.4. Uso de gas propano

Las turbinas de gas son comúnmente comercializadas entre los rangos de 500 kilowatts (kW) a 250 megawatts (MW). Dentro de este contexto, los sistemas de ciclo combinado son las que ofrecen una mejor eficiencia (electricidad y calor utilizable) de conversión de combustible a energía útil. Estos sistemas pueden alcanzar eficiencias de más de 80 %.

1.4.1. Demanda de energía

Se presenta a continuación un cálculo aproximado de la demanda de energía, para conocer cuál es el consumo de combustible de una secadora.

Ejemplo: una secadora que debe secar café de 21 % al 14 % de humedad, y que tiene una capacidad de fábrica de 30 t/h. Se supone un consumo específico de energía de 1 200 kcal/kg de agua evaporada.

Secar de 21 % al 14 % significa una merma de 8,14 %.

30 t/h es la capacidad de grano seco, pero debe calcularse la cantidad de grano húmedo que ingresó en 1 hora. Para lo cual se aplica la fórmula:

$$[100-14] / [100 - 21] \times 30 \text{ t/h} = 32,65 \text{ t/h}$$

$$32,65-30 = 2 \text{ 658 t/h} = 2 \text{ 658 kg de agua/h}$$

$$2 \text{ 658 kg/h} \times 1 \text{ 200 kcal/kg} = 3 \text{ 189 600 kcal/h}$$

Si cada kg de gasoil libera 10 100 kcal/kg, resulta un consumo de:

$$3 \text{ 189 600} / 10 \text{ 100} = 316 \text{ kg gasoil/hora}$$

$$\text{o sea } 316 \text{ kg/h} / 32,65 \text{ t/h} = 9,67 \text{ kg/t} = 0,97 \text{ kg/quintal}$$

Que serán iguales a 1,18 l/quintal, o a 385 l/hora

1.4.2. Balance de masa

La determinación del balance de masa se encuentra íntimamente ligado con el tipo de proceso que se utiliza en cada beneficio de café, con esto en mente, sería inadecuado tratar de universalizar estas cifras.

Sin embargo, se puede perfectamente usar rangos o datos que sean representativos del sector para llegar a crear un esquema que permita aproximar dicho balance de masa. Además, se debe tomar en cuenta que algunas industrias cafetaleras re-circulan total o parcialmente el agua dentro del proceso de beneficiado.

1.4.3. Balance energético

Cuando se habla del balance energético, se refiere a la relación que existe entre lo producido y la energía necesaria para hacerlo.

Dentro del contexto presentado en el inciso 1.4.2 la empresa estimó que en promedio, la producción de un quintal de café oro consume 11,95 Kwh y 111,46 Kwh de energía eléctrica y térmica respectivamente.

1.5. Eficiencia energética

El concepto de eficiencia energética tiene que ver con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en concreto. También, se refiere a la utilización de tecnología que necesita menos energía para realizar la misma tarea.

1.5.1. Mejora en la eficiencia energética de la industria

El primer paso hacia una mejor gestión de la energía es valorar el uso actual. Es decir, coleccionar datos de los consumidores principales dentro de nuestras instalaciones y analizar su impacto en el consumo total de energía. Instalar medidores de consumo y controlarlos es un paso importante para conocer exactamente las medidas a tomar y calcular su rentabilidad.

Mejores opciones de eficiencia energética pueden alcanzarse implementando sistemas de automatización y regulación de procesos y edificios. Medidas eficaces son por ejemplo el control de la iluminación basado en la ocupación, que se consigue instalando sensores que automáticamente enciendan la luz sólo cuando se necesita. También, la regulación automática del calor y el frío ambiental en los niveles óptimos es una medida eficiente. Mediante variadores de frecuencia, por ejemplo, se puede regular sistemas de ventilación y bombas centrales de los sistemas de aire acondicionado y calefacción. Estas medidas combinadas pueden conseguir proporcionar una mejora en eficiencia energética del 15 %.

1.5.2. Energía eléctrica

Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía como energía lumínica o luz, energía mecánica y energía térmica.

1.5.2.1. Eficiencia en la generación y distribución de la energía eléctrica

La eficiencia de la generación eléctrica depende ampliamente de la tecnología y del combustible.

Se pueden conseguir importantes mejoras de eficiencia optimizando las operaciones y los sistemas auxiliares, mediante sofisticados sistemas de control y equipos de alta eficiencia.

Los beneficios de la eficiencia en la generación y distribución de la energía se pueden decir que serán:

- Reducción del costo del producto
- Preservación de los recursos energéticos
- Mitigación del calentamiento global
- Efecto en la emisión del dióxido de carbono

Al hablar de hacer eficiente el uso de este recurso no se habla de algo imposible ya que hay países que lo han logrado, por ejemplo, se puede mencionar Japón que debido a los altos impuestos y embargos colocados por el Medio Oriente se vieron forzados a desarrollar tecnologías de alta eficiencia energética. Para generar estas tecnologías es necesario que cumplan el siguiente requerimiento:

- Sin costo: es decir debe ser de bajo costo y si es posible sin ninguna inversión.

1.5.2.2. Eficiencia energética en la iluminación de interiores y exteriores

Siendo la energía un recurso limitado por lo que su utilización debe realizarse con alta eficiencia, bajo impacto medioambiental y al menor costo posible. Para tener una eficiencia energética en la iluminación interior se debe aprovechar al máximo la luz natural para evitar el uso de luminarias durante el día.

Para el exterior se debe utilizar energía renovable como la utilización de paneles fotovoltaicos para la generación de electricidad, la cual beneficiaría a la empresa para disminuir su factura de energía eléctrica cada mes.

1.6. Efecto invernadero

El efecto invernadero es el fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera terrestre, retienen parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación solar. Sucede en todos los cuerpos planetarios rocosos dotados de atmósfera. Este fenómeno evita que la energía recibida constantemente vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

Actualmente se han lanzado iniciativas con el fin de buscar sensibilizar a los productores de café sobre los impactos que ejerce sobre el cambio climático y de esta forma se promueve la adopción de buenas prácticas agrícolas que se orienten a la reducción de los gases efecto invernadero, incremento del carbono almacenado y el fortalecimiento de la capacidad de adaptación al cambio climático de los agro ecosistemas.

Cabe resaltar que los agricultores juegan un papel muy importante en la mitigación de los impactos negativos del calentamiento global. Por lo que asociaciones relacionadas han incluido herramientas que le sirven a los productores para demostrar que las prácticas agrícolas cuando son amigables con el clima lograrán reforzar el valor agregado de ciertas normas establecidas y ayudarán a la transición a una producción agrícola con una baja huella de carbono.

Esta iniciativa nace en Guatemala en 2008, lo que ha permitido que fincas certificadas con el sello *Rainforest Alliance Certified* ya trabajen para reducir el cambio climático por medio de:

- La conservación de bosques y ecosistemas locales
- La conservación de suelos y de los recursos hídricos
- La reducción en el uso de agua, energía y generación de desechos
- Uso eficiente de agroquímicos

Lo que se logra con estas prácticas es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y en el aumento de los niveles de carbono almacenados en las fincas y que no afecte si no al contrario aumente o mantenga la productividad.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Es necesario realizar un análisis de la situación actual del proceso de tostado de café, el procedimiento que lleva la recepción, secado y disposición final de los residuos. Al mismo tiempo se busca hacer una vista de manera sistemática y contextual; evaluativa y descriptiva; prospectiva y retrospectiva.

Básicamente es necesario identificar las oportunidades de mejora y las áreas de fortalecimiento, para que el desarrollo de los procesos sea funcional.

A continuación, se describe y analiza la forma en que, actualmente, se realizan las operaciones del tostado de café en Nova Café. Este análisis permite formar un cuadro de la situación actual de la empresa, y de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas establecidos por la organización.

2.1. Proceso actual de recepción de grano de café

Cuando se habla del tostado del café, se habla de un cambio o transformación de las propiedades químicas y físicas que posee el grano verde. A continuación, se describe la situación actual del proceso de recepción de grano de café que se realiza en Nova Café.

Figura 9. **Recepción del grano de café sin procesar**



Fuente: *Ruta del café*. <http://www.turiguide.com/estados-mexicanos/sur/chiapas/273-ruta-del-cafe.html>. Consulta 1 de enero de 2016.

2.1.1. Proceso de pesaje

El proceso de pesaje es la actividad por medio de la cual se obtiene el peso de la materia prima que se ha comprado; en algunos beneficios el pesaje se efectúa en básculas manuales y en otros en electrónicas; en la empresa se realiza de forma digital, la cual pesa un camión completo que facilita el trabajo del pesador cuando las compras son de varios quintales diarios.

Con el proceso de pesaje, el encargado de la báscula elabora el formulario llamado comprobante de pesada, documento con el cual se da ingreso al café a las instalaciones de la empresa, mismo que servirá de base para el pago a la finca proveedora.

Después del proceso de pesaje empieza la fase de despulpado, lavado y secado del grano de café, pero es importante aclarar que todas forman parte de un sólo proceso productivo que es la obtención del café pergamino seco.

Figura 10. **Básculas manuales para pesar café**



Fuente: *La bodega con aroma.*

<http://www.icesi.edu.co/blogs/casocalidadlabodega/2009/01/05/caso-la-bodega-con-aroma-a-cafe/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 11. **Básculas digitales para pesar café**



Fuente: *Balanza colgante digital.* <http://www.brimaliindustrial.com.pe/productos/balanzas-electronicas/balanzas-colgantes/balanza-colgante-digital-de-200-kg-100-gr-br200100/623/>.

Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 12. **Báscula para pesar camiones con café**



Fuente: *Sistema de balanza de camiones.*

<http://www.conectateperu.com/2013/08/sistemajadeversistema-de-balanza-de.html>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.1.2. Proceso de despulpado

El café maduro después de pesado es transportado por el camión hasta un tanque de captación que comúnmente se conoce como sifón, donde inicia el proceso de clasificado y despulpado.

La clasificación del fruto maduro es una de las fases necesarias en el proceso de la empresa; ésta clasificación es necesaria, dado que en muchas plantaciones se convive con plagas y enfermedades del cafeto que generan frutos de menor densidad como flotes y cafés vanos; por lo que es necesario clasificar el café maduro en sifones de bajo volumen y sistemas de cribado para flotes, en esta fase también se separan piedras y basuras que pueden provocar deterioro en la maquinaria; después de esta fase inicial de clasificación, se envía el café a los pulperos para iniciar la etapa de despulpado.

Figura 13. **Despulpadora**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

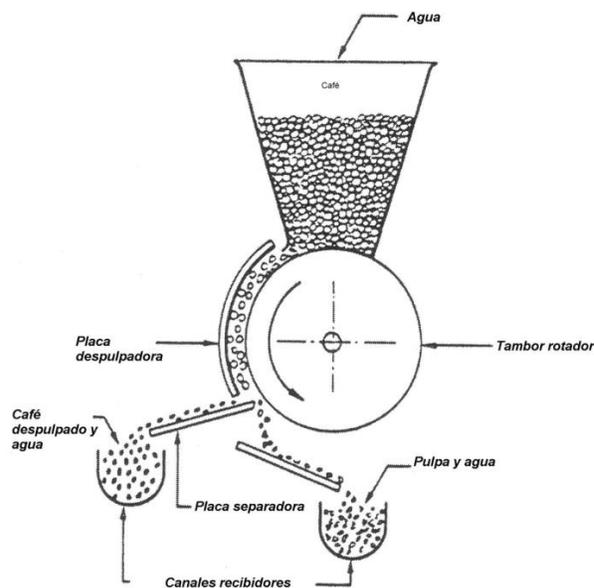
El despulpado es la fase mecánica del proceso en la que el fruto es transportado a los despulpadores, a través de ejes helicoidales o bien en canales con una corriente de agua, y es sometido a la eliminación de la pulpa, esta operación se efectúa en aparatos que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del café, para que por presión se suelten los granos.

La operación de despulpado también se puede realizar sin agua, haciendo uso de los pulperos ecológicos de pecho vertical, lo que brinda algunas ventajas tales como reducción del tiempo de fermentación del café debido a que se evita el lavado de azúcares, no se contamina el agua de los ríos, pues la que se utiliza es mínima y se puede tratar fácilmente, preservación de los nutrientes orgánicos de la pulpa, lo cual es aprovechado en el proceso de lombricultura, la planta de beneficiado no queda supeditada a la disponibilidad de grandes cantidades de agua.

Es posible decir que las despulpadoras consisten de un cilindro metálico horizontal de 20 a 30 centímetros en diámetro con hoyos, una placa despulpadora con o sin canales y una placa separadora.

Los granos de café alimentan a la despulpadora uniformemente a lo largo del cilindro desde arriba. El tambor rotador mueve los granos del café a través de los canales de la placa, ejerciendo presión el café hasta que se remueve la pulpa. La distancia entre el cilindro y la placa se puede ajustar para minimizar el daño al grano y para evitar tener cerezas sin despulpar.

Figura 14. **Proceso del despulpado del café**



Fuente: *Técnicas y sistema de despulpado*. <https://escoopsol.wordpress.com/seccion-1-en-la-finca/1-2-el-beneficio-humedo/1-2-2-tecnicas-y-sistemas-de-despulpado/>. Consulta 1 de enero de 2016.

2.1.3. **Clasificación del grano**

Las características que distinguen el café procesado por la vía húmeda son las diversas fases de clasificación y selección desde el corte hasta la fase del lavado; el grano despulpado deberá clasificarse por tamaño, densidad o por

ambos, con el objeto de separar frutos enfermos o deformados, pulpas y uniformizar el tamaño del grano; la presencia de un alto porcentaje de la pulpa en las pilas de fermentación puede dañar la apariencia física del grano en pergamino provocando una película rojiza y fermentaciones disparejas.

Para limpiar el café despulpado se utilizan los siguientes equipos mecánicos: las zarandas oscilantes y las cribas giratorias.

Figura 15. **Zarandas oscilantes**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta 1 de enero de 2016.

Figura 16. **Cribas giratorias**



Fuente: *Crushing Plant*. http://www.joyalcrusher.com/products/Aggregate-Plants/Crushing-Plant.html?gclid=CjwKEAajw9MrIBRCr2LPek5-h8U0SJAD3jft7n5NQxiwBi_q2Sq5_DQfcd0MVPj1On08G_cDYWIXZhoCQZXw_wcB. Consulta 1 de enero de 2016.

Las zarandas oscilantes reciben el café en uno de sus extremos y oscilan en el plano horizontal, desplazando el café de segunda y la cáscara al otro extremo para que sea descargado a un despulpador de repaso; el grano normal bien despulpado es conducido a pilas de fermentación de primera.

La criba rotativa, que generalmente es construida de metal, es un equipo que combina la clasificación por densidad y por tamaño, recientemente, se introdujeron al mercado cribas construidas con materiales plásticos y metálicos; con el objeto de bajar los costos de producción y los consumos de energía en los procesos operativos, estas tienen la particularidad de no ser dañadas por los efectos corrosivos de la miel del café.

2.1.4. Proceso de lavado

Es la operación de quitar los restos de mucílago que quedan adheridos al pergamino; en esta etapa del proceso de beneficiado húmedo, los granos fermentados son sacados de las pilas de fermentación y son dejados correr por canales de concreto con agua, para que éstos naturalmente se separen según su tamaño y densidad, a esta operación se le llama correteo, y es la que permite apartar los granos perfectos de los defectuosos o en mal estado.

Figura 17. **Lavado del grano de café**



Fuente: Café colombiano. <http://cafecolom15.blogspot.com/2015/07/lavado-de-cafe-proceso-del-lavado-en-el.html>. Consulta 1 de enero de 2016.

2.1.5. Proceso de secado

El proceso de beneficiado húmedo termina cuando se logra bajar la humedad del café hasta un punto comercial entre 10 y 12 grados de humedad; el grano de café constituye uno de los más difíciles de secar debido a que posee un alto contenido de humedad al salir de la clasificación en el correteo aproximadamente entre el 50 % o 55 %.

En los beneficios húmedos de Guatemala, la actividad de secado se hace por medio de las dos formas tradicionales que existen, siendo el secado al sol y el secado con maquinaria.

2.1.6. Almacenamiento

El café puede almacenarse a granel en silos o bien en sacos formando estibas; si se hace en sacos se deben levantar las estibas sobre tarimas de madera para protegerlas de la humedad del piso, sobre todo si es de concreto o de ladrillo, al estibar café en las bodegas de debe recordar que se necesitan espacios abiertos para la ventilación y las vías de acceso a la carga.

Figura 18. **Almacenamiento de café en silos**



Fuente: *Innoenvas*. http://www.innoenvas.com/almacen_cafe_verde.php. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 19. **Almacenamiento de café en sacos**



Fuente: *Fundación Malongo*. <http://www.malongo.com/es/valores/calidaddelaplantacionalataza-elartedeltostador.php?page=157>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2. La práctica del secamiento

En el secamiento de cualquier material es decisiva la composición, forma y estructura del sólido del cual se pretende reducir la humedad. La práctica de secamiento tiene por objetivo disminuir el agua del grano de café previamente lavado y escurrido de una forma natural o mecánica, a un punto comercialmente aceptado que reúna las características para almacenarlo, venderlo o trillarlo posteriormente.

El mecanismo del secamiento del café es más complicado que el de cualquier otro grano, debido a su alto contenido de humedad (55 %), por la volatilización de componentes aromáticos que ocurre si se emplean altas temperaturas y, también, por el efecto que las condiciones de operación puedan causar en el aspecto y particularmente en la bebida.

En el secamiento de cualquier material inicialmente muy húmedo y suponiendo que se seca en un aire con propiedades desecantes, que se mantienen constantes (humedad relativa y temperatura), ocurre primero una etapa en la cual la velocidad de desecación es independiente del contenido de humedad del material, y el agua de la superficie se evapora como si estuviera libre.

A esto se le llama período de evaporación constante; sigue la desecación hasta un punto en el cual la velocidad empieza a disminuir, en este punto está la llamada etapa crítica.

Se inicia entonces el periodo de velocidad decreciente y al terminar, el material alcanza un valor mínimo en su humedad, que se llama estabilización de humedad, humedad de equilibrio o higroscópica. Por otra parte, el volumen inicial de una partida se reduce alrededor del 10 %, cuando está seca.

Aunque la cápsula de pergamino casi no se modifica, salvo las conocidas grietas en el café de altura, el grano de café en oro se encoge para dar origen a una bolsa de aire entre el pergamino y el oro.

Tabla I. **Mecanismo de secado**

Porcentaje de humedad	Peso total libras	Café (libras)	Agua (litros)	Etapa de secado
55	100	45	55	Café lavado escurrido
50	90	45	45	Seco superficial
30	64,3	45	19,28	Grano blando y blando
15	52,94	45	7,94	Grano oscuro y consistente
10	5	45	5	Café pergamino seco

Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.1. **Secamiento al sol en patios**

El café después de la clasificación en el canal de correteo contiene un porcentaje de humedad del 55 %. Sin embargo, para efectos de almacenarlo, comercializado y trillarlo es necesario rebajar su humedad entre 10 % – 12 %. El secamiento al sol en patios es el método clásico que se emplea en Guatemala, sobre todo para secamiento del café de calidad. Debido a que es un proceso de secado lento y natural, proporciona una buena apariencia física del grano (color del pergamino y almendra) y mantiene la calidad de la bebida.

Asimismo, el reposo que se le da al café durante la noche hace que la humedad que se encuentra en el interior del grano aproveche para transportarse hacia el exterior del mismo (debido a que el agua avanza de un potencial hídrico mayor a uno menor) mejorando el tiempo y la calidad del secado.

La práctica corriente se reduce a extender el café recién lavado en capas delgadas inicialmente y cada vez de más espesor conforme avanza el secamiento.

Se revuelve constantemente para acelerar y emparejar el grado de secamiento, y cuando llega la lluvia se le recoge en casetas apropiadas. De acuerdo con el lugar y el régimen de lluvias imperante, la operación se prolonga de 5 a 15 días.

El movimiento de volteo de café en los patios se hace con rastrillos que forman surcos, y se usan palas de madera para el amontonamiento del café. Se debe tener cuidado con estas palas de madera en la etapa final del secado, ya que tienden a despergaminar el grano al friccionarlo con el piso, trayendo como consecuencia pérdida de peso y un secamiento disparejo. Para evitar esto se pueden sustituir los paletones de madera por cepillos de cerdas plásticas.

La superficie de los patios debe ser lo más lisa posible, libre de irregularidades, evitando con esto pelar excesiva cantidad de café. Cuando se usa la pala, esta debe dejar un rastro limpio.

La mayor parte de los patios de café se construyen de concreto y ladrillo de cemento líquido. Sin embargo, aún se emplean los patios de ladrillo de barro, sobre todo en la zona de La Antigua Guatemala, pese a su menor resistencia a la abrasión y cierto retraso en el secamiento; en ellos se consigue secar en forma menos drástica y más pareja. En zonas altas es recomendable pintar anualmente los patios fundidos, con polietileno negro, para aprovechar aún más la radiación solar.

Se necesita un metro cuadrado de patio para empezar a secar 70 libras de café al 55 % de humedad. El espesor máximo de la masa de café que se recomienda es de 4 a 5 centímetros. La pendiente recomendable de los patios es de 1 % mínimo y 2 % máximo, dirigido hacia la pichacha de drenaje.

Figura 20. **Secamiento en sol de patios**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.2. Secamientos en bandejas, parihuelas y otros dispositivos

En fincas pequeñas de América y África se acostumbra secar el café en bandejas o parihuelas que se exponen al sol y que al atardecer se guardan bajo techo. Pueden construirse también galeras con una serie de bandejas

deslizantes sobre rieles o bien galeras con techos corredizos para descubrir y exponer al sol el café contenido en dichas bandejas.

La cantidad de café extendido en una capa fina de 3 a 4 centímetros de espesor es de aproximadamente 0,58 quintales (58 libras/ m²) de café pergamino húmedo por metro cuadrado de superficie, el cual debe ser movido constantemente durante los 3 primeros días, ya que conforme se va secando, la frecuencia de movimiento disminuye. Los primeros días se deben aprovechar para ir seleccionando pergamino verde, blancos, negros, partidos y residuos de pulpa mejorando la calidad del café.

Figura 21. **Secado de café en bandejas**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.3. Patios térmicos

Este sistema es una combinación de un patio de secado con un invernadero. Consiste en domos de nylon transparente con protección

UV (ultravioleta), montado sobre una estructura de PVC o cualquier materia lo que permita moldear la forma del domo y un piso de patio con efecto aislante, compuesto por una capa de piedra bien compactada, arena fina, nylon de polietileno grueso, malla de gallinero, sabieta (mezcla de arena y cemento) y un alisado negro. El ancho y largo dependerá de las dimensiones del nylon que se adquiera, el piso debe tener un desnivel entre 1 % y 2 % dirigido hacia los drenajes.

El manejo es el mismo de cualquier patio tradicional de secado. En la actualidad se han hecho combinaciones entre estos patios y el uso de parihuelas.

Figura 22. **Secado térmico**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.4. Secamiento mecánico

Existen condiciones en algunas regiones cafetaleras del país donde la práctica del secamiento en patios no es posible, debido a la precipitación constante, a condiciones topográficas del terreno, entre otras. Esto asociado a

altas producciones en las fincas, justifica el uso de infraestructura e instalaciones mecánicas para que el proceso de secamiento se efectúe en una forma rápida y continua. Para esto se tiene tres principales componentes para cada tipo de secadora.

2.2.5. Horno o calorífico

Tiene la función de generar calor para desecar el aire hasta un porcentaje de humedad del 8 % al 10 %, ya que el aire del ambiente circundante tendrá valores de humedad relativa mayores al 50 %.

Un generador de calor, ya sea un simple horno o una caldera, contiene por lo menos una cámara de combustión donde el aire entra en contacto con el combustible y se verifica la liberación de la energía calorífica. La leña es un combustible con poca densidad energética; se necesita más volumen para obtener determinada producción de calor que el volumen necesario del petróleo. Inclusive dentro de la misma categoría de combustibles sólidos, la leña requiere mucho volumen para desprender su potencial calorífico. Al haber más cantidad de combustible para quemar será necesario más aire y todo esto se conjuga para que los hornos e intercambiadores de calor utilizados en hornos sean voluminosos.

La combustión de leña es, además, más compleja y con más parámetros por controlar, por ejemplo, que en el caso del gas licuado y otros derivados del petróleo. Sin embargo, la ventaja de sistemas con leña y cascarilla de café es el menor costo del combustible.

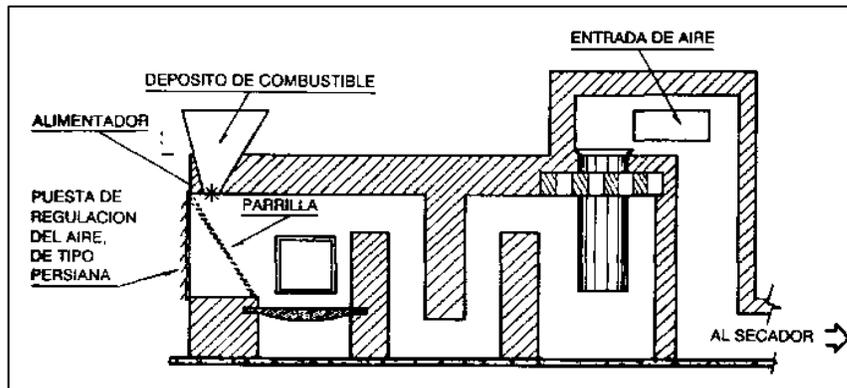
Al instalar un horno o caldera, el control de la combustión debe ser tal que la utilización del combustible sea lo más eficiente posible. Esto no es una tarea

sencilla en la combustión de la leña que es un proceso más complejo que el de la cascarilla de café o derivados del petróleo. Entre las características que presenta la leña se destaca el hecho de que no muestra homogeneidad en cuanto a sus dimensiones volumétricas así como en la densidad y potencial calorífico en el estado en que se usa en la combustión.

En el comienzo de la combustión de la leña hay una evaporación del agua contenida en el combustible, lo cual eleva su temperatura y produce la evaporación de la mayor parte de los elementos que se queman en contacto con el aire. Ocurren entonces reacciones físicas y químicas entre los elementos volátiles de la leña: el carbono fijo que reacciona en forma sólida y el oxígeno del aire, los que se conjugan en un proceso exotérmico; o sea, su combinación produce la liberación de energía. La madera necesita una cantidad exacta para quemarse, entre seis y ocho veces el peso del combustible seco como mínimo.

Esto se debe al hecho de que solamente el 21 % del aire está compuesto por oxígeno, que es el elemento que le permite la combustión. El 71 % del aire está compuesto por nitrógeno y el 1 % de otras sustancias como ozono, dióxido de carbono, hidrógeno entre otros, que no juegan ningún papel en la combustión, solo ocupan espacio y requiere ser impulsados juntamente con el oxígeno. Siempre es necesario agregar más aire para aumentar la cantidad de moléculas de oxígeno en contacto con el combustible. Hay que tomar en cuenta también que el exceso de aire requiere mayores inversiones y gastos de operación en ventiladores para suplir el aire de entrada y reduce la eficiencia en el uso de la leña, cascarilla y electricidad.

Figura 23. Horno calorífico



Fuente: FAO. <http://www.fao.org/docrep/x5059s/x5059S05.htm>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.6. Formas de transferencia de calor

Se considera que la transferencia de calor se lleva a cabo, en general, por tres procesos:

- **Conducción:** es la transferencia de calor de una parte de un cuerpo a otra, o a otro cuerpo, por la interacción, en un intervalo pequeño de moléculas o electrones. Como cuando el calor avanza por el mango de una cuchara.
- **Radiación:** es la emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas. La radiación incidente de un cuerpo puede ser absorbida, reflejada y transmitida como el calor transmitido por el sol.
- **Convección:** es la transferencia de calor por la combinación de mecanismos de mezcla de fluidos y conducción, como cuando una casa es calentada por el aire que pasa a través de un calentador.

2.2.7. Tipos de hornos

Los hornos son generalmente clasificados como de fuego indirecto y directo. Los primeros tienen intercambiadores de calor que calientan el aire que entra finalmente en contacto con el café. En los hornos de fuego directo, los gases calientes generados en la combustión son diluidos con aire ambiente y de allí la mezcla entra en contacto con el café.

La clave del éxito de los hornos de fuego directo está en la realización de una buena combustión, limpia de humos, lo cual depende en gran medida del combustible utilizado. Los problemas con estos hornos son cuando no se tiene una buena relación aire-combustible, y se permite que el café sea ahumado.

2.2.7.1. Hornos de fuego indirecto

Este tipo de horno se caracteriza por que el aire ambiente ingresa por la parte inferior, donde es calentado por convección antes de ingresar al secador.

Este horno utiliza cascarilla de café como combustible, pero también permite quemar madera y otros combustibles como gas LP y diésel.

El dosificador de tornillo es controlado por un variador de frecuencia para obtener la temperatura deseada en la secadora. El horno cuenta con una bandeja apaga chispas inundada con agua para mayor seguridad

Figura 24. **Horno de fuego indirecto**



Fuente: *Bendig*. <http://www.bendig.co.cr/hornos.php>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.7.2. Horno tipo campana

En este tipo de horno, el combustible es inyectado a la cámara de combustión donde se generan los gases calientes que al entrar en contacto con las partes metálicas del cilindro interior elevan la temperatura del aire. Este entra por la parte superior del horno, en el espacio anular entre el cilindro externo o interno. Las superficies metálicas del espacio recorrido por el aire constituyen las áreas de transferencia de calor.

El diseño es fácil y de simple construcción; sin embargo, una de sus desventajas es el hecho de que la chimenea se localiza arriba de la cámara de combustión, por lo que no se puede esperar una eficiencia muy alta en el sistema.

Figura 25. **Horno tipo campana**



Fuente: *Direct Industry*. <http://www.directindustry.es/prod/uttis/product-115955-1227981.html>.

Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.7.3. Horno de tubos concéntricos

Este tipo de horno cuenta con una bancada de tubos por los cuales entra el aire para ser calentado. Estos tubos, a su vez, están encerrados en tubos de

diámetro un poco mayor, los últimos estando en contacto con la llama y los gases de combustión se encuentran directamente sobre el horno.

El aire que entra es calentado al pasar por el interior de este sistema de tubos concéntricos y se usa además otra entrada de aire que está en contacto con la parte exterior de los tubos. De manera semejante al caso anterior, la chimenea está localizada en línea con la cámara de combustión que favorece la salida de gases y otros elementos combustibles (aceites, resinas, etc.) antes de su total utilización.

Figura 26. **Horno de tubos concéntricos**



Fuente: *Aaron Equipment Company*. <http://www.aaronequipment.com/es/equipo-utilizado/secadores-equipo-de-secado/calciner-fuego-indirecto/42462002>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.7.4. Horno de doble paso

Este horno de forma cuadrada está diseñado para quemar convencionalmente leña y ha sido modificado para la alimentación neumática

de cascabillo de café. Es un diseño optimizado de un intercambiador simple de doble paso. El aire ambiente atraviesa perpendicularmente la tubería, transmitiéndose el calor por convección, llegando finalmente al área de secado. Los gases de la combustión son evacuados a través de su chimenea.

2.2.7.5. Horno múltiple

El elemento básico del horno es la cámara de generación activa, que consiste en un cilindro de acero con diámetros que varían de 1,6 a 2,5 metros y está revestida en su interior con ladrillo refractario de alta resistencia (puede resistir temperaturas superiores a los 1 200 °C). Esta cámara tiene una capacidad de generación desde 1 200 000 hasta 2 000 000 de BTU (unidades térmicas británicas) por hora (1BTU es igual a 0,252 Kcal.). El cilindro generador consta de dos compuertas, una para la alimentación con trozos de leña y otra para extracción de cenizas y limpieza general. Además, tiene una entrada tubular a una altura apropiada para la inyección de la cascarilla de café.

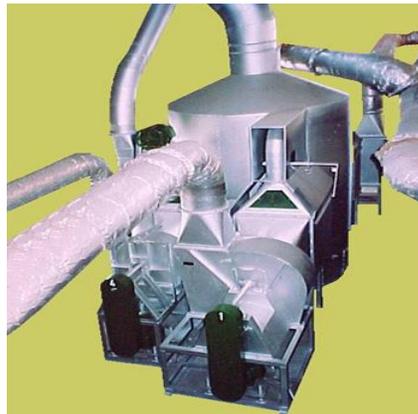
El sistema dosificador y precalentador de aire de diseño cuadrado, rectangular, hexagonal o cilíndrico, tiene las toberas adecuadas para producir un torbellino de aire que mantenga la cascarilla en suspensión y retarde su tiempo de caída de 1,2 a 1,5 segundos.

El segundo componente estructural del horno es la cámara de combustión lenta, un cilindro horizontal ubicado a continuación de la cámara generadora, con el mismo diámetro y una dimensión de 4 a 7 metros. Su función es dar un tiempo adicional a la combustión para quemar en su totalidad las partículas y gases generados por la cámara de combustión rápida.

Otra característica del horno es que tiene una gran superficie para el intercambio de calor y separa las cenizas; esto ocurre por la turbulencia con que los gases penetran en la cámara y le imparten efecto de ciclón.

Los gases son extraídos después de su paso por el intercambiador, y expulsados al exterior a través de dos ventiladores. El horno, está provisto de equipo de precisión para el control del funcionamiento, por ejemplo el termógrafo que suministra un gráfico constante de operación, horómetro, un juego de termostatos, sistema de alarma y control de seguridad, entre otros.

Figura 27. **Horno múltiple**



Fuente: *Bendig*. <http://www.bendig.co.cr/hornos.php>. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.7.6. Horno mejorado con inyección de oxígeno

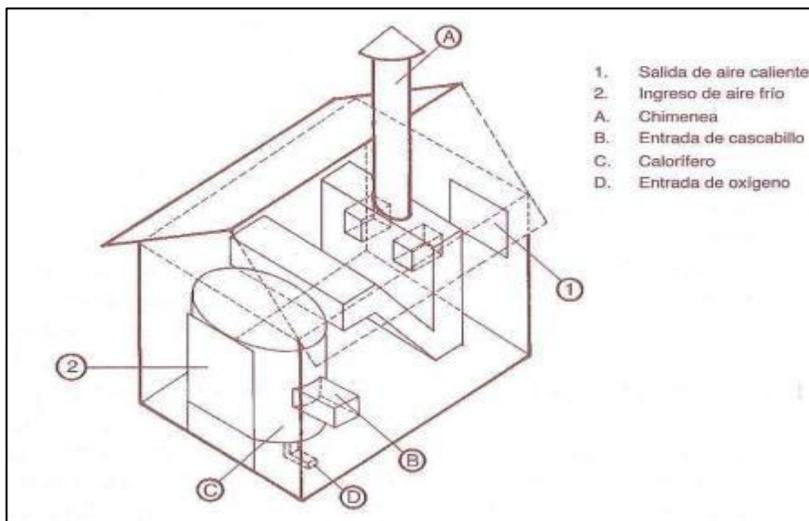
Parte de los principios del horno múltiple fue introducido al horno convencional con el objetivo de mejorar su combustión y eficiencia térmica.

El sistema cuenta con un cilindro donde se puede quemar leña y/o cascarilla de café y los gases son trasladados a una bancada de tubos que se

encuentran en la parte superior. El calor transferido por convección a la cámara se conduce al secador por medio de ventilación forzada.

La mejora del sistema consistió en introducir en la cámara de aire caliente un ducto (controlado a través de una compuerta) al cilindro donde se realiza la combustión. Esto permite mantener el oxígeno necesario para desarrollar la combustión eficientemente, logrando disminuir el combustible sólido.

Figura 28. **Horno mejorado con inyección de oxígeno**



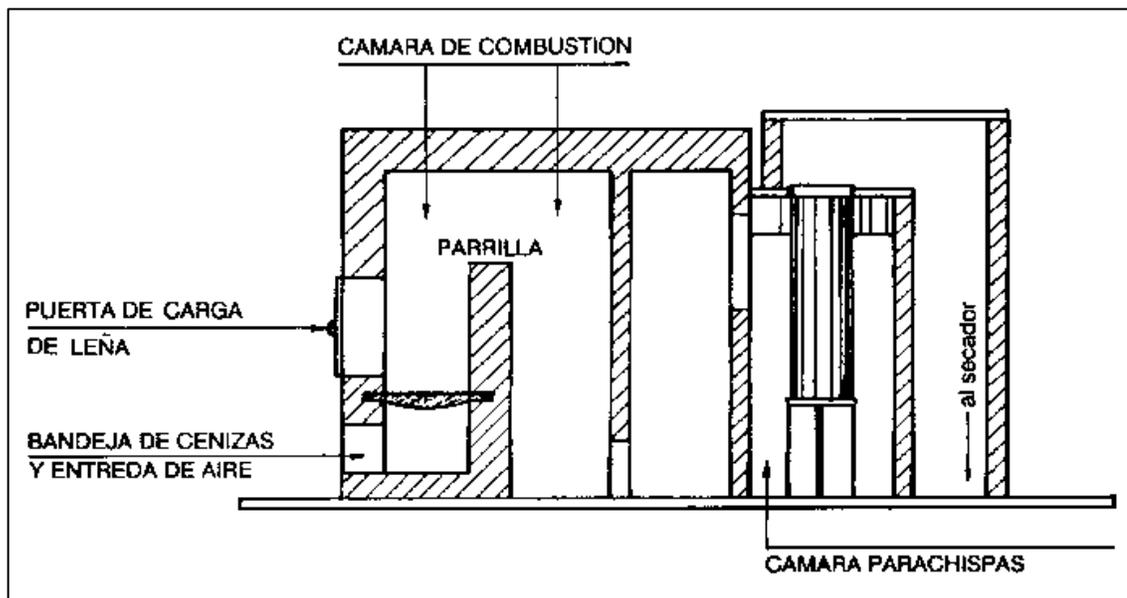
Fuente: Anacafé. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.7.7. Hornos de fuego directo

Este tipo de horno no cuenta con un intercambiador de calor. Es decir, el calor generado es enviado directamente por el ventilador a la masa de café. Si no se tiene una combustión adecuada pueden llegar los gases al producto,

deteriorando su calidad. Los sistemas más conocidos son los que utilizan como combustible el diésel, queroseno y gas propano.

Figura 29. Horno de fuego directo



Fuente: FAO. <http://www.fao.org/docrep/x5059s/x5059S10.gif>. Consulta: 6 de enero de 2016.

2.2.8. Sistema con quemador diésel

Estos quemadores son de fácil manejo, sin embargo, si no se cuenta con personal capacitado presentan algunas dificultades para su correcto mantenimiento.

El sistema que se observa en la fotografía dispone de una cámara diseñada de lámina de anillos concéntricos que almacena el calor generado por la combustión del diésel. Luego, un ventilador de la capacidad adecuada envía el aire caliente al depósito de café.

Para el funcionamiento del quemador diésel se necesita una corriente eléctrica de 120 voltios. El transformador incorporado al equipo se encarga de elevar la corriente a 10 000 voltios requeridos para producir, entre los electrodos, la chispa que enciende el combustible diésel.

Entre las recomendaciones básicas para producir una llama que no produzca hollín u olores desagradables para el secamiento del café están: limpieza del combustible, presión de la bomba, regulación del oxígeno y la separación de ambos electrodos, así como la separación de la boquilla con el plato de salida.

Figura 30. **Sistema con quemador diésel**



Fuente: Anacafé. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

2.2.9. Nomenclatura y tipos de ventiladores

Cualquier dispositivo que produce una corriente de aire puede denominársele ventilador. Una de las características mediante la cual se clasifican los ventiladores es la naturaleza del flujo que pasa a través de las

aspas del rodete. Por lo anterior, los rodetes o impulsores pueden ser de flujo axial, radial, mixto y transversal.

Los ventiladores de hélice o propulsores y los tubos axiales usan impulsores de flujo axial, siendo la forma de sus carcazas o envolventes la que los caracteriza. La mayor parte de la energía transferida al aire por las máquinas de flujo axial es en forma de energía cinética. Parte de esta energía se transforma en energía potencial por variación de la dirección de la turbulencia por medio de aletas, venas o por variación de la descarga, debido a la reducción de la velocidad de salida, lo cual se logra con un difusor o deflector.

Los ventiladores centrífugos y los tubulares-centrífugos utilizan el rodete de flujo radial. El ventilador centrífugo tiene una carcasa o envolvente en forma de espiral o caracol: el flujo entra a la carcasa en forma axial y sale de ella en forma tangencial. El ventilador tubular centrífugo tiene una carcasa en forma de tubo, por lo cual el flujo entra y sale de la misma en forma axial. Una porción de la energía que una máquina de flujo radial transfiere al aire se da en forma de energía potencial, debido a la acción centrífuga. La capacidad para desarrollar presión de un ventilador de flujo radial depende de las características de las aspas, como su longitud o altura, velocidad en la punta y ángulo.

Los ventiladores centrífugos tienen varios tipos de aspas o de álabes. Las aspas curvadas hacia adelante tienen su curvatura leve, de tal forma que tanto la punta como el talón apuntan en el sentido de la rotación. En las aspas curvadas e inclinadas hacia atrás la punta señala en el sentido opuesto de la rotación y el talón apunta en el sentido de la rotación.

Se encuentran tres tipos diferentes de ventiladores centrífugos:

- Ventiladores centrífugos de paletas múltiples curvadas hacia delante. Son apropiadas para mover grandes caudales de aire, contra presiones bajas con un nivel de ruido sumamente bajo.
- Ventiladores centrífugos de paletas rectas. Se utilizan muy poco.
- Ventiladores centrífugos de paletas inclinadas hacia atrás. Pueden desarrollar presiones estáticas más elevadas que los de paleta hacia delante, pero mueven caudales de aire menores.

2.2.10. Proceso de tostado

El proceso de tueste consiste en hacer que los granos de café se calienten por medio de aire caliente o calentamiento directo. Los tostadores funcionan típicamente con temperaturas entre 190 y 280 grados centígrados. Y los granos son tostados durante un periodo que se extiende desde algunos minutos hasta cerca de 30 minutos dependiendo del tamaño del lote. El tostador es un tambor que giran horizontalmente y que hacen caer los granos de café verde en una corriente de gases de combustión calientes; los tostadores funcionan tanto en lotes como en modo continuo y también pueden utilizar fuego directo o indirecto. Luego del tueste es importante enfriar bruscamente el café para evitar pérdida de aroma y se condensen las sustancias olorosas.

- Variaciones físicas y químicas del grano durante el proceso de tostado
 - Pérdida de peso por evaporación de agua
 - Aumento de volumen por acción del CO₂ interior

- La estructura del grano se vuelve quebradiza
 - Aumento de las sustancias grasas
 - Disminución de los azúcares y de los ácidos cloregénicos
- Tiempos de tueste y especificaciones

En términos generales, la operación de la tostadora es simple; representa una ventaja más cuando se opera con mano de obra sin experiencia. Aparte de fijar la combustión (normalmente fijada), control de temperatura, control de tiro de los gases ventilados, y velocidad de los gases circulantes, hay sólo dos acciones más que son importantes: (1) la velocidad de rotación del cilindro por medio de un impulsor variable, el cual, a su vez, determina la escala de movimiento hacia adelante (o tiempo de reposo) del café; y (2) la velocidad a que el grano alimenta la máquina.

La humedad del grano, tipo, tamaño y demás, influyen también en la escala de tueste. Las tostadoras más pequeñas, es decir, con alimentación de 3 000 lb. por hora, muestran las siguientes relaciones entre la velocidad (r.p.m.) del cilindro y el tiempo de reposo del café en la máquina.

Tabla II. **Relaciones entre la velocidad del cilindro y el tiempo de reposo del grano de café en la máquina**

Cilindro (rpm)	2	3	4	5	6	7
Café (min. Rep.)	22	16	12	10	7 1/2	6 1/2

Fuente: elaboración propia.

- Enfriamiento por agua

Cuando se utiliza este sistema, se obtienen en mejores resultados con una boquilla de rociado aplicado este directamente al grano, o bien a la pared externa del cilindro. Sin embargo, téngase en cuenta: para una tostadora se rocía una cantidad medida de agua; si es sobre el grano, la cantidad puede juzgarse en función de la humedad del grano tostado. Puede ésta también medirse en razón de un regulador eléctrico que controle una válvula solenoide, instalada en la línea de presión de agua.

- Tueste oscuro

Es posible lograr tueste francés o italiano en la operadora de tueste; bien que gran parte del aceite del café y volátiles combustibles se pierden. El control del tueste se realiza por liberación del exceso del calor exotérmico, por vía del control que regula la temperatura de los gases circulantes caliente, así como el ingreso de aire fresco ambiental en el quemador. Ha de establecerse equilibrio de tueste para lograrlo oscuro.

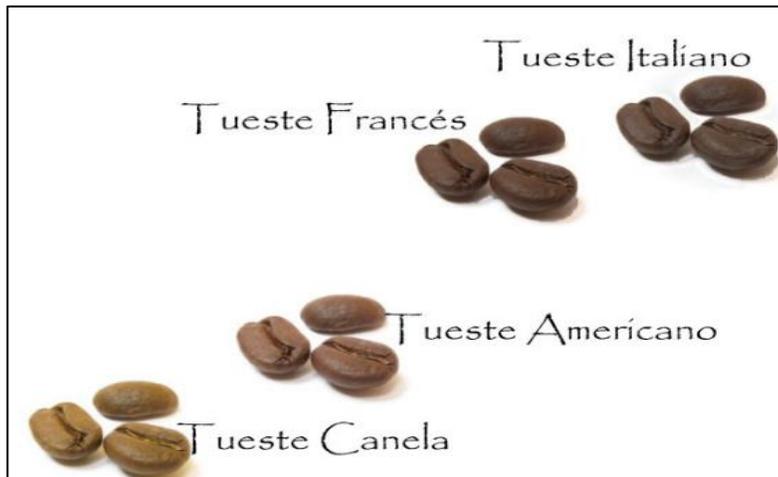
Este grano puede sostenerse más tiempo en el cilindro tostador, en tanto se mantiene una circulación relativamente más fría en la temperatura de los gases circulantes; lo que requiere un control de tiro que pueda ajustarse para controlar el flujo del gas. Se puede descargar el grano oscuro a la propia velocidad del claro, pero el control importa más en escalas rápidas. Este proceso deja residuos de aceite y azúcar acaramelada en la pared del cilindro. Estos, en exposición continua a condiciones similares de tueste, son causa de obstrucción parcial o completa de los orificios de la pared del cilindro; y, si forman carbón, resultan en extremo difícil de remover. Dichas obstrucciones

contribuyen el recalentamiento localizado del grano y subsecuente posible combustión.

A continuación, y como resumen de todo lo dicho hasta ahora, véanse los efectos del tueste del café.

- Cambia el color, tamaño y forma física del grano.
- Químicamente, la pirolisis altera los compuestos orgánicos; los transforma, descompone, y forma compuestos orgánicos de reacción: caramelo, ácidos volátiles, carbonillos volátiles y sulfuros: se desarrolla el sabor característico del café tostado.
- El calor aplicado evapora la humedad del grano y eleva su temperatura hasta lograr reacción exotérmica autosostenida catalítica-mineral.
- El proceso se detiene de golpe enfriando el grano con rapidez por debajo de la temperatura de la pirolisis.
- Pierde el grano toda la humedad libre (12 %), además de 4-6 %de peso de las sustancias químicas (depende del grado de tueste) del grano verde.
- Guarda el café 1 % de gas CO₂, aún después de molino.

Figura 31. Tipos de tueste



Fuente: Anacafé. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

- Máquina tostadora actual
 - Descripción

La máquina tostadora actual fue un diseño propio de la empresa en la cual cuenta con una superficie de trabajo en acero inoxidable, utilizando para tostar el grano de café en la actualidad.

Este equipo funciona con gas propano, contando con una capacidad de 50 kilogramos * hora. Con un consumo de gas propano de 100 libras semanales. En la tabla III y IV se muestran los costos y capacidad mensual de tostado de café.

Figura 32. **Máquina tostadora**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Tabla III. **Costo de consumo actual de gas**

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Cantidad usada Lb	100	100	100	100
Costos	Q 420,00	Q 420,00	Q 420,00	Q 420,00
Total consumo mensual				Q 1 680,00

Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Tabla IV. **Capacidad diaria, mensual de tostado**

Capacidad	10 kg/hora
Jornada	8 horas
Cantidad tostada diariamente	80 kg
Cantidad tostada mensualmente	1 600 Kg

Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Manejo de inventario en bodega

Actualmente el manejo de inventario en bodega se realiza por el método PEPS, primero en entrar primero en salir; debido a que el tiempo de vida de grano es corto, se debe proceder a su producción dado que si se arruina el grano se pierde la cosecha, genera pérdidas para la empresa.

2.2.11. Ingreso a bodega

Todo el café que ingresa a bodega es almacenado en un área denominada de tránsito, dado que antes de ingresar al área de producción es inspeccionado para que no contenga materias extrañas: tierra, piedras, residuos de plástico, basura, entre otros.

3. PROPUESTA PARA LA EFICIENCIA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

En vista de la problemática que enfrenta la industria de la producción de café debido a las nuevas exigencias de los mercados globales, las condiciones económicas y sociales de los países, a los estándares de calidad que se deben cumplir, a la protección ambiental y la importancia del uso sostenible de la energía es necesario hacer una propuesta para la eficiencia de los recursos, entre los recursos se cuenta con el mismo grano, por lo que es necesario tener en cuenta su calidad.

Dentro de la industria de la producción de tiene como principales características el uso preferente de los recursos locales, el uso intensivo de la energía, las tecnologías simples, las que tienen potencial de autosostenismo.

Las pequeñas industrias de café se encuentran actualmente en crisis debido al proceso de modernización y globalización acelerado que está ocurriendo en la región. Este tipo de industrias operan básicamente dentro de la economía informal, y en el caso de las pequeñas industrias alimentarias utilizan procedimientos y prácticas tradicionales de tipo artesanal y no cuentan con el apropiado apoyo técnico, gerencial, financiero o de mercadeo. Esto ocasiona una difícil lucha por sobrevivir en un entorno económico fuertemente competitivo en el que su supervivencia depende muchas veces de la sobreexplotación de la mano de obra familiar y el uso no renovable de los recursos naturales locales por lo que es necesario analizar cada uno de los procesos de la producción del producto de tal forma que se pueda disminuir los costos involucrados y mejorar los mismos.

3.1. Calidad del grano de café

La calidad del café está condicionada por diferentes factores entre ellos existe un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico – químicas propias del café hasta el momento de su transformación y consumo.

Las buenas prácticas en el corte y beneficiado húmedo son esenciales para asegurarla, desde el principio hasta el final. En ese sentido, el proceso de beneficiado húmedo solamente conserva la calidad que viene del campo.

El café se notará su calidad si tiene un estado óptimo en la prueba de taza, si cumple con todas las cualidades sensoriales. La calidad del grano del café depende de los siguientes factores:

- La bondad de la naturaleza, es decir el suelo, clima, altitud, entre otros
- Los métodos y procedimientos realizados en el cultivo
- El proceso realizado en el beneficio húmedo
- Las condiciones del almacenaje y el transporte a los distribuidores
- La preparación de la bebida por el consumidor

A continuación, se presentan sugerencias para mantener la calidad en el grano del café:

La semilla que se siembre debe ser seleccionada, no puede ser cualquier semilla.

- Debe haber variedad en las semillas seleccionadas
- Que los germinaderos y almácigos sean de calidad

- Los suelos y climas deben ser los óptimos
- Siempre fertilizar los suelos de una forma adecuada
- Debe haber un control estricto de plagas, enfermedades y desyerbe
- La cosecha debe ser selectiva
- El beneficio húmedo debe ser el óptimo

Cabe resaltar que al mantener la calidad del grano se lograrán ciertas ventajas, a continuación, se mencionan algunas:

- Credibilidad y coherencia con lo ofertado
- Incrementar la demanda
- Incentivo de precio en los nichos de mercado de café especial
- Establecer objetivos múltiples

Está claro, por lo tanto, que el establecer un control de calidad en el grano del café puede funcionar como mecanismo que permitirá establecer y garantizar los estándares internacionales.

3.2. Reducción de costos de producción

Las buenas prácticas en el corte y beneficiado húmedo son fundamentales para asegurar la calidad del café. En la actualidad, los mercados de exportación están privilegiando los cafés de calidad, por lo tanto, es determinante implementar y cumplir con este requisito.

Una alternativa para reducir costos, sin embargo, mantener y resaltar la calidad, será la utilización de secadoras solar tipo invernadero. Esto debido a que el costo de mantenimiento es mínimo, los recursos invertidos no serán demasiados en comparación con alguna secadora mecánica.

3.3. Secadora

La secadora solar tipo invernadero es una de las alternativas viables para el secado natural en zonas climáticas de alta precipitación. La implementación de este modelo ha tenido mejores resultados en zonas cálidas.

Con esta tecnología se busca reducir costos de producción, mantener la calidad en el producto final, y mejorar la apariencia del café pergamino seco, menos dependencia de colaboradores para manipulación del café, máximo aprovechamiento de las condiciones ambientales y menos daño físico al café pergamino seco.

Figura 33. **Secadora solar tipo invernadero**



Fuente: *Productos químicos andinos*. <http://www.pqa.com.co/secadores>. Consulta: 19 de enero de 2016.

3.3.1. Secado

La práctica de secado busca disminuir el agua del grano de café, previamente lavado y escurrido de una forma natural o mecánica. El café debe quedar en un punto comercialmente aceptado que reúna las características para almacenarlo, venderlo o trillarlo posteriormente.

El mecanismo de secado de café es más complicado que el de cualquier otro grano pues éste, después de lavado contiene alrededor de 55 % de humedad, puede ocurrir volatización de componentes aromáticos, si se emplean altas temperaturas y al mismo tiempo, el efecto negativo que las condiciones de operación pueden causar en el aspecto físico y particularmente en la bebida.

Aunque la cápsula del pergamino casi no se modifica, salvo las conocidas grietas en el café de altura; el grano de café oro se encoge para dar origen a una bolsa de aire entre el pergamino y el oro. Para ser almacenado, el grano de café debe contener entre el 10 % y el 12 % de humedad.

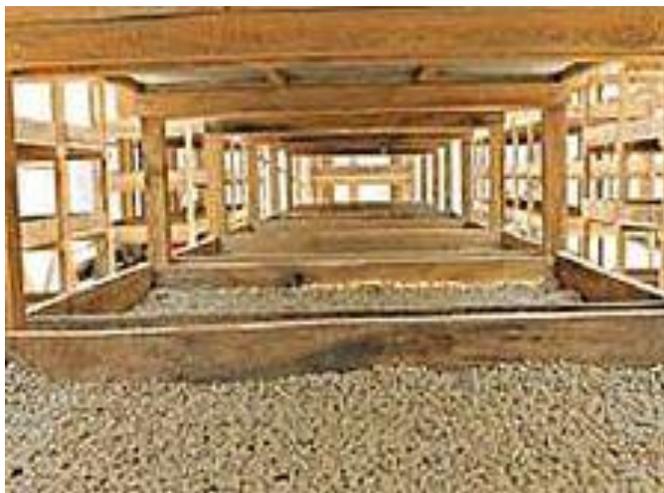
3.3.2. Estructura

El diseño de la secadora depende de varios factores: espacio físico, acceso, la pendiente o desnivel del terreno, ubicación respecto a la carrera del sol, disponibilidad económica, entre otros.

La estructura debe contribuir a llegar al punto específico del secado, esto debido a que, si no es de esta forma, se producirá un café dañado lo cual disminuirá su participación en el mercado. Si el café se seca demasiado perderá su peso ya que generará áreas cristalizadas en los granos y esto no

permitirá que el grano se tueste uniformemente, esto no quiere decir que se debe buscar entonces que sea mejor que le falte secado ya que si esto pasara aparecerán manchas en la superficie del grano por la humedad en exceso y se producirá moho al momento de almacenarlo.

Figura 34. **Estructura de una secadora tipo solar**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

3.4. Área de secado de grano

El secado es una de las etapas determinantes en la calidad y los costos de producción en el proceso de beneficiado húmedo de café. Representa entre el 45 % y 60 % de los costos de procesamiento, lo cual constituye un indicativo de la importancia de evaluar alternativas técnica y económicamente viables para realizar un secado eficiente, que permita mantener la calidad intrínseca del grano y un mayor impacto en la reducción de los costos de producción del café pergamino seco.

Para saber si el café está en su punto de secado se puede hacer de las siguientes formas:

- Tomar una muestra del café, quitarle el pergamino y observar la coloración de la almendra, un indicador de que el secado es el correcto, será notar un color verde azulado, en caso de no alcanzar este color, quiere decir que el café está demasiado húmedo.
- Tomar unos granos de café de diferentes puntos del secado y prensarlo con los dientes, si queda la marca indica que ya está en punto.
- Luego de tomar granos de varios puntos se debe colocar con la cara plana hacia abajo y efectuar un corte a cada uno, si los dos pedazos saltan hacia los lados ya está en su punto, si los dos pedazos no brincan será una muestra de que el grano está húmedo aún.
- Golpear varios granos de café tomados de diferentes puntos, colocarlos con la cara hacia abajo y se golpean, si les queda marca del golpe ya está en su punto, si los granos se aplastan aún está muy húmedo, por el contrario, si se quiebran están resacos.

3.4.1. Estructura

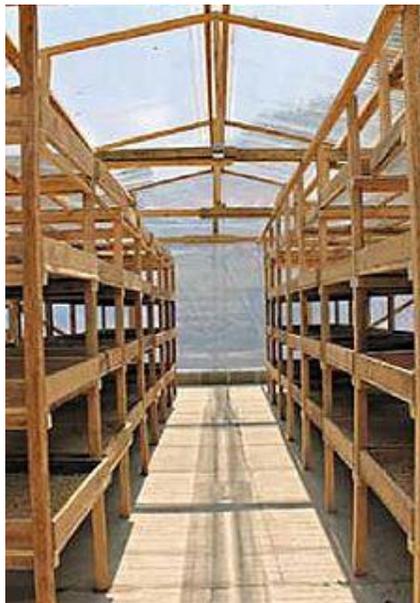
La estructura cerrada, construida con diferentes materiales como madera, concreto, block, nylon con protección ultravioleta UV, lámina de policarbonato transparente, entre otros; permite controlar la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para favorecer el proceso de secado de café, aprovechando el efecto producido por la radiación solar y se combina con el uso de parihuelas.

3.4.2. Altura máxima

La altura máxima del techo en las partes laterales es de 2,5 metros para cuatro niveles de parihuelas; si utiliza menos niveles puede disminuir esta altura para mejores resultados, sin afectar el ingreso de personas.

- Desnivel del techo de 25 %.
- Considerar canales y bajadas de agua.
- Dejar entradas de aire en la parte baja lateral de 0,40 metros del piso hacia arriba, con su cortina de nylon para abrir o cerrar y protección con cedazo metálico.
- Salida de aire caliente en la capota entre 0,40 a 0,50 metros.

Figura 35. **Altura máxima de parihuelas**



Fuente: Anacafé. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 36. **Desnivel en el techo**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 37. **Canales y bajadas de agua**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 38. **Entradas de aire**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 39. **Salida de aire en la capota**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

3.4.3. Estructura de madera

La estructura de madera debe tener techo de lámina, lamiluz o policarbonato transparente.

- Forro de polietileno blanco/plateado
- Piso de concreto 10 cm grosor
- Dos hileras de block con su cimentación

Figura 40. **Forro de polietileno**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Figura 41. **Estructura secadora tipo invernadero**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

3.4.4. Ubicación

El calor se transmite siempre de los cuerpos calientes a los fríos, y nunca de manera inversa. Existen tres formas de transmitir el calor: por radiación, por convección y por conducción.

En vista que el propósito de que se coloque una secadora tipo invernadero es aprovechar los recursos naturales como son el sol, por lo que dicha secadora debe de ubicarse de este a oeste, en la carrera del sol, para aprovechar al máximo la radiación sola.

3.4.5. Estructura parihuelas

La estructura de las parihuelas debe tener unas dimensiones de 1,00 por 0,80 por 0,10, con cedazo metálico de $\frac{1}{4}$ ".

Figura 42. **Dimensiones de parihuelas**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Se debe dejar un espacio mínimo de 1,00 a 1,20 metros de calle para manejo de las parihuelas. Una separación entre cada piso de parihuela 0,40 metros.

Figura 43. **Espacio entre parihuelas**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

La capacidad de la parihuela es de 52 libras de café pergamino húmedo, lo que se traduce en 208 libras considerando cuatro niveles de parihuelas.

Figura 44. **Parihuelas en la secadora de café**



Fuente: Anacafé. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

3.4.6. Manejo de la secadora

Para el manejo de la secadora, se debe colocar un termo higrómetro dentro de la secadora. Esto permitirá monitorear constantemente las condiciones de temperatura y humedad relativa.

Para un mejor aprovechamiento del calor dentro de la secadora se debe mantener cerrada; esto ayudará a lograr una alta temperatura y baja humedad relativa, lo que permitirá reducir el tiempo de secado.

El café deberá llegar a la secadora preferentemente oreado, ya sea en el patio o en secadora estática. Esta práctica es muy importante ya que, si no se cuenta con las condiciones de clima adecuadas, la humedad superficial del grano provocará generación de moho, afectando la calidad del café y prolongará el tiempo de secado.

En secadora estática se recomienda orear el café por 8 horas a una temperatura de 40 °C. Si no se cuenta con secadora estática u otra forma para orear el café, se recomienda colocar únicamente la mitad de la capacidad de la parihuela (26 libras de café pergamino húmedo) y luego de este proceso unir el café de dos parihuelas para continuar el secado y aumentar la capacidad.

Es muy importante realizar movimientos al café por lo menos cada hora, lo cual permitirá un secado uniforme.

Para realizar el movimiento del café en las parihuelas, se recomienda utilizar un rastrillo de madera con tapones de PVC en cada uno de los dientes. Esto ayudará a no dañar la malla de las parihuelas.

Al finalizar el proceso de secado se recomienda bajar la temperatura del grano, esto se logra al sacar las parihuelas de la secadora y ventilarlas previo a colocar el café en los costales.

La temperatura óptima del grano para su almacenamiento es de 25 °C, caso contrario el café mantiene alta temperatura dentro del saco lo que provoca envejecimiento prematuro, afectando la calidad de taza.

El tiempo de secado es variable dependiendo de las condiciones climáticas del lugar y el manejo, puede variar de 5 a 14 días.

Figura 45. **Termohigrómetro**

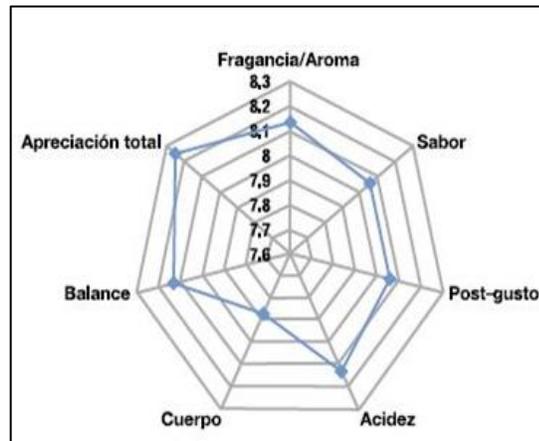


Fuente: *Equipo de frío*. www.refrimarketchile.cl. Consulta: 10 de noviembre 2016.

3.4.7. Resultados

De acuerdo con los análisis del laboratorio de catación de Asociación Nacional del Café (Anacafé), se puede concluir que en el café secado bajo este sistema resaltan sus características físicas y organolépticas, definiendo un mejor perfil de taza como se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 46. **Perfil de taza obtenido bajo el sistema de secado**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 1 de enero de 2016.

Según los datos proporcionados por Anacafé, la fragancia del café debe estar en 8,2 puntos.

3.4.8. Costo de construcción

El costo de construcción de una secadora solar tipo invernadero en promedio es de Q. 10 440,00 (dato proporcionado por Anacafé) por metro cuadrado.

Dicho costo incluye:

- Materiales de construcción
- Madera
- Accesorios
- Lámina de policarbonato transparente

- Nylon
- Mano de obra

No incluye:

- Costo del transporte de materiales

Este rubro puede variar e incrementar más el costo de acuerdo a la ubicación y accesibilidad del proyecto.

Esta inversión no es significativa en comparación con los beneficios que se obtendrán:

- Disminución total de los riesgos de contaminación por basura, polvo o animales.
- Incremento de la calidad del grano al obtener un producto más limpio sin manchas.
- Disminución del 50 % del trabajo físico requerido.
- Disminución hasta de un 40 % del tiempo para el secado.
- Menor costo de construcción en comparación con un patio de cemento.
- Evitar el desarrollo de hongos al dar la humedad adecuado al grano.
- Facilita el trabajo para escoger y separar el grano debido a la altura en que están colocadas las parihuelas.

3.4.9. Costo de operación

Según Anacafé en experiencias de la región de las Verapaces, el costo de secado por quintal de café pergamino seco es de Q. 15,13 lo cual significa una reducción de un 40 % en relación al secado mecánico en secadora estática rectangular.

Se debe procurar el buen funcionamiento de la secadora para lo cual debe permitirse que naturalmente se dé el fenómeno de convección, es decir, no debe interrumpirse la circulación del aire al colocar láminas u otros materiales como protección alrededor de la secadora.

Si el lugar es muy frío o hay mucho viento, puede reducirse la entrada de aire en la parte de abajo, a 10 cm, de tal forma que se pueda evitar un poco la entrada, pero nunca deberá cerrarse por completo. Si se considera que no se llega a la temperatura adecuada dentro de la secadora durante el día, puede abrirse las ventanas a la mitad, colocando topes para que no haya mucha salida de aire caliente.

El funcionamiento ideal de la secadora depende directamente de las condiciones ambientales y especialmente de la radiación solar. No debe proyectarse sombra hacia la secadora, de lo contrario deberá podarse algunos árboles o arbustos, pero no eliminarse completamente

Dentro de cada parihuela de secado de 1,20 m x 0,91 m deben ir aproximadamente 50 libras de café para hacer una capa no mayor de 4 cm de altura así permitirá la circulación del aire por medio de la masa de café.

3.5. Mecanismo del secamiento

En el secamiento de cualquier material es decisiva la composición, forma y estructura del sólido del cual se pretende reducir la humedad. La práctica de secamiento tiene por objetivo disminuir el agua del grano de café previamente lavado y escurrido de una forma natural o mecánica, a un punto comercialmente aceptado que reúna las características para almacenarlo, venderlo o trillarlo posteriormente.

El café lavado debe escurrirse un día en patio antes de colocarse en las parihuelas de secado dentro de la secadora solar, de esta forma el tiempo promedio de secado es de cuatro días. Si no se escurre, toda el agua que contiene, cae en el piso de la secadora y al evaporarse solamente estará circulando dentro de la secadora y no permitirá un secado rápido y uniforme, al final se tomará entre 7 u 8 días el secado.

Debe moverse la masa de café a cada 45 o 50 minutos para que el secado sea parejo, debe hacerse lo más rápido posible para evitar deshidratación por la temperatura que puede alcanzar, también se puede hacer este trabajo en un momento nublado

3.5.1. Dinámica del secado

Inicialmente, cuando el calor es aplicado al material, toda la energía disponible es utilizada para evaporar el agua superficial. Esto provoca un flujo de humedad desde el interior hasta el exterior del producto, donde se encuentra una fina capa de aire y vapor de agua que recubre el grano. Dentro del grano de café hay una compleja estructura de espacios vacíos interconectados llamados microcapilares.

Una vez que parte del agua ha sido evacuada, surgen bolsas de aire dentro de los capilares, lo cual dificulta el paso del líquido que aún se encuentra en el interior, forzándolo a avanzar entre las bolsas de aire y las paredes de los tubos de la red, lo cual reduce aún más el flujo de agua hacia el exterior, que finalmente es transportada como vapor.

La conductividad térmica del grano; que es una medida de su capacidad de transferencia de calor, se reduce al avanzar el secado, disminuir el contenido

de agua en el material y aumentar la proporción de aire en los espacios vacíos. Esto torna más difícil la conducción del calor, que es lo que activa el mecanismo de migración del agua hacia la superficie del grano.

En el grano de café, la dificultad en el transporte de agua y calor es agravada por la cámara de aire externa que existe entre la superficie del pergamino y la semilla. Esta cámara funciona como un excelente aislante térmico, lo cual tiene un efecto significativo en la mayor duración de las etapas finales del secado del café.

3.5.2. El punto de secamiento

El punto correcto de secamiento se alcanza cuando en el café que se está secando (al observarse el grano de café oro, del tamaño medio) aparece completamente parejo, el típico color verde claro o verde azulado, coloración que empieza a palidecer conforme avanza el resecamiento.

Cuando el encargado procederá a tomar la muestra, debe obtener una realmente representativa de la partida; también es necesario tomar en cuenta el tamaño del grano que se observa, puesto que el grano pequeño debe estar reseco, cuando el de tamaño promedio está a punto y el grano grande aún tiene lo que corrientemente se llama "mancha de agua".

El contenido de humedad del café pergamino deberá bajarse de acuerdo con el lugar, tiempo, condiciones de almacenamiento y exigencias del mercado que se esperan, hasta un punto entre 10 % - 12 %.

En las zonas cafetaleras del país existen condiciones de clima sumamente diferentes. En la zona cafetalera occidental se inicia la cosecha en plena época

de lluvia, y en muchos lugares con humedad relativa media del 80 %. En cambio, en la zona oriental se cosecha en plena época seca y con humedad relativa promedio mucho más baja. Esto trae como consecuencia condiciones de secamiento y de almacenaje completamente distintas.

Debe tenerse mucho cuidado pues si no se seca rápido, puede obtenerse café reseco. Debe buscarse la mejor forma de sacarlo en las parihuelas lo más rápido posible, este medio pueden ser canastos o costales pequeños debido al espacio entre parihuelas.

3.5.3. Determinación empírica

Como se ha explicado, es importante que el café llegue a su punto de secado, donde no esté húmedo aún o muy seco, por lo que para comprobar si el café ya está con el porcentaje de humedad adecuado se pueden utilizar los siguientes métodos empíricos:

3.5.4. Inspección visual

Consiste en tomar una muestra de café, se le quita el pergamino y se observa la coloración que tendrá que ser verde azulado. Si el café no ha alcanzado este color, está muy húmedo.

3.5.5. Inspección de grano en su punto

Se toman granos de café en diferentes puntos en la partida en proceso de secado y se prensan con los dientes. Tiene que observarse si al café le queda la marca de los dientes; esto nos indicará que ya está de punto. Si el diente se

hunde, el grano está muy húmedo y si al grano no le queda ninguna seña, está reseco.

3.5.6. Inspección del grano utilizando herramientas manuales

Utilizando una navaja y/o cuchillo, se colocan con la cara plana, hacia abajo, todos los granos tomados de diferentes puntos en la partida y se efectúa el corte en cada uno de ellos. Si al partir el café en dos, los pedazos saltan hacia los lados, ya está en su punto; si los dos pedazos no brincan está muy húmedo y si el grano no se deja partir está reseco.

La otra forma es utilizar un martillo, con el cual se golpean los granos colocados con la cara plana hacia abajo. Si al grano le queda la marca del golpe de martillo, ya está en su punto; si los granos se aplastan está muy húmedo y si se quiebran está reseco.

Figura 47. **Inspección de grano de café**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 10 de noviembre de 2016.

3.5.7. Inspección del grano con equipo tecnológico

Existen aparatos que permiten la medida rápida del contenido de humedad de los granos. Algunas casas fabricantes han elaborado tablas para emplearlas en sus aparatos con café en pergamino y oro. Generalmente funcionan con base en la medida de la conductividad o bien de la constante dieléctrica que se ejerce en un volumen de grano.

El Dole 400, por ejemplo, es un aparato compacto que tiene modelos con escala directa para café. Cualquiera de estos aparatos, si previamente se ha calibrado contra un aparato patrón, dará resultados confiables. Este funciona con batería o con un transformador de voltaje; en la escala de medición tiene escalas para café pergamino y café oro.

El Dole juega un papel muy importante el uso del Termómetro Compensatorio de Humedad que viene incorporado. Por cada lectura de 10 grados inferior a 80 grados Fahrenheit (26,6° C), deberá adicionarse un punto de porcentaje de humedad (1 %) y por cada 10 grados superior a 80 grados Fahrenheit (26,6° C), deberá sustraérsele un punto de porcentaje de humedad (1 %).

Figura 48. **Medidor de humedad**



Fuente: *Medidor de humedad*. www.agexpress.com. Consulta: 12 de noviembre de 2016.

3.6. Propuesta de mejora en proceso de tostado

Luego de conocer el proceso actual y la capacidad actual de fabricación de café tostado a continuación se lista el equipo que se empleara en la elaboración del mismo con sus respectivas especificaciones técnicas.

- Tostadora industrial

El proceso de tueste se lo realizara en una tostadora en forma de tambor que permitirá un tueste uniforme de todos los granos y un tiempo que se pueda controlar de forma manual. Trabaja a combustión y el tiempo de tueste esta dado por el tamaño del lote o cantidad a secar.

El tueste del grano se le controla por medio de un agujero existente en la parte inferior del tambor y por el cual se puede extraer una muestra de cierto número de granos en donde se aprecia el estado del mismo. Una sola persona se encarga de esta operación con la responsabilidad de supervisar que la parte eléctrica como mecánica del horno trabaje según lo programado.

Esta tostadora es una maquina versátil y de alto rendimiento, ya que tiene una capacidad promedio de 50 kilogramos por hora. Funciona con 110 V, tiene un motor de 0,5 HP y un consumo de 0,4 Kw/h.

Figura 49. **Tostadora industrial**



Fuente: *Equipos y capacitación*. <https://oleoequiposycapacitacion.wordpress.com>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Actualmente existe una reducción arbitraria en la inversión de insumos y jornales aplicados a la producción, incluidos el corte, bajas en salarios o pagos en especie. Esta situación ha provocado a la vez en los productores con menos recursos la reducción en el gasto y en muchos casos los productores han incrementado la deuda o han sido forzados a abandonar sus producciones o han cambiado a cosechas alternativas por lo que es necesario hacer cambios en los procesos.

A continuación, se presenta la implementación de la propuesta de eficiencia de los recursos energéticos, por ejemplo, se inicia con las buenas prácticas en el área del beneficio húmedo, la recolección, al momento de recibir el fruto, entre otros.

Se espera que el presente proyecto sea aprovechado por los asociados a dicha cooperativa para la recuperación de sus ingresos y nivel de vida, contribuyendo a la sostenibilidad del principal cultivo del café, a la recuperación del empleo, a la reducción de los índices migratorios, a la recuperación de los niveles salariales y al desplazamiento de actividades agrícolas a no agrícolas.

4.1. Buenas prácticas en el área del beneficio húmedo

Las buenas prácticas en el área del beneficio húmedo se definen como la transformación del fruto de café maduro a café pergamino seco de punto comercial, a través de las siguientes etapas:

Figura 50. **Etapas de la transformación del fruto de café maduro**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Recolección

En esta primera etapa del proceso, es importante recolectar únicamente los frutos que estén completamente maduros. Se debe cortar y mezclar frutos verdes, semimaduros (bayo, sacan, camagüe), sobremaduros, brocados, secos, enfermos, etc. dificulta el proceso de beneficiado y alteran la calidad del producto final. Además, pueden afectar los rendimientos.

Para la recolección se debe tener en cuenta las condiciones climatológicas que prevalecen en la finca, por ejemplo: la época muy lluviosa hará que la maduración se retrase y provoque la caída del fruto, principalmente el maduro, también la época de la canícula tiene como consecuencia maduraciones prematuras, por ello tenemos que estar preparados para estos inconvenientes contando con suficientes cortadores.

Todos los útiles de recolección deben limpiarse después de cada día de trabajo para evitar frutos rezagados que podrían dañar la partida del día siguiente.

Figura 51. **Recolección de café**



Fuente: *Anacafé*. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

4.3. Recibido

Se debe recibir sólo fruto maduro, no deben mezclarse frutos de diferentes días de corte.

La cantidad a recibir, va a depender de cómo avanza la maduración. La densidad aparente del café maduro es de 13,5 - 14 quintales de fruto por metro cúbico, dependiendo de la variedad y la altura sobre el nivel del mar.

Existen dos formas de recibo: por peso que se efectúa en romanas, básculas y pesas electrónicas; y por volumen a través de cajas de madera o lámina con capacidad de 100, 50, 25, 10 y 6.25 libras.

Los recibidores más comunes son: tanque sifón tradicional, semisecho y seco.

- El tanque sifón requiere de grandes cantidades de agua, además de recibir clasifica los frutos indeseables que por su menor peso flotan, tal es el caso del fruto seco, vano, enfermo, brocado, etc.
- Los recibidores semisecho y seco se diseñan en base al 50 % del fruto del día pico; los semisecho conducen el café por erosión y arrastre, ocasionado por el agua y el peso del fruto, en un piso con desnivel del 5 %, utilizando agua reciclada mediante bombeo. La ventaja de este recibidor es que es de fácil construcción y su profundidad promedio es de un metro.
- El recibidor seco, es una instalación cónica invertida, con pendiente mínima de 45 grados, de cuatro lados, diseñado para trabajar sin agua.

Por gravedad descarga directamente el fruto a los despulpadores. Es necesario contar con topografía inclinada para facilitar su construcción.

Figura 52. **Recepción de café**



Fuente: Anacafé. https://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%A1gina_principal. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

4.4. Clasificación

Es una de las etapas del proceso de beneficiado húmedo que nunca se debe eliminar, es necesaria, dado que las plantaciones de café son afectadas por plagas y enfermedades, que generan frutos de menor densidad (flotes y vanos), por lo que se debe clasificar el fruto en sifones de paso continuo de un metro cúbico de capacidad y sistemas de cribado para flotes.

También separan piedras y basuras que pueden provocar deterioro a la maquinaria de despulpado, se deben limpiar diariamente para evitar granos rezagados, que podrían dañar la partida del día siguiente.

4.5. Despulpado y clasificación

Es la fase mecánica del proceso en la que el fruto es sometido a la eliminación de la pulpa (epicarpio), se realiza con máquinas que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del café, para que por presión suelten los granos. Si la operación se realiza dañando el pergamino ó el propio grano, entonces el defecto permanecerá a través de las distintas etapas del beneficiado, provocando trastornos en el punto de fermentación y secamiento, alterando por consiguiente la calidad de la bebida. Como los sistemas de despulpado funcionan en forma mecánica, es imposible despulpar completamente frutos de distintos tamaños, por eso es preferible que pase fruto sin ser despulpado, a que se lastimen o quiebren.

Debe despulsarse el mismo día del corte, después de 4 horas de despulpado el grano debe echarse en otra pila de fermentación para evitar fermentaciones disparejas, limpiar diariamente el despulpador para evitar granos y pulpas rezagadas que podrían dañar la partida del día siguiente.

Es importante incorporar despulpadores que estén diseñados para operar en seco lo que contribuirá a evitar la contaminación generada en el proceso de beneficiado.

Algunas de las ventajas de no utilizar agua en el despulpado son:

- Reducción del tiempo de fermentación.
- No se contamina el agua.
- Preservación de los nutrientes orgánicos de la pulpa.
- El beneficio no queda supeditado a la disponibilidad de grandes cantidades de agua.

- Despulpador de cilindro horizontal con pecho de hierro: la parte principal de esta máquina está constituida por un cilindro de hierro fundido o aluminio, en el cual va fija una camisa de cobre o acero inoxidable, con ponchaduras de diversos tipos y tamaños. Cuando el cilindro gira, aprisiona el fruto maduro contra una plancha cóncava, conocida como pechero, que posee canales por donde se ven forzados a moverse los granos sueltos.

El pechero puede ajustarse acercándolo ó alejándolo del cilindro, por medio de dispositivos sencillos, según el fabricante. La calibración de los canales oscila entre 6 a 9 milímetros de profundidad cuando se trata de variedades comerciales. Dichos equipos se construyen de diferentes tamaños y capacidades que van desde 5 hasta 100 quintales maduro por hora.

Se fabrica para servicio liviano (pequeño productor) y para servicio pesado (medianos y grandes).

En los últimos años, su diseño ha variado considerablemente, se han reducido todos sus componentes, con el objeto de crear una máquina versátil, eficiente en cuanto a consumo de energía, etc. La modificación más reciente, es el rediseño del pechero, se ha aumentado la curvatura de la cuchilla, esto permite una mayor eficiencia, mayor limpieza del café despulpado, aumento del rendimiento y trabajo sin agua.

Figura 53. **Despulpador de cilindro horizontal con pecho de hierro**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

Figura 54. **Despulpado de café**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

- Despulpador de cilindro vertical: la despulpadora tiene las siguientes características:
 - Peso neto: 1,54 quintales.
 - Capacidad de despulpado: 45 - 55 quintales maduro por hora.
 - Velocidad de rotación del Volante: 500 revoluciones por minuto.
 - Potencia requerida: 2,0 hp.
 - Despulpa sin agua, posee un cilindro en forma cónica para mayor arrastre de la pulpa.
 - El porcentaje de pulpa en el grano es 1,57 %, la variable grano sin despulpar está por encima de la norma (1,73 %), resultado similar conocido para las despulpadoras de cilindro horizontal operadas sin agua; el porcentaje de grano trillado y mordido es de 0,5 %.

Figura 55. **Despulpadora vertical**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

4.6. Lavado

Es la operación de quitar la miel que queda adherida al pergamino, por medio de la inmersión y paso de una corriente de agua en un canal de correteo o clasificación utilizando paletas de madera.

- Lavado mecánico: es el lavado del café mediante bombas de impulsor abierto, combinando una clasificación en canales rectos con una pendiente uniforme de 0,75 %, se trata de dar al canal un flujo laminar constante que permita la clasificación del café recién lavado. La economía de agua en esta operación complementa la eficacia del sistema de recirculación de agua que debe usarse en las operaciones de beneficiado húmedo. Las características hidráulicas del lavado de las plantas agroindustriales, están basadas en el uso mínimo de agua.

Toda el agua utilizada en los procesos de clasificación y lavado retorna al tanque recolector-decantador, que es construido en la parte más baja del beneficio. Estos tanques disponen de un diseño que permite manejar dos niveles de agua para requerir de la necesaria en el inicio, intermedio y final de la cosecha.

Debe usar agua limpia, por ningún motivo se amona el café lavado, ya que se sobre fermenta. Además, limpiar diariamente el equipo e instalaciones para evitar granos rezagados y residuos de mucílago que pueden afectar la partida del día siguiente.

4.7. Usos alternativos de los residuos

En la empresa productora de café, los residuos y sub-productos del café constituyen una fuente de grave contaminación y problemas ambientales. Por ese motivo, se ha tratado de inventar métodos de utilizarlos como materia prima para la producción de piensos, bebidas, vinagre, biogás, cafeína, pectina, enzimas pépticos, proteína, y abono. El uso de la pulpa de café fresca o procesada ha sido tema de muchos estudios en los que, en general, se llega a la conclusión de que los residuos y sub-productos del café pueden usarse de varias maneras, algunas de las cuales como se exponen a continuación.

Figura 56. Usos alternativos de los residuos



Fuente: elaboración propia.

4.7.1. Pulpa

La pulpa del café es un material de desecho que procede de la industria del café. La pulpa del café puede reemplazar hasta un 20 % de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin efectos perjudiciales y con un ahorro del 30 %. Los resultados generales de los estudios de alimentación realizados con cerdos indican que el grano de cereales puede ser sustituido por pulpa deshidratada de café en hasta un 16 % de la ración total, sin ningún efecto perjudicial con respecto al aumento de peso. Eso significa que al final del período establecido, cada cerdo criado ha dejado cerca

de 50 kg de grano de cereales disponible para consumo humano u otros usos alternativos.

Además de hacerse con cerdos, los experimentos de alimentación con pulpa de café se hicieron con peces, pollos, corderos y conejos. En esos experimentos de alimentación se determinó el aumento diario del peso corporal y se midieron la toma diaria de materia seca y la eficiencia de conversión de la alimentación. En los cerdos alimentados con raciones que contenían hasta un 15 % de pulpa de café ensilada con un 5 % de melaza se observó un aumento de peso igual o mejor que en los alimentados con concentrados comerciales.

El ensilaje de la pulpa de café es una alternativa válida a la de manipular y almacenar las enormes cantidades de pulpa de café que se producen en Nova Café. La inclusión de ensilaje de pulpa de café en el régimen alimenticio de algunos animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en las regiones de los departamentos de Guatemala.

4.7.2. Biogás procedente del agua residual del café

Otra fuente potencial de producción de biogás es el agua drenada del extracto de la cereza del café. El extracto de la cereza que ha sido recogida y mantenida varias horas en un saco o que se ha dejado suelta y puesta a secar será un hervidero de microorganismos de todo género que funcionan en los pegajosos jugos de fruta que se liberan.

La adecuada fermentación y otros procedimientos reducen el pH, y el proceso ulterior de neutralización da lugar a que surja espuma CO₂ (principalmente sales de acetato y un aumento del pH de 3,8 a 6,1), formada de

tal manera que hará que salgan a la superficie más sólidos, principalmente taninos de color oscuro.

La evolución del CO₂ llegado a este punto hace posible la producción posterior de un biogás de metano altamente enriquecido que tiene únicamente la mitad del nivel habitual de CO₂ inerte. La clara solución de acetato puede pasarse entonces por un digestor para hacer biogás, o se puede verter gota a gota sobre un lienzo tirante, como en el proceso aeróbico de Fungal Gulp (trago fungal), para hacer proteína monocelular para pienso animal. La mejor manera de usar el biogás que se produce es haciendo funcionar con él un motor para generar electricidad, y todo el calor residual de grado

4.8. Sólidos de la pulpa de café para ensilaje

El ensilaje es un proceso que es utilizado para la conservación de materiales vegetales que se producen estacionalmente. Consiste en su preservación en estructuras de almacenamiento llamados silos, por medio de fermentaciones parciales producidas por bacterias anaerobias que actúan principalmente sobre los carbohidratos solubles que se presentan en los materiales.

Durante el proceso de fermentación se producen ácidos, principalmente ácidos lácticos, que disminuyen el pH del material ensilado a valores entre 3,5 y 4,2 e impiden el desarrollo de nuevas bacterias, previniendo su descomposición adicional y asegurando su conservación durante periodos largos de tiempos. Un material así conservado mantiene una calidad muy similar a la que posee en su estado fresco. El pH de la masa tiene una alta relación con la calidad del producto pues a valores de 4,5 y superiores, generalmente los ácidos butíricos

y acéticos están en altas concentraciones dando lugar a olores rancios y avinagrados al ensilado.

La pulpa del café es realmente una sustancia muy versátil, con un leve drenaje de la pulpa, inoculación con aditivos comerciales de ensilaje y envase en forros de plástico dentro de contenedores de reciclaje, o en contenedores de carga flexible de una tonelada, puede conseguirse en 3-4 meses un pienso excelente, adecuado para forraje de ganado, que puede traer ingresos suplementarios fuera de temporada.

Esto es recomendable en zona de clima frío, dado que en el invierno es muy difícil conseguir pasto para los ganados.

Figura 57. **Ensilaje del grano del café**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

La dinámica del proceso tiene una duración aproximada de 25 días y en ella se reconocen dos fases a saber:

- La fase de respiración, que es aeróbica, tiene una duración aproximada de 12 horas y concluye a agotarse el oxígeno atrapado en la masa del material ensilado; por eso, es muy importante la compactación del material para eliminar de esta manera la máxima cantidad de aire y así garantizar una fase de respiración corta.
- La fase de fermentación, en donde inicialmente proliferan bacterias productoras de ácido acético y butírico y posteriormente se establecen bacterias productoras de ácido láctico con una duración aproximada de 3 días, dando origen a una fase de larga duración (20 días), en la que se producen grandes cantidades de ácido láctico. Se han definido muchas variables, que en mayor o menor grado intervienen y afectan la fermentación anaeróbica, pero son 3 las de mayor importancia:
- Contenido de carbohidratos solubles del sustrato: se ha encontrado que, idealmente, el nivel de carbohidratos solubles (azúcares reductores) debe ser del 13 % al 16 % de la materia seca del sustrato. Niveles inferiores no garantizan una producción de ácido láctico suficiente por lo cual, el valor final del pH no sería adecuado. Esto trae como consecuencia una menor inhibición de la actividad de las bacterias butirogénicas y por tanto, fermentaciones de tipo acética y butírica. Niveles mayores al 25 % estimulan una fermentación de tipo alcohólico.
- Contenido de humedad del sustrato: este parámetro es importante ya que con materiales muy húmedos se presentan pérdidas de nutrientes

por efecto del drenado de agua en exceso. El contenido óptimo de humedad debe estar entre el 60 % y el 70 %.

- Condiciones anaeróbicas de la masa del silo: en la práctica, se deben tomar precauciones con el fin de asegurar un medio libre de oxígeno que, de no existir, produciría una prolongación de la fase de respiración con el consecuente deterioro del material ensilado. En los silos de trinchera, caracterizados por tener la cara de entrada y de salida en forma de paralelogramo, una altura mínima de 2,5 metros es lo recomendable y en los verticales llamados de torre, que son cilindros altos, la altura debe ser por lo menos 2,5 veces el diámetro.

Para lograr una adecuada conservación de la pulpa de café por medio del ensilaje se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: características del sustrato, tipo de silo, llenado y sellado del silo, salida de lixiviados.

- Características de la pulpa

La pulpa de café debe provenir de un despulpado sin agua ya que posee las condiciones adecuadas para ser ensilada sin necesidad de utilizar aditivos:

- Su contenido de azúcares reductores es del orden del 12,6 %
- Tamaño de partícula entre 1 y 2 cm
- Contenido de humedad alrededor del 75 %

La pulpa por ensilar no debe tener más de 2 días de obtenida, debido a las pérdidas de azúcares por fermentación que ocasionarían un producto de mala calidad.

Figura 58. **Silos tipo fosa para ensilaje de pulpa**



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

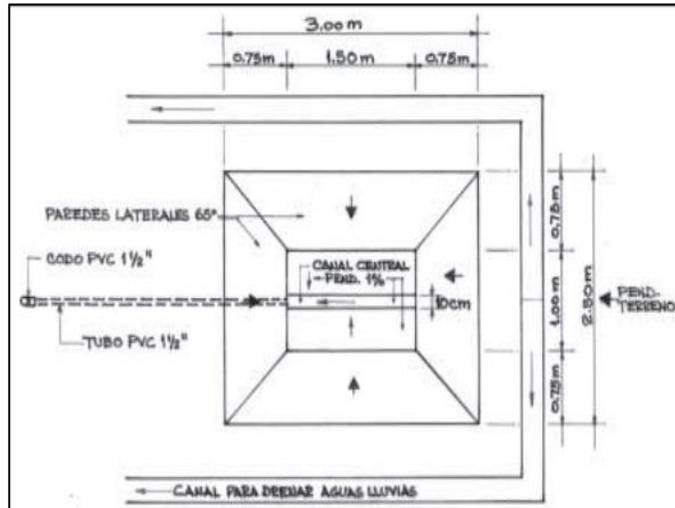
La pendiente de todas las paredes de la fosa debe tener un ángulo de 65 grados. El fondo de la fosa una inclinación del 1 % hacia un canal central de 10 cm de ancho y este, a su vez, también debe tener una pendiente igual por donde se deben canalizar los lixiviados fuera de la fosa para evitar que se acumulen y dañen el material ensilado. Debe entonces colocarse en el extremo del canal central un trozo de tubo PVC de 1 1/2" terminando afuera del silo en un codo PVC de 1 1/2" de forma que quede un sello de agua y evite la entrada de aire.

El volumen de la fosa se mide aplicando la fórmula:

$$V = 1/3 \text{ Altura} \times (\text{Base mayor} + \text{Base menor} + \sqrt{\text{Base mayor} \times \text{Base menor}})$$

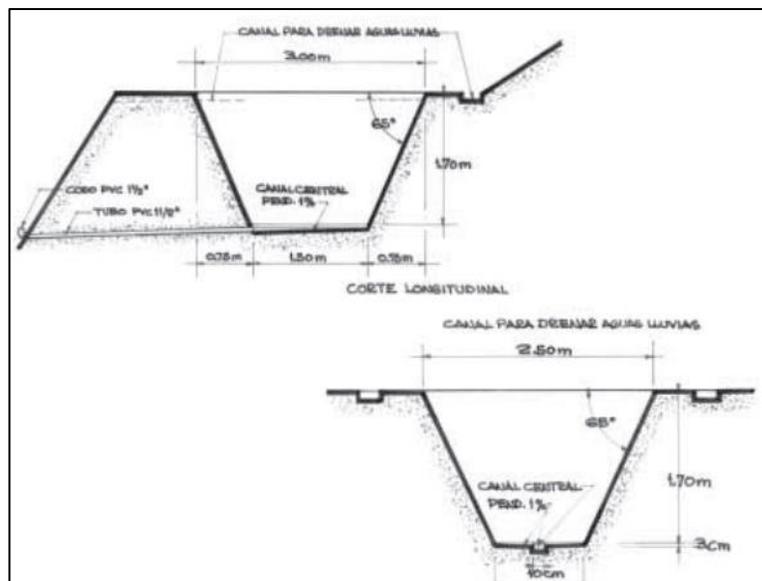
También, es recomendable la construcción de un cobertizo en guadua y plástico porque ayudará a evitar la incidencia de la lluvia directa.

Figura 59. Vista superior del cobertizo



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

Figura 60. Vistas laterales de cobertizo



Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

4.9. Setas

En contraste con las operaciones en mayor escala que se necesitan para el tratamiento de las aguas residuales y para hacer el ensilaje, la pulpa de café puede ser manejada en menor escala con facilidad. La pulpa fermentada y secada parcialmente puede ser usada como sustrato para el cultivo de setas exóticas. De interés especial es la mezcla de cáscara y pulpa semi seca para el cultivo rápido, en unas cuantas semanas, de Shiitake, Linchi y otras setas que habitualmente tardan muchos meses en crecer en leños de roble. Más rápida aún es la producción de pleurotus o setas ostra que habitualmente crecen en árboles podridos en los matorrales. En zonas en que las setas son bocado delicado y apreciado, los caficultores en pequeña escala pueden conseguir ingresos importantes en los mercados locales.

Figura 61. **Setas**



Fuente: *Humanos y setas*. <http://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2014/10/23/humanos-y-setas-una-relacion-de-amor-odio/>. Consulta: 10 de octubre de 2015.

4.9.1. Cascara de café como combustible

La cáscara del café es prácticamente pura lignocelulosa y no tiene ningún valor como fertilizante. Se quema habitualmente en hornos toscos para secar el café en pergamino.

Si la mayor parte del pergamino se seca parcialmente al sol por motivos de calidad, es aún posible tener un excedente de combustible después de una operación de acabado del secado incluso con los toscos secadores de aire caliente de un paso de hoy en día.

Puede quemarse la cáscara en un generador de gas y después accionar un motor sobre ese gas para producir electricidad. Al igual que con el biogás, el calor residual procedente del generador de gas y del motor puede usarse para calentar una corriente de aire limpio y eso puede todavía usarse para secar aún más café.

4.9.2. Sólidos de café como estiércol

Los sólidos de la pulpa del café contienen solamente una quinta parte de los nutrientes que se sacan del suelo con la exportación del grano verde. Sin embargo, son una buena fuente de humus y de suelo de carbono orgánico. Si se da la vuelta a la pulpa del café cada pocos días y se pone en un montón que se conserva durante unos cuantos años, que es la forma habitual de hacer el estiércol, se convertirá en abono en tres semanas con una quinta parte del volumen original y como un material firme que huele a tierra y no atrae moscas.

Si se deja madurar durante tres meses cubierto, se reducirá más hasta convertirse en un abono muy agradable de tierra seca que es un buen factor de mejora y enmienda del suelo.

Es entonces, al empezar a calentarse el montón por segunda vez, después del primer volteo, cuando ocurre el colapso de la estructura y hay una liberación masiva de líquido negro y pegajoso que contiene la mayoría de los nutrientes y es el auténtico material fertilizante. No debiera permitirse que ese líquido se vaya, sino que, para conseguir una fuente adicional de ingresos, debiera recogerse y venderse como un factor de nutrición vegetal orgánico de alto valor y disuasivo de plagas.

4.9.3. Bebidas producidas con café

Es muy poco lo que se descubrió sobre el uso de la pulpa de la cereza del café para la elaboración de bebidas alcohólicas o refrescantes. En este caso la cafeína no supondría un problema, ya que se añade con frecuencia a las bebidas refrescantes y hay licores fuertes conocidos a base de café (Kahlua en México, Caffè Borghetti en Italia).

- Mucílago de café: de los residuos industriales del café pueden obtenerse, en distintos estados de pureza, los siguientes tipos de sustancias:
 - Pectinas sin refinar: esas pectinas pueden estar en forma de gel soluble termorreversible o en forma de eslabón en cruz no reversible, que tienen un sabor de boca distinto.
 - Azúcares naturales del fruto del café, procedentes principalmente del agua del despulpe reciclada: son en su mayor parte hidratos de carbono, con un sabor distinto, que recuerda al de las ciruelas, y podrían comercializarse como una novedad para los conocedores de café más refinados.

- Compuestos antioxidantes y flavonoides: estos son principalmente los compuestos de antocianina de color del fruto, pero también contienen todos los demás polifenólicos, tales como los ácidos clorogénicos y, por supuesto, cafeína. Esas sustancias pueden combinarse de varias maneras para hacer una serie de aditivos de los alimentos que pueden tener interés para la industria del alimento saludable.
- Pro antocianinas incoloras: podrían usarse como recurso básico para la fabricación de otros alimentos o quizá para la síntesis más sofisticada de otras sustancias químicas.

4.9.4. Clasificación del lavado

El propósito en el lavado es limpiar el grano de la miel que puede quedar adherida, este lavado se puede clasificar de dos formas: manual y mecánico.

En el apartado 4.6 se ha brindado una explicación del lavado mecánico. Ahora bien, el lavador manual es solamente la inmersión y paso del grano del café en una corriente de agua.

Cabe mencionar que la mejor forma de hacer el lavado es la mecánica, debido a que se hace uso de menos agua.

4.9.5. Secado

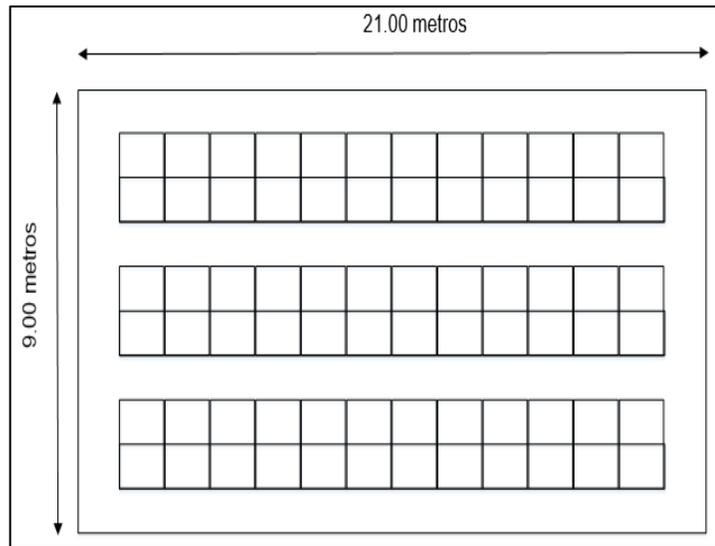
El secamiento al sol es la práctica más común, en lugares donde puede aprovecharse la energía solar y la energía propia del aire, además los costos de

inversión en equipos y los costos de operación son razonablemente más bajos. Algunas recomendaciones generales para el proceso son:

- El grosor del café lavado en el patio es de 5 a 6 centímetros y debe moverse constantemente para obtener un punto parejo. Por cada metro cuadrado de patio caben 70 libras de café lavado (50 % - 55 % de humedad).
- No se deben mezclar cafés de diferentes soles, el secamiento es disparejo.
- No debe extenderse el café cuando el patio esté muy caliente, se puede rajar el pergamino, de preferencia aprovechar las primeras horas de la mañana.
- Los patios deben limpiarse todos los días, para evitar que se contamine la partida nueva.
- Construir los patios de concreto con una pendiente longitudinal máxima del 2 %.
- Construir casillas para resguardar el grano en caso de lluvia y por la noche
- La construcción de un secador solar de tipo invernadero las cuales se las especificaciones se describen a continuación:
- Características de la secadora solar

- Contaran con un tamaño de 9 metros de ancho * 21 metros de largo con una altura no mayor a 2,5 m.
- La estructura será de madera tratada para evitar plagas que podrían dañar el café.
- El piso de cemento con inclinación de 2 %
- Entre cada parihuela habrá un espacio de 1 metro exceptuando en las orillas donde tendrá 1,10 metros para el manejo de las mismas.
- El forro del secador solar será de Nylon transparente ultra violeta de 6 yardas de ancho.
- Contará con techo de 2 aguas.
- En el interior contara con tres carriles de parihuelas con cuatro niveles. Separación entre niveles de 40 centímetros iniciando con una separación entre el piso de 20 centímetros.
- El funcionamiento y la operación de la secadora solar es simple, el principio básico es calentar el aire del interior mediante los rayos del sol, disminuyendo así su humedad relativa este aire caliente, al contacto con el café húmedo, tiende a absorber agua, secando por tal razón el grano.

Figura 62. **Dimensiones de secador solar**



Fuente: elaboración propia.

- El total de parihuelas en cada carril de secado será de 152 teniendo 3 carriles que dan un total de 456 bloques de parihuelas.
- El total de grano que se podrá introducir en el secador solar será de un mínimo de 22 800 libras y un máximo de 23 712 libras dependiendo las condiciones del grano y clima. Ya que a cada parihuela le caben de 50 a 52 libras de grano de café.

Figura 63. **Vista externa de secador solar**



Fuente: *Productos químicos andinos*. <http://www.pqa.com.co/secadores>. Consulta: 19 de enero de 2016.

- Ventajas y desventajas del secador solar
 - Ventajas
 - Disminuirá el 100 % de los riesgos de contaminación
 - Incremento de la calidad del producto al obtener grano más limpio y sin manchas
 - Disminución de hasta 50 % del trabajo físico requerido.
 - Disminución hasta de un 40 % en el tiempo de secado
 - Se evita el desarrollo de hongos al dar la humedad adecuada.
 - Se facilita el trabajo de escoger y separar el grano.

- Desventajas
 - El nylon de la cubierta tiene una durabilidad promedio de dos años y medio, luego se deberá cambiar por uno nuevo
- Costo de los materiales

En la siguiente tabla se detallan los materiales que serán necesarios para la construcción del secador solar y su costo.

Tabla V. Costos para la construcción del secador solar

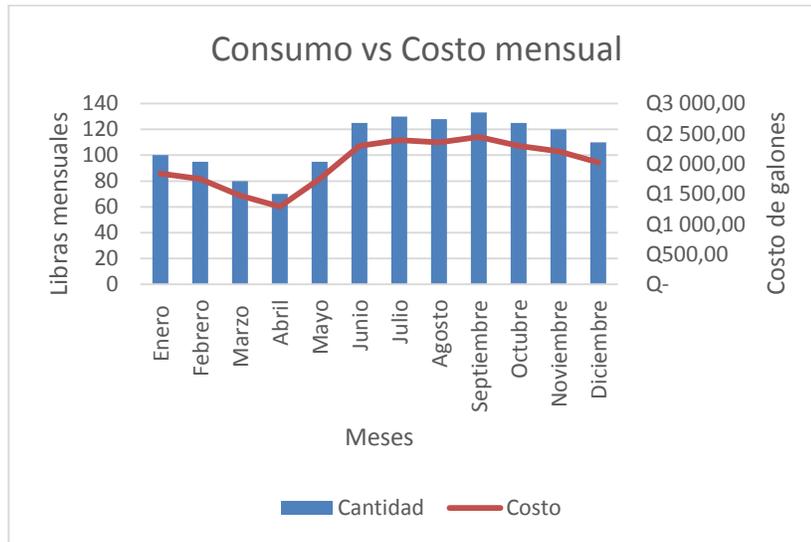
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Arena de río	Metro cubico	8	Q 80,00	Q 640,00
Mano de obra	jornada	1	Q 2 419,00	Q 2 419,00
Transporte de materiales	Unidad	1	Q 500,00	Q 500,00
Tubo PVC de 3/4"	Unidad	13	Q 30,00	Q 390,00
Nylon ultra violeta	Metro	50	Q 50,00	Q 2 500,00
Cedazo de 3/16"	Rollo	1	Q 600,00	Q 600,00
Clavo de 2.5"	Libra	6	Q 8,00	Q 48,00
Clavo de 3"	Libra	6	Q 8,00	Q 48,00
Clavo de 4"	Libra	4	Q 8,00	Q 32,00
Clavo de 1"	Libra	2	Q 8,00	Q 16,00
Bisagras	Unidad	10	Q 7,00	Q 70,00
Cemento	Saco	6	Q 95,00	Q 570,00
Grapas de metal 5/16"	Unidad	2	Q 15,00	Q 30,00
Reglas de madera de 3X3X12	Unidad	16	Q 45,00	Q 720,00
Reglas de madera de 3X2X12	Unidad	6	Q 20,00	Q 120,00
Reglas de madera de 2X3X12	Unidad	14	Q 30,00	Q 420,00
Reglas de madera de 2X3X8	Unidad	7	Q 17,00	Q 119,00
Reglas de madera de 2X3X7	Unidad	20	Q 15,00	Q 300,00
Fajillas de madera de 1X6X8	Unidad	24	Q 17,00	Q 408,00
Fajillas de madera de 1X6X7	Unidad	24	Q 15,00	Q 360,00
Fajillas de madera de 1X2X12	Unidad	13	Q 10,00	Q 130,00
Costo total de la construcción				Q 10 440,00

Fuente: elaboración propia.

- Costo actual de secado

A continuación, se presenta el costo de consumo de gas propano para la operación de secado que actualmente se está teniendo al realizarlo con un horno en los meses de enero a diciembre de 2016.

Figura 64. Consumo de gas vs costo mensual



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Histórico de consumo 2016

	Cantidad lb	Costo
Enero	455	Q 1 840,00
Febrero	400	Q 1 748,00
Marzo	375	Q 1 472,00
Abril	350	Q 1 288,00
Mayo	400	Q 1 748,00
Junio	550	Q 2 300,00
Julio	575	Q 2 392,00
Agosto	525	Q 2 355,20
Septiembre	545	Q 2 447,20
Octubre	400	Q 2 300,00
Noviembre	375	Q 2 208,00
Diciembre	460	Q 2 024,00
Costo promedio		Q 2 010,20

Fuente: elaboración propia.

- Ahorro en el proceso de secado

Con la implementación del secador solar el total de grano que se podrá introducir en el secador solar será de un mínimo de 22 800 libras y un máximo

de 23 712 libras dependiendo las condiciones del grano y clima, esto representa un 75 % a un 80 % del total de grano producido y que actualmente se seca por medio de un horno accionado por gas propano. En promedio se gasta Q 2 010,20 mensuales. Que representaría una reducción de Q 1 507,65 mensuales contribuyendo de gran manera al ahorro del proceso. Y ayudando al medio ambiente al ya no utilizar gas. Además, de las ventajas anteriormente descritas en la mejora de la calidad.

- Recuperación de la inversión

Es un instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. A continuación, se muestra el tiempo en que la empresa recuperara la inversión de la implementación del secador solar.

$$Tiempo = \frac{10\,440,00}{1\,507,65} = 6,92 \text{ meses}$$

Como se puede observar por medio de la formula se recuperará completamente la inversión a partir del 7 mes con esto se puede verificar que el proyecto de la construcción de secador solar es viable.

4.10. Implementación de tostadora industrial

La mejora en el proceso de tostado se basará en la compra de una tostadora industrial con ella se pretende reducir los tiempos en el proceso de tostado además de contar con una maquina adecuada para dicho proceso ya que en la actualidad se usa una maquina diseñada por la misma empresa. Esta tostadora es una máquina versátil y de alto rendimiento, ya que tiene una

capacidad promedio de 50 kilogramos por hora. Funciona con 110 V, tiene un motor de 0,5 HP y un consumo de 0,4 Kw/h.

Tabla VII. **Costo e instalación de máquina**

Costo de máquina	Q 6 200,00
Instalación	Q 900,00
Total	Q 7 100,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Tostadora industrial**



Fuente: *Productos químicos andinos*. <http://www.pqa.com.co/secadores>. Consulta: 19 de enero de 2016.

Tabla VIII. **Cuadro comparativo de nueva capacidad**

	Nueva máquina	Máquina actual
Capacidad	50 kg/hora	10 kg/hora
Jornada	8 horas	8 horas
Cantidad tostada diariamente	400 kg	80 kg
Cantidad tostada mensualmente	8 000 Kg	1 600 Kg

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VIII. Se muestra el cuadro comparativo de la capacidad actual Vs la nueva capacidad superando y mejorando en un 500 % la capacidad mensual que se obtendría en el proceso de secado además de otras mejoras como la calidad de un secado uniforme.

Tabla IX. Libras mensuales utilizadas

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
Gas propano nueva máquina	25	25	25	25	100
Gas propano máquina actual	100	100	100	100	400

Fuente: *Nova Café*. <https://www.thenovacafe.com/>. Consulta: 15 de noviembre de 2016.

Con la incorporación de la maquina se tiene calculado que esta solamente use el 25 % de gas que actualmente se utiliza para el proceso de tostado esto trae un beneficio de 75 % de reducción de utilización de gas propano. Además de la reducción de tiempo de proceso y aumentando en un 500 % la capacidad de producción mensual.

Tabla X. Costo mensual de gas propano

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
Gas propano nueva maquina	Q 105,00	Q 105,00	Q 105,00	Q 105,00	Q 420,00
Gas propano maquina actual	Q 420,00	Q 420,00	Q 420,00	Q 420,00	Q 1 680,00

Fuente: elaboración propia.

La tabla X muestra el costo mensual actual Vs el costo mensual con la máquina logrando una reducción de Q 1 260,00 mensuales en consumo de gas propano. Esto es de gran beneficio ya que se constituye en una reducción de costo al precio de libra del café.

- **Recuperación de la inversión**

Es un instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. A continuación, se muestra el tiempo en que la empresa recuperará la inversión de la implementación de la tostadora industrial.

$$Tiempo = \frac{7\ 100,00}{1\ 260} = 5,63 \text{ meses}$$

Como se puede observar por medio de la fórmula, se recuperará completamente la inversión a partir del 6 mes con esto se puede verificar que el proyecto de la compra del tostador industrial es viable y que a partir del sexto mes quedará completamente pagada la máquina por medio del ahorro de gas.

4.10.1. Almacenamiento

La humedad para almacenar el café es entre 10 % a 12 % (en grano oro). Por eso se debe monitorear dicha humedad para evitar que se dañe la calidad y se pierda o aumente de peso. Se debe usar costales limpios y de preferencia de yute; la bodega debe estar siempre limpia, el café envasado deben estar sobre tarimas de madera, buena ventilación entre estibas y techo, para mantener una temperatura ambiente de 20 grados centígrados y una humedad relativa de 65 %, que son las condiciones adecuadas de almacenamiento de café.

4.11. Cálculo de consumo Kwh

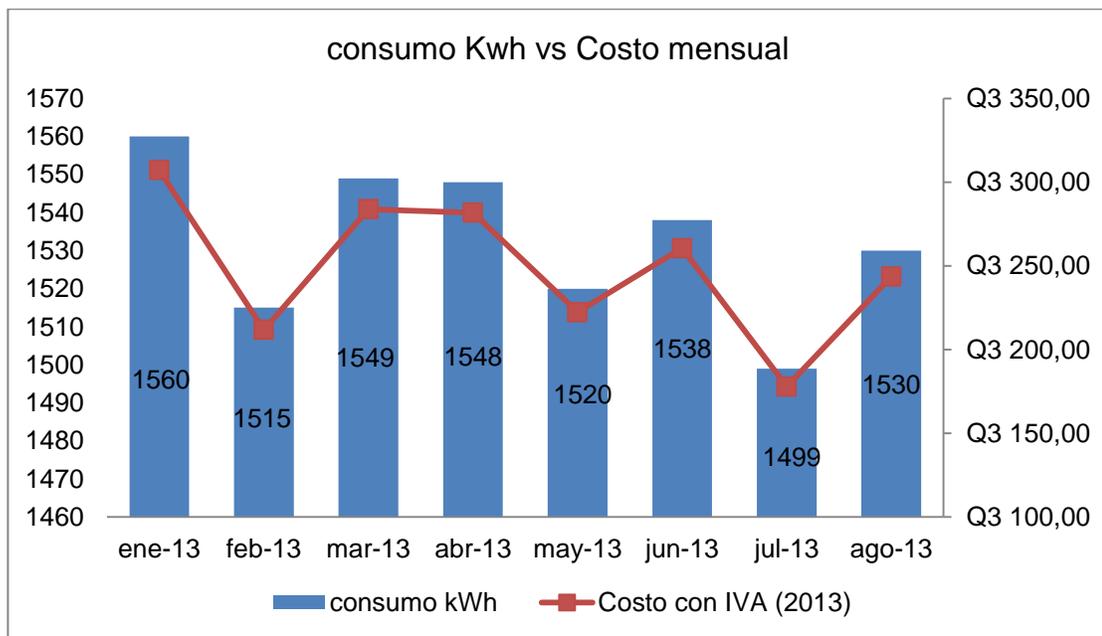
Para realizar la tabla de consumo de energía eléctrica se tomó la información de 8 meses y se suman al total del consumo por mes. A

continuación, se presenta el consumo de 8 meses del año para poder sacar un promedio.

4.12. Costo actual de iluminación de la planta

A continuación, se presenta el consumo de energía eléctrica en la empresa durante los meses de enero-agosto 2013. Los datos fueron proporcionados por parte de la gerencia general. Como se puede observar la factura de energía eléctrica está en un promedio de Q 3 250, al mes, valor que preocupa a la prensa porque son gastos elevados, los cuales deben de estar ajustando a su presupuesto trimestral. Por lo cual se busca fuentes ahorrativas de energía eléctrica dentro de la planta de producción.

Figura 66. Gráfico de consumo mensual vs costo mensual



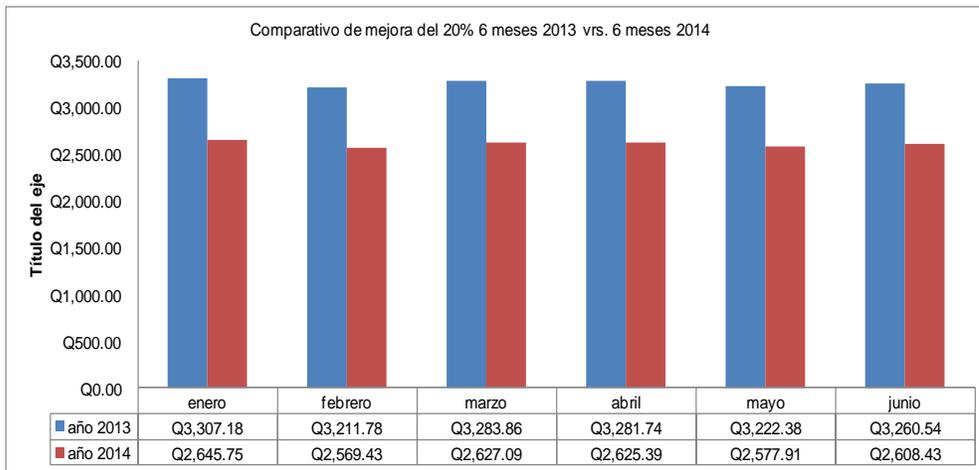
Costo promedio Q 3 250. Datos promocionados por la empresa.

Fuente: elaboración propia.

Se realiza una evaluación con base en los consumos históricos de los meses del 2013.

Se comparan 6 meses del 2013 contra otros 6 meses del año donde se implementa el plan de reducción de energía eléctrica.

Figura 67. **Gráfico comparativo de consumo energético**



Datos de marzo, abril, mayo, junio, proyectados. Datos de la empresa.

Fuente: CEMSA.

Al realizar el análisis comparativo del consumo de energía eléctrica, al implementar medidas de ahorro energético se disminuirá la factura, estos datos pueden variar si el precio spot de la luz varía según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

4.13. Plan de ahorro energético

Si el plan se lleva a mediano plazo se puede estar hablando de un ahorro que representa un promedio de Q 652,00 mensuales que equivale a un 20 % de

reducción del costo de energía eléctrica mensual en la factura y conforme se mejore el plan el resultado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Tabla comparativa de reducción de costos en energía**

reduccion 20%								
fecha 2013	consumo kWh	Q/kWh	Costo	Costo con IVA (2013)	fecha 2014	cosumo kwh	costo con IVA (2014)	ahorro
enero	1560	1.89285	Q2,952.84	Q3,307.18	enero	1248	Q2,645.75	Q661.44
febrero	1515	1.89285	Q2,867.66	Q3,211.78	febrero	1212	Q2,569.43	Q642.36
marzo	1549	1.89285	Q2,932.02	Q3,283.86	marzo	1239.2	Q2,627.09	Q656.77
abril	1548	1.89285	Q2,930.13	Q3,281.74	abril	1238.4	Q2,625.39	Q656.35
mayo	1520	1.89285	Q2,877.13	Q3,222.38	mayo	1216	Q2,577.91	Q644.48
junio	1538	1.89285	Q2,911.20	Q3,260.54	junio	1230.4	Q2,608.43	Q652.11
promedio				Q3,261.25			Q2,609.00	Q652.25

Fuente: elaboración propia.

4.14. **Analizar y proponer cambio de luminarias**

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.

Para ubicar adecuadamente las luminarias en el interior del área de trabajo debemos determinar el tipo de iluminación que se quiere tener es decir un tipo de iluminación directa.

La iluminación directa es aquella en la cual, la fuente luminosa está dirigida directamente hacía el área de trabajo o el área a iluminar. Este detalle nos ayudara a determinar valores claves en el diseño de iluminación.

- Uniformidad: la uniformidad es procurar que la iluminación sea lo más balanceado, evitando los contrastes muy fuertes, esto se relaciona en especial con el número de lámparas y la forma en que se distribuyan en el área de producción. Para lograr esta uniformidad existen dos normas: las normas alemanas y americanas, que recomiendan la altura de suspensión de las lámparas, que es el espaciamiento de las lámparas sobre el plano de trabajo que se detalla en la tabla siguiente:

Tabla XII. **Tabla de altura de suspensión de lámparas**

Norma	Altura en suspensión en metros
Americana	2-3
Alemana	1,5 – 2,5

Fuente: FINK, Donald. *Manual de ingeniería eléctrica*. p. 61.

4.15. Uso de la tecnología solar

La energía solar fotovoltaica corresponde a un sistema directo de conversión, ya que los fotones de la radiación solar interactúan de modo directo sobre los electrones del captador fotovoltaico para dar lugar al efecto fotoeléctrico y, en él, a la generación de corriente eléctrica.

El componente básico de este modo directo de conversión de la energía, es la denominada célula solar, con la que se construyen los paneles o módulos solares, los cuales proporcionan una corriente eléctrica de valor dependiente de la energía solar que incide sobre su superficie.

Un conjunto de componentes complementarios al panel, permiten acumular la energía eléctrica para utilizarla en tiempos diferentes a los de su

obtención, cambiarla de formato a corriente alterna para alimentar electrodomésticos, y adaptarla para su inyección a las redes públicas de distribución de energía eléctrica, operación, esta última que requiere el proceso de sincronización de fase. Así, es posible dimensionar instalaciones para obtener energía eléctrica de los modos CD y CA, o ambos, para las siguientes aplicaciones principales:

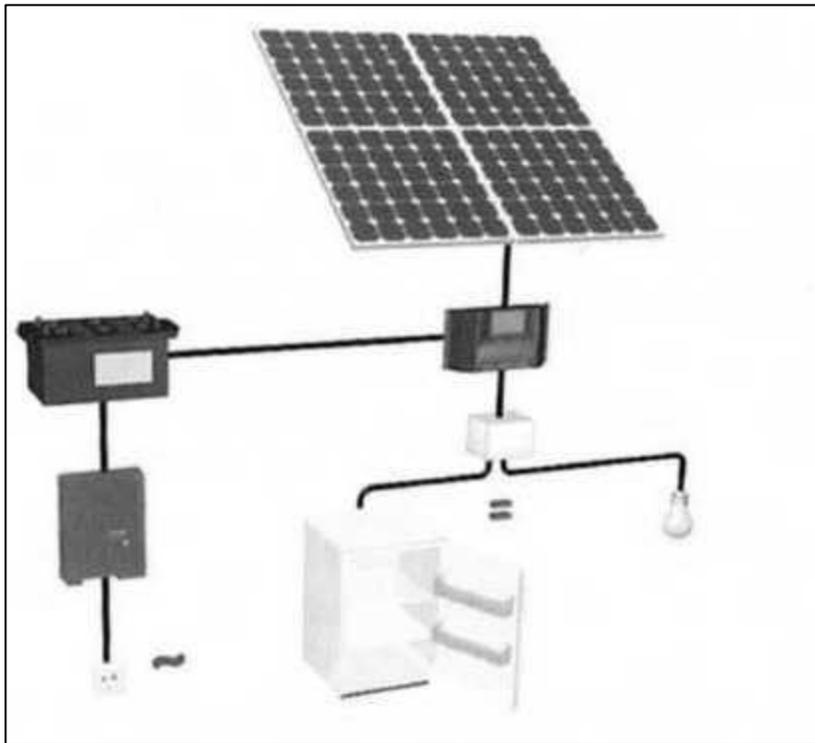
- Iluminación de casas, industrias, bodegas
- Iluminación de vallas publicitarias
- Señalización

Las instalaciones basadas en los paneles solares fotovoltaicos están clasificadas en versiones en correspondencia con su arquitectura y utilización. Tales versiones son descritas a continuación.

- Instalaciones aisladas de la red: las instalaciones fotovoltaicas destinadas a la obtención de energía eléctrica para cualquier aplicación, que no tengan ningún punto de conexión con las redes de distribución de energía para inyectar en ellas corriente, se denominan aisladas. Un ejemplo típico correspondiente a la arquitectura de tales instalaciones, independiente de su capacidad; son las montadas en las viviendas rurales permanentes u ocasionales, a las que alimentan repetidores y aplicaciones similares. Estas instalaciones derivan a su vez en dos tipos:
 - Instalaciones centralizadas: cubren la necesidad de un conjunto de viviendas, y cuya justificación está en la reducción del impacto ambiental y en motivos económicos.

- Instalaciones descentralizadas: cubren la necesidad de un solo usuario, ya sea vivienda, repartidor, etc.

Figura 68. **Instalación fotovoltaica aislada de la red**

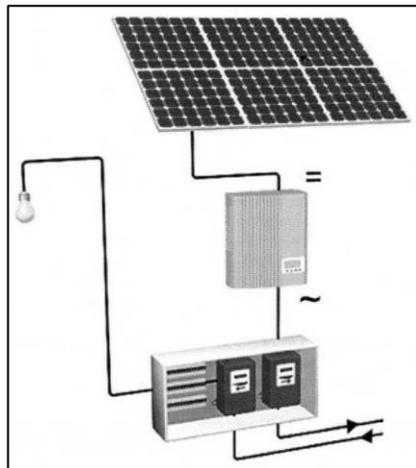


Fuente: MADRID, Vicente Antonio. *Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. p. 359.

- Instalaciones con conexión a la red: corresponden tales instalaciones a las que están conectadas a la red pública de distribución de energía para dos posibles finalidades:
 - Venta de la totalidad de la energía eléctrica generada.

- Venta de la energía eléctrica sobrante con respecto a la necesidad del lugar de generación.
- En tales instalaciones, intervienen dos nuevos componentes no empleados en la versión anterior, que son:
 - Un inversor de red, cuya finalidad es sincronizar la fase de la energía a inyectar con la de la red pública, único modo que permite el aporte energético.
 - Un contador de energía eléctrica para medir la inyección de energía a la red a efectos de cobro.

Figura 69. **Instalación conectada a la red**



Fuente: MADRID, Vicente Antonio. *Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. p. 360.

4.16. Análisis financiero de la propuesta

La luz emitida por un LED es proporcional a la cantidad de recombinaciones que tienen lugar, que es proporcional, a su vez, a la corriente directa en el diodo.

Los LED son dispositivos muy populares, tienen la aplicación en el diseño de diversos tipos de monitores, incluidos los de instrumentos de laboratorio como los voltímetros digitales. Se puede lograr que produzcan luz de diversos colores, más aún, pueden diseñarse para que produzcan luz coherente con un ancho de banda muy estrecho. El dispositivo resultante es un diodo láser. Este tipo de diodo tiene aplicación en sistemas ópticos de comunicaciones y en reproductores de CD, entre otros.

- Ventajas
 - No requiere componentes adicionales.
 - La iluminación es unidireccional y no representa ninguna contaminación luminosa.
 - No es atractivo a los insectos porque no emite rayos infrarrojos ni ultravioleta.
 - Puede integrarse fácilmente a un sistema de energía solar.
 - No representa en lo absoluto ningún daño a la atmósfera ni al medio ambiente.

- Proporciona un promedio del 80 % de ahorro de energía en comparación a aplicaciones basadas en sodio y aplicaciones metálicas.
- Tiene una vida estimada de 50 000 horas, sin una seria degradación luminosa.
- Lámparas led
 - Especificaciones: producto perfecto para reemplazar lámparas en pisos de producción, almacenes, bodegas. Este modelo fácilmente reemplaza los luminarios tipo campana de descarga (haluro metálico) que consumen 400 watts, reducción de costo inmediata del 50 %, más los ahorros en mantenimiento. Tiene un encendido inmediato, reduce a cero el tiempo de espera para tener una iluminación óptima.
 - Especificaciones técnicas
 - Consumo energético: versiones desde 60 watts hasta 200 watts.
 - Voltaje: AC 85~265V.
 - Flujo luminoso: 6 600 a 35 000 lúmenes.
 - Angulo de foco: 45/90/120 grados, opcional.
 - Material: aluminio.

Figura 70. **Usos de lámparas tipo led en la industria**



Fuente: *Productos químicos andinos*. <http://www.pqa.com.co/secadores>. Consulta: 19 de enero de 2016.

- Tubo LED T8 para remplazar fluorescente
 - Consumo energético: 18 watts
 - Voltaje: 85-265V AC
 - Flujo luminoso: 1,700 lúmenes
 - Color: 3 000 K (cálido), 4 500 K (natural) 6 000 K(frio)
 - Dimensiones: 1,2 m-2,44 m

Figura 71. **Tubo led**



Fuente: *Productos químicos andinos*. <http://www.pqa.com.co/secadores>. Consulta: 19 de enero de 2016.

En la teoría del análisis se hace la identificación de las actividades que se tiene previsto ejecutar, identificar las consecuencias predecibles de cada actividad, asignación de valores a cada consecuencia, reducción de todos estos valores a un común denominador (normalmente económicos), suma de todos los valores para obtener un valor neto, si se obtiene un valor positivo neto entonces se podrá concluir que el proyecto genera un bienestar económico para la empresa.

El análisis se lo ha dividido en dos partes; debido a la subjetividad con las que ciertas actividades se medirán:

- Análisis costo beneficio cualitativo: para aquellas actividades que no se pueden cuantificar con es el caso de la motivación, bienestar del trabajador.
- Análisis costo beneficio cuantitativo: para aquellas actividades que se pueden cuantificar.

Tabla XIII. **Análisis costo-beneficio cualitativo**

RECURSOS	GRUPO AFECTADO		
	Empacadora	Calidad Total	Calidad Puerto
Nuevas oportunidades de negocio			Positivo
Calidad de impresión	Positivo		
Control estadístico del proceso	Positivo		
Empleo directo	Positivo		
Calidad empaque	Positivo		
Comparación entre otras plantas	Positivo		
Motivación por las actividades	Positivo		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Análisis costo-beneficio cuantitativo mensual**

Detalles de costo	Costos	Detalle de beneficio	Beneficios económicos
Iluminación	\$ 13 572,00	Información ingresada a diario	\$ 108,00
		Personal operativo calificado	\$ 64,575,00
		Información al personal	\$ 189,00
		Evaluación de calidad dentro de la empresa	\$ 189,00
Costo total	\$ 13 572,00	Total de beneficios	\$ 65 061,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Tasa Interna de retorno-valor anual neto**

Año:	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE INGRESOS		\$ 39 000,00	\$ 39 000,00	\$ 39 000,00	\$39 000,00	\$ 39 000,00
FLUJO DE EGRESOS	\$ -	\$ 13 572,00	\$ 13 572,00	\$ 13 572,00	\$13 572,00	\$ 13 572,00
FLUJO NETO	\$(65 061,00)	\$ 25 428,00	\$ 25 428,00	\$ 25 428,00	\$25 428,00	\$ 25 428,00
INVERSIÓN INICIAL	\$ 65 061,00	-	-	-	-	-
TASA DE DESCUENTO	14 %	14 %	14 %	14 %	14 %	14 %
TASA DE RETORNO	19 %					

VAN	0	22 305,30	19 566,00	17 163,20	11 055,40	13 206,50
TIR	19 %					
VAN	\$ 19 504,72					

Fuente: elaboración propia.

Como resultado se puede observar que la inversión es rentable, con una tasa interna de retorno de 19 % y un valor actual neto de \$ 19 504,72, lo que indica que la inversión es factible.

5. MEJORA DEL SISTEMA

El fundamento de un modelo de mejora continua es la autoevaluación, se pueden detectar puntos fuertes que hay que tratar de mantener y encontrar las áreas para mejorar.

Se entiende como mejora continua el crear cualquier cambio que pueda beneficiar a la organización. Según James Harrington “mejorar un proceso significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable”¹

5.1. Estadísticas de ahorro energético

Con base en los datos proporcionados por la empresa, se determinan las estadísticas de ahorro energético.

Tabla XVI. Ahorro energético

	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14
Costo Q/kWh	1,90	0,99	1,01	1,19	1,23	1,36	1,54
Factor Anterior kW	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
kWh anteriores	366,44	355,32	390,23	452,98	400,76	417,71	367,99
Costo anterior (Q)	548,74	351,52	398,60	539,35	493,39	273 789,60	243 002,48

¹ *Monografías. La mejora continua.* <http://www.monografias.com/trabajos94/lamejoracontinua/lamejora-continua.shtml>. Consulta: 11 de octubre de 2015.

Continuación de la tabla IV.

Potencia actual kW	156,67	157,43	167,39	168,16	154,16	186,71	145,48
Consumo actual	245,00	234,00	259,00	301,00	267,00	278,00	245,00
Factor actual kW	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Costo actual (Q)	366,89	231,50	252,57	358,39	328,71	376,83	378,42
Ahorro (Q)	181,85	120,03	133,03	180,96	164,68	273 412,78	242 624,06
Ahorro %	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	1,00	1,00
Meta %	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32

Fuente: elaboración propia.

5.2. Auditoría

Se debe llevar a cabo la auditoría de inventarios, debe desarrollar una serie de pasos necesarios para evaluar la eficiencia y efectividad de las operaciones o funciones que estén relacionadas con el área de inventarios.

Dentro de la metodología para realizar la ejecución del trabajo de la auditoría interna en el área de inventarios se encuentra:

- Familiarización
- Entrevistas y flujogramas
- Análisis de la información financiera
- Evaluación y examen de la documentación
- Comunicación de resultados

A continuación se describe el plan de auditoría que debe tener la empresa para la ejecución del área de inventarios.

5.2.1. Auditoría interna

La auditoría interna es una actividad independiente que se encuentra ubicada dentro de la empresa y está encaminada a la revisión de las transacciones con el propósito de alcanzar los objetivos de la empresa.

- Funciones del departamento: la función de una auditoría interna es servirle a la empresa como un instrumento de control gerencial, con el propósito que le permita alcanzar sus objetivos. Dentro de las funciones que debe desempeñar el Departamento de Auditoría como control gerencial, se encuentran:
 - Funciones generales: con el propósito que la empresa cumpla con sus objetivos, los auditores internos deberán desarrollar las siguientes funciones generales:
 - Comprobar el cumplimiento del sistema de control interno y de todos aquellos controles que por las características propias de la empresa haya sido necesario establecer, determinando su calidad, eficiencia y fiabilidad, así como comprobar la observancia de los principios generales en que se fundamentan dichos controles.
 - Verificar que la empresa cumpla con las normas internacionales de contabilidad y las normas de información financiera, que le sean aplicables.

- Demostrar la calidad y oportunidad del flujo informativo contable y financiero.
 - Observar el cumplimiento de las funciones, autoridad y responsabilidad, en cada caso en que estén involucrados movimiento de recursos.
 - Verificar la calidad, fiabilidad y oportunidad de la información contable financiera que genera la empresa, realizando los respectivos análisis de los indicadores económicos.
 - Establecer si la empresa está cumpliendo con la legislación económica financiera vigente en el país.
 - Demostrar el cumplimiento de normas, resoluciones, circulares, instrucciones y otras, emitidas tanto internamente como por los niveles superiores de la economía y el Estado.
 - Verificar la calidad, eficiencia y confiabilidad de los sistemas de procesamiento electrónico de la información, con énfasis en el aseguramiento de la calidad de su control interno y validación.
- Funciones específicas: entre las funciones específicas que debe desarrollar el auditor interno al realizar su trabajo se pueden mencionar las siguientes:

- Realizar arqueos de caja y conteos físicos a los inventarios, activos físicos y otros valores de la empresa en forma sorpresiva y periódica, verificando su compatibilidad con los controles establecidos, así como establecer si los mismos están registrados en la cuenta contable correspondiente.
- Comprobar el saldo de las cuentas bancarias y verificar su movimiento, y establecer la compatibilidad con los controles y la cuenta donde la empresa lleva el control del saldo.
- Verificar el saldo de las cuentas de pasivo y su movimiento.
- Comprobar las operaciones de nóminas, su calidad y control, así como presenciar su pago físico.
- Verificar si los ingresos producidos en la entidad y su cobro son percibidos en la forma y en el tiempo establecido por la empresa, así como la compatibilidad con la correspondiente cuenta.
- Establecer la racionalidad de los cargos efectuados a las cuentas correspondientes a gastos de todo tipo, su nivel de autorización, analizando las desviaciones de importancia.
- Estudiar y evaluar el cumplimiento de los sistemas de valuación de costos establecidos.
- Verificar el cumplimiento de las cuentas de patrimonio, evaluando la corrección y autorización de las operaciones.

- Comprobar la calidad y fiabilidad de los registros y libros de contabilidad.
- Analizar el cumplimiento correcto del pago de los impuestos en el plazo establecido en la legislación vigente.
- Funciones específicas del control interno: las funciones que el Departamento de Auditoría debe desempeñar en relación al control interno de la empresa son las siguientes:
 - Examen y evaluación de solidez, suficiencia y modo de aplicación de los controles contables, financieros y de operación.
 - Determinación de la solidez y efectividad del cumplimiento de la política general y regulaciones internas.
 - Comprobación del cumplimiento de toda clase de contratos.
 - Determinación del grado de seguridad de los bienes patrimoniales, así como si los mismos se encuentran contabilizados y protegidos contra toda clase de pérdidas o uso indebido.
 - Determinación de la consistencia y legitimidad de la información contable y otros datos oficiales.

- Evaluación de la calidad del trabajo personal, el cumplimiento individual de responsabilidades y la conducta de los funcionarios y empleados.

El Departamento de Auditoría desempeñará sus funciones por medio de comprobaciones, investigaciones o estudios especiales, análisis y apreciación de juicio y, principalmente, a través de la interpretación razonable de los resultados obtenidos, en forma de conclusión y la emisión de recomendaciones.

- Familiarización del área de inventarios: los auditores internos deben poseer el conocimiento suficiente de todas las funciones y operaciones relacionadas con la mercadería que maneja la empresa para poder desempeñar el trabajo de auditoría en el área de inventarios. Para familiarizarse con el manejo de los inventarios el auditor interno debe tomar en cuenta aspectos como:
 - Políticas manuales de procedimientos específicos en el área de inventarios.
 - Estructura organizacional de las áreas o departamentos relacionados con los inventarios.
 - Características de los inventarios y mercado en que opera.
 - Revisión de los márgenes de utilidad.
 - Inspeccionar la ubicación y características de las instalaciones destinadas a las actividades relacionadas con los inventarios.

- Entrevistas y flujogramas
- Para tener mejor conocimiento de las funciones y operaciones que se manejan en el área de inventarios, el auditor interno puede realizar entrevistas al personal encargado de dichas operaciones y desarrollar flujogramas que describan los pasos necesarios para su manejo. A través de los flujogramas y de las entrevistas el auditor interno puede:
 - Conocer cómo se llevan a cabo las diferentes actividades relacionadas con la operación de inventarios.
 - Estudiar y evaluar las políticas y procedimientos indicados en los manuales respectivos o bien, entrevistar al personal que ejecuta las actividades relacionadas con los inventarios.
 - Conocer cómo se llevan a cabo las diferentes actividades relacionadas con la operación, en base a la entrevista elaborar los flujogramas de los procesos en las operaciones o funciones.
- Análisis de la información financiera: el auditor interno debe recopilar la información financiera necesaria que le permita formarse un juicio del movimiento de los inventarios, de cómo está integrada la existencia, de los costos de la mercadería obsoleta, dañada y de lento movimiento.
- En el proceso de la realización del trabajo de auditoría interna en el área de inventarios se debe desarrollar una revisión analítica de la mercadería

que incluya las comparaciones con períodos anteriores y así mismos, si es posible compararla con empresas similares.

- Evaluación y examen de la documentación: para establecer la razonabilidad de las operaciones del manejo de los inventarios en la empresa, el auditor interno debe verificar que los datos que obtuvo en el análisis de la información financiera, la entrevista y flujogramas son confiables. La determinación de la razonabilidad de las operaciones se puede alcanzar a través de la evaluación y examen de la documentación obtenida y desarrollar investigación específica que considere necesario realizar. Algunos de los exámenes y la evaluación que el auditor interno puede realizar a la documentación del área de inventarios, son:
 - Analizar los manuales de políticas y procedimientos, verificando su actualización y cumplimiento.
 - Estudiar los registros contables tanto principales, como auxiliares y las formas existentes, para comprobar su finalidad.
 - Evaluar el contenido, oportunidad, periodicidad, destino y utilidad de los informes relativos a la actividad de inventarios.
 - Determinar los costos administrativos del manejo y control de inventarios, así como estudiar la eficiencia de los recursos humanos.
 - Investigar las técnicas de almacenaje e identificar excesos o necesidad de espacio para el movimiento y distribución de los inventarios y comprobar las medidas de seguridad.

- Comunicación de resultados: el auditor interno, al finalizar la evaluación y examen del área de inventarios, debe presentar un informe que contenga las deficiencias, errores o irregularidades que detectó durante la realización de la auditoría, con una cuantificación del costo de la misma y sus respectivas recomendaciones. El borrador del informe será discutido con las personas interesadas, con el objetivo de obtener sus puntos de vista. La discusión del informe le permite al auditor:
 - Asegurarse que se trate de problemas cuya solución sea factible, en las circunstancias actuales o en un futuro inmediato.
 - Cuantificar o estimar el impacto que tienen los problemas en la operación y resultados de la entidad.
 - Relacionar los problemas identificados con los establecidos en otras áreas.
 - Establecer el costo-beneficio de las recomendaciones a sugerir.
 - Presentar las deficiencias y sus recomendaciones de acuerdo a su prioridad.

Después de realizar la discusión del borrador del informe con los interesados, el auditor interno presentará en forma escrita el resultado final de la evaluación del control interno, como evidencia al trabajo desarrollado.

El informe de auditoría tiene que contener una descripción breve del trabajo realizado, el período que se revisó, la identificación y cuantificación de las debilidades; así mismo, proporcionar las deficiencias en los procedimientos

de control, las justificaciones o comentarios del personal involucrado y por último las respectivas recomendaciones sugeridas, la periodicidad de estas auditorías queda a discreción de la empresa; sin embargo, al inicio pueden programarse cada 3 meses, posteriormente podría ser cada 6 meses.

5.2.2. Auditoría externa

El auditor externo debe aplicar procedimientos de auditoría para obtener evidencia suficiente y competente del trabajo realizado en el área de inventarios. Esta evidencia respaldará su opinión respecto de cómo la empresa maneja sus mercancías.

Los procedimientos que el auditor puede aplicar en el área de inventarios son:

- Evaluar el instructivo del cliente para la toma física de inventarios
- Observación de la toma física de inventarios
- Obtener la integración de inventarios y conciliar con el mayor
- Revisión del corte de inventarios
- Valuación de los inventarios
- Revisión del método de valuación
- Prueba de fijación de precios
- Prueba del margen bruto
- Comprobación de las correcciones aritméticas
- Revisión de las mercaderías en tránsito
- Revisión de los inventarios obsoletos y de lento movimiento
- Obtención del certificado de inventario
- Verificación de los seguros de los inventarios
- Determinar la existencia de gravámenes

- Comprobación de existencia de mercadería en consignación
- Comprobación de existencia de mercadería en comisión
- Evaluar la rotación de inventarios
- Revisar los compromisos de compras y ventas

5.3. Programa de capacitación a trabajadores de la planta

El plan de capacitación está enfocado a todo el personal de la planta y como todo plan inicial, la capacitación estará sujeta a permanente actualización para mantener documentos dinámicos y acordes a las condiciones propias de la empresa, este plan prevé no sólo la capacitación destinada a fortalecer la calidad operativa del programa, sino también que plantea fortalecer la capacidad gerencial, técnica y administrativa del personal en general. El plan propuesto está compuesto de la siguiente manera:

- Reunión de gerencia con jefes de departamento: esta reunión se realizará con la intención de dar a conocer a los jefes de los diferentes departamentos de la empresa los nuevos procedimientos administrativos y dar a conocer las primeras áreas donde se aplicarán.
- Elaboración de circular informativa: una vez realizada la reunión de jefes, se elaborará una circular informativa para todo el personal dando a conocer la implementación de los nuevos procedimientos, indicando en ella la fecha y lugar de la capacitación para todo el personal.

5.3.1. Uso de la energía renovable

Para el programa de uso de energías renovables, se busca un seminario que tome la conciencia sobre las problemáticas ambientales de nuestro planeta.

Lograr disminuir o reducir la dependencia de las energías fósiles es un desafío al cual se deben encontrar solución en los próximos años.

Tabla XVII. **Programa del curso de energía renovable**

Objetivo del curso	Uso de la energía renovable en la planta de producción
Dirigido	Todo el personal de la planta de producción
Temario	
Módulo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a los conceptos básicos sobre energía. Energía y potencia. Fuentes de energía. • Producción de energía. Uso racional de la energía. • Etiquetado energético. Iluminación eficiente: LED vs. CFL.
Módulo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al uso de la energía solar. El sol como fuente de energía. • Sistemas térmicos domiciliarios. • Sistemas fotovoltaicos domiciliarios.
Módulo 3	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al uso de la energía eólica. El viento. • Aprovechamiento de la energía eólica. Energía eólica de baja potencia. • Energía eólica de potencia.
Módulo 4	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al uso de la biomasa como fuente de energía. • Uso directo de biomasa. Proceso de biogás. • Aprovechamiento de los residuos de origen ganadero. • El biogás en el mundo.
Costo	El costo por un grupo de trabajo de 20 personas es de Q 8 000,00
Impartido por:	<p>Centro Guatemalteco de producción más limpia.</p> <p>Ruta 6, 9-21 zona 4. edificio Cámara de Industria, nivel 7 Tel. (+502) 2380-9128 Fax (+502)2339-0264</p>

Fuente: elaboración propia.

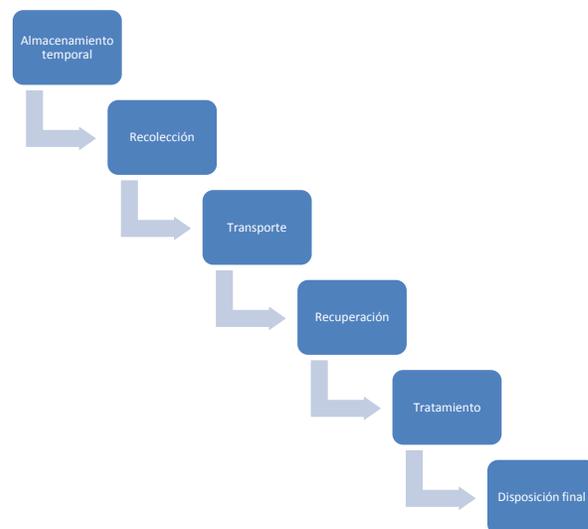
5.3.2. Manejo de desechos sólidos

Los residuos industriales sólidos son desechos o residuos sólidos o semisólidos resultantes de cualquier proceso industrial que no son reutilizados, recuperados o reciclados en el mismo establecimiento industrial.

El manejo de los desechos sólidos es una responsabilidad de la empresa, dado que algunos residuos, como lo es la cascara del café, pueden reutilizarse en otros procesos.

Para lo cual se deben tener un plan de capacitación para todos los colaboradores de la empresa, para tomar conciencia de la importancia del manejo de los desechos sólidos y su clasificación. A continuación, se presenta el diagrama para el manejo de los desechos sólidos y se recomienda que cada paso sea tomado como un módulo para la capacitación.

Figura 72. Diagrama del procedimiento de manejo de desechos sólidos



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Programa del curso de desechos sólidos**

Objetivo del curso	Proponer el manejo integral de los desechos
Dirigido	Todo el personal de la planta de producción
Temario	
Módulo uno	<ul style="list-style-type: none"> ● Generalidades sobre los desechos solidos ● Residuos peligrosos ● Identificación de fuentes de contaminación ● Clasificación de los desechos ● Áreas de almacenamiento de desechos sólidos ● Señalización de áreas de recepción y evacuación de desechos
Módulo dos	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión integral de desechos sólidos ● Valorización interna de desechos sólidos ● Reducir, reusar, reciclar ● Coprocesamiento de desechos sólidos ● Desechos peligrosos
Módulo tres	<ul style="list-style-type: none"> ● Desechos líquidos ● Reutilización de los desechos de los beneficios de café
Costo	El costo por un grupo de trabajo de 20 personas es de Q 8 000,00
Impartido por:	<p>Centro Guatemalteco de producción más limpia.</p> <p>Ruta 6, 9-21 zona 4. edificio Cámara de industria, Nivel 7</p> <p>Tel. (+502)2380-9128 Fax (+502)2339-0264</p>

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Manejo de desechos líquidos

El manejo de los desechos líquidos en la empresa, se debe de dar de forma óptima, dado que los residuos del proceso de lavado del café y el despulpe, pueden ser reutilizadas para la instalación de biodigestores.

El agua pasa en los tanques tres días para obtener un máximo de reducción en la contaminación y una producción de metano.

Para lo cual los colaboradores de la empresa, deben tener los conocimientos técnicos, para el aprovechamiento de los desechos líquidos, generados en el proceso de producción.

Las capacitaciones del manejo de los desechos líquidos están incluidas en programa de desechos sólidos, para tener una sola inversión para los dos temas.

5.3.4. Cronograma de actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades para el plan de capacitación para la empresa Nova Café.

Tabla XIX. Cronograma de capacitaciones

Núm.	Actividades	2017				
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	Programación de capacitaciones					
2	Energía renovable módulo 1 y 2					
3	Energía renovable módulo 3 y 4					
4	Desechos sólidos módulo 1					
5	Desechos sólidos módulo 2					
6	Desechos sólidos módulo 3					

Fuente: elaboración propia.

5.3.5. Evaluación de las capacitaciones

Cada uno de los participantes evaluará el desempeño realizado por los instructores, para determinar los beneficios de los temas expuestos y la calidad de las capacitaciones brindadas, así como identificar las áreas de mejora.

Tabla XX. **Formato de evaluación de la capacitación**

FORMATO DE EVALUACIÓN ACTIVIDAD DE CAPACITACIÓN									
Tema _____ Fecha _____ Capacitador _____									
Por favor, conteste en la manera más honesta posible las siguientes preguntas. No es necesario que escriba su nombre. Toda sugerencia adicional que nos aporte se la agradeceremos e intentaremos realizar los mejoramientos pertinentes en las próximas actividades. Por favor, evalúe en la escala 1-5. Tomando como 5 excelente, 4 bueno, 3 regular, 2 malo, 1 deficiente.									
1. UTILIDAD DE LOS CONTENIDOS ABORDADOS EN EL CURSO Importancia y utilidad que han tenido para usted los temas tratados.									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL CURSO Respecto a los métodos y estrategias por instructor para impartir el contenido.									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
3. GRADO DE MOTIVACIÓN DEL INSTRUCTOR Nivel de participación y motivación ofrecido por el instructor fue:									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
4. CLARIDAD DE LA EXPOSICIÓN Respecto al lenguaje y ordenado en el curso									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
5. NIVEL DE ASIMILACIÓN Y COMPROMISO PERSONAL CON LOS TEMAS ABORDADOS Evalúese usted mismo en el grado de motivación e interés sobre el curso.									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
6. CALIDAD DEL MATERIAL ENTREGADO									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
7. CALIDAD Y CLARIDAD DE LOS EJEMPLOS ENTREGADOS									
<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5
1	2	3	4	5					
SUGERENCIAS Y COMENTARIOS									

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En Nova Café se utiliza una máquina de tostadora para el proceso del grano del café, sin embargo, para mejorar el proceso se propuso la instalación de una tostadora industrial pues es una mejora necesaria para el proceso de tostado de café con ella se obtendrán beneficios como el aumento de la capacidad de producción en un 500 % y una reducción de costo de 75 % y de igual manera en la reducción de gas propano ya que solamente se usara un 25 % de lo que se usaba con anterioridad el ahorro que se obtendrá con la instalación de la maquina tostadora industrial será de Q 1 260,00 mensuales teniendo un tiempo de retorno de la inversión de no mayor de 6 meses.
2. Dentro del proceso del beneficio húmedo del café se hace uso de recursos como energía y agua, por lo que es de vital importancia la utilización de estos recursos de una forma controlada, por lo que el secar el grano de una forma natural permitirá el ahorro de energía, adicionalmente para limpiar el café se puede hacer uso primero con el viento y posteriormente para utilizar agua será la menor cantidad al utilizada. Dentro del análisis del proceso se propuso la implementación de un secador solar tipo domo para aprovechar secar el mayor grano posible en tiempos de lluvia esto reduciendo en un 60 % el tiempo de secado del grano. Además de los beneficios del mejor control y reducción de posibles contaminantes.
3. Debido al poco conocimiento para la utilización de los recursos renovables estos se desperdician lo que representa un gran peligro

debido a que los residuos y sub-productos del café constituyen una fuente grave de contaminación por lo que se pueden utilizar como materia prima para la producción de piensos, bebidas, vinagre, biógas, cafeína, pectina, enzimas pépticos, proteína y abono.

4. Las máquinas que se utilizan en el proceso de secado funcionan principalmente con gas propano, aunque a medida que la empresa pueda crecer, será necesario utilizar eventualmente una máquina secadora, el uso deberá ser limitado y controlado de tal forma que la forma habitual de secado sea por medios naturales.
5. Cuando los desechos del café deben recibir un tratamiento especial debido a que bien utilizados pueden generar ingresos para la empresa, por lo contrario, generarán un impacto ambiental muy difícil de controlar posteriormente.
6. Una mejora continua persistirá solamente si se crean ambientes ideales, es decir, un constante monitoreo será necesario, de tal forma que pueda haber mediciones constantes que nos permitan conocer los avances o permitirá identificar aquellos procesos que bloquen una mejora continua.

RECOMENDACIONES

1. Dentro del presente trabajo se han dado especificaciones sobre la secadora solar a implementarse, esta debería contar con una evaluación periódica de su funcionamiento, así como una contabilización de las fallas observadas para que se puedan ir generando mejoras en el proceso constantemente.
2. El personal que esté involucrado en el proceso del beneficio húmedo del café debe estar capacitado, dichas capacitaciones deben ser programadas constantemente y de forma rotativa esto permitirá evitar fallas operativas y al personal de mantenimiento para desempeñar mejor su labor, se deben hacer evaluaciones iniciales, a fin de definir los aspectos a cubrir en el entrenamiento.
3. Es necesario establecer una producción planeada, para lo cual es necesario hacer un estudio relacionada con la demanda donde se tomen en cuenta todos los factores que influyen no solo en la demanda sino también en la forma de cubrir la misma, entre estos factores se puede mencionar, el mantenimiento a las instalaciones, áreas de comercialización, clientes potenciales, nuevos mercados, entre otros.
4. Aunque la empresa Nova Café es una microempresa, es necesario establecer objetivos claros y hacer partícipes al personal de estos objetivos, no estaría de más instituir un manual de operaciones ya que no se cuenta con uno.

5. Como estrategia de corto plazo se recomienda un beneficio húmedo ecológico con un efecto inmediato de reducción de costos en el beneficiado húmedo de café, así como un incremento en la calidad del producto a comercializar. El análisis descrito en este proyecto determina que la posibilidad de éxito del mismo proyecto será alta. El monto total de la inversión no es grande. El tiempo de construcción se estima en máximo 15 días, a partir del cual el beneficio húmedo ecológico estaría capacitado para funcionar.

6. Nova Café no cuenta con un plan de publicidad, es necesario hacer uso de todos los medios posibles, por ejemplo, crear una página en internet que debe estar constantemente actualizada; esto permitirá ampliar la cartera de clientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE MARTÍNEZ, Eduardo. *Seguridad integral en las empresas industriales, comerciales y de servicios*. 2a ed. México: Trillas, 1996. 125 p.
2. CÁRDENAS, Raúl. *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones gerenciales*. 3a. ed. Guatemala: Mayte, 2006. 145 p.
3. HILLER, Frederick S. *Introducción a la investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill, 1989. 640 p.
4. MÉRIDA SÁNCHEZ, Lilian Jeanneth. *Propuesta de un programa de seguridad e higiene industrial para una planta alimenticia*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 123 p.
5. NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALDS, Adris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11ª ed. México: Alfaomega Grupo Editor, 2004. 745 p.

