

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Determinación de la rentabilidad de instalar
una tostaduría de café para la
industrialización de productores y
comercializadores de café tostado y molido.**

Guatemala
2004

**Determinación de la rentabilidad de instalar
una tostaduría de café para la
industrialización de productores y
comercializadores de café tostado y molido.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Determinación de la rentabilidad de instalar
una tostaduría de café para la
industrialización de productores y
comercializadores de café tostado y molido.**

Trabajo de Graduación presentado por Luis Fernando
Cabarrús para optar al
grado académico de Ingeniería Química.

**Guatemala
2004**

Vobo

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	iv
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Historia	3
1. Historia del cultivo.....	3
2. Historia de la bebida.....	4
B. Clasificación	4
C. Recolección y Beneficiado del Café	5
1. Recolección.....	5
a. Método escogido uno por uno.....	5
b. Método de ordeñado	5
2. Beneficiado del café	5
a. Beneficio seco o natural	5
b. Beneficio húmedo	5
3. Beneficio Seco – Trilla	6
D. Torrefacción del café – tostado	7
1. Historia del tueste	7
2. Proceso	7
3. Tipos de torrefacción por forma de tostado.....	10
a. La torrefacción “espontánea” (flash)	10
b. La torrefacción rápida	10
c. La torrefacción a la antigua	10
d. La torrefacción a la italiana.....	11
4. Tipos de Torrefacción por forma de Transferencia de Calor.....	11
a. Conducción.....	11

b.	Convección.....	11
5.	Tuestes	11
a.	Grado de Tueste 1 – Claro.....	12
b.	Grado de Tueste 2 – Regular	12
c.	Grado de Tueste 3 – Fuerte.....	12
d.	Grado de Tueste 4 – Extra Fuerte	12
e.	Grado de Tueste 5 – Turco	12
E.	Descafeinado	14
1.	Proceso Suizo del Agua.....	15
2.	Proceso del CO ₂ en verde	15
3.	Proceso del agua a presión	15
F.	Granulación o molienda	16
G.	Empaque	17
III.	JUSTIFICACIÓN	19
IV.	OBJETIVOS	20
A.	Generales.....	20
B.	Específicos	20
V.	PROBLEMA A RESOLVER	21
VI.	METODOLOGÍA.....	22
VII.	RESULTADOS	25
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
IX.	CONCLUSIONES.....	37
X.	RECOMENDACIONES.....	39
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
XII.	APÉNDICE	41
A.	Mercado de Café	41
B.	Diagrama del Equipo.....	42
C.	Datos Originales	43
D.	Análisis de Error	44
E.	Balance de Materia y Cálculo de Rendimientos	45
1.	Trilla.....	45

2.	Tostado – Enfriado	47
3.	Rendimiento total	49
F.	Requerimientos Energéticos	49
1.	Trilla.....	49
2.	Tostador – enfriador.....	50
3.	Granulización	51
G.	Tiempo de operación	52
1.	Trilla.....	52
2.	Tostado – enfriado	52
3.	Granulización y empaque.....	53
H.	Capacidad de la Planta.....	54
I.	Requerimientos laborales	55
J.	Costos de materia Prima	55
K.	Costos energéticos	55
1.	Trilla.....	55
2.	Tostado – enfriado (Tostador de 11.35 kg)	56
3.	Granulización	56
4.	Costos totales	57
L.	Obra civil – Infraestructura	57
M.	Cálculo de Costos	58
N.	Proyecciones de ventas.....	60
O.	Proyecciones de Flujo de Caja y Balance General	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de la planta de café – nombre común: cafeto	4
Tabla 2: Características generales de los tuestes	13
Tabla 3: Características específicas de algunos tuestes	14
Tabla 4: Tipos de granulizado.....	16
Tabla 5: Nombres comerciales de granulizado	17
Tabla 6: Grados de granulizado	17
Tabla 7: Proporción en masa de productos obtenidos el proceso de trillado.....	25
Tabla 8: Velocidad de trillado	25
Tabla 9: Proporción en masa de productos obtenidos en el proceso de tostado-enfriado (tostador de 11.35 kg).....	25
Tabla 10: Proporción en masa de productos obtenidos en el proceso de tostado-enfriado (tostador de 1.36 kg).....	25
Tabla 11: Velocidad de tostado-enfriado (tostador de 11.35 kg).....	25
Tabla 12: Velocidad de tostado-enfriado (tostador de 1.36 kg).....	26
Tabla 13: Velocidad de granulización – empaque.....	26
Tabla 14: Proyección de ventas para los tres primeros años de operación	26
Tabla 15: Flujo de caja proyectado para fin de los tres primeros años de operación	26
Tabla 16: Balance General proyectado para fin de los tres primeros años de operación	27
Tabla 17: Equipo de la planta.....	43
Tabla 18: Masas y tiempos en el proceso de trilla	43
Tabla 19: Masas y tiempos en el proceso de tostado (tostador de 11.35 kg)	43
Tabla 20: Pesos y tiempo en el proceso de tostado (tostador de 1.36 kg)	43
Tabla 21: Tiempo en los procesos de granulización y empaque	44
Tabla 22: Análisis estadístico del rendimiento y velocidad de trilla	44
Tabla 23: Análisis estadístico del rendimiento y velocidad de tostado - Tostador de 11.35 kg ...	45
Tabla 24: Análisis estadístico del rendimiento y velocidad de tostado - Tostador de 1.36 kg.....	45
Tabla 25: Análisis estadístico de la velocidad de granulizado y empaque.....	45

Tabla 26: Proporción en masa de los productos de la trilla	46
Tabla 27: Proporción en masa de productos de tostado – enfriado (tostador de 11.35 kg) .	48
Tabla 28: Proporción en masa de productos de tostado – enfriado (tostador de 1.36 kg)...	49
Tabla 29: Velocidad de trilla	52
Tabla 30: TVelocidad de tostado – enfriado (Tostador de 11.35 kg).....	53
Tabla 31: Velocidad de tostado – enfriado (Tostador de 1.36 kg)	53
Tabla 32: Velocidad de granulización y empaque.....	54
Tabla 33: Requerimientos laborales	55
Tabla 34: Costos energéticos totales.....	57
Tabla 35: Costos Iniciales	58
Tabla 36: Costos de depreciación	58
Tabla 37: Costos de operación	59
Tabla 38: Proyecciones de venta para los primeros tres años de operación	60
Tabla 39: Flujo de caja proyectado para los primeros tres años de operación.....	61
Tabla 40: Balance General proyectado para los primeros tres años de operación	62

ÌNDICE DE GRÀFICAS

Gràfica 1: Balance general y saldo final de caja proyectado en los primeros tres años de operaci3n.....	28
Gràfica 2: Punto de equilibrio	28
Gràfica 3: Oferta y precios hist3ricos del mercado del caf3.....	41
Gràfica 4: Sobrepagos obtenidos por diferenciaci3n en distintos paìses	42

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: equipo de la planta.....	42
Diagrama 2: Equipo de trilla.....	45
Diagrama 3: Equipo de tostado – enfriado	47
Diagrama 4: Requerimientos energéticos de trilla	49
Diagrama 5: Requerimientos energéticos del tostador – enfriador	51
Diagrama 6: Requerimientos energéticos del granulizador.....	51

RESUMEN

En esta investigación se determinó la rentabilidad de una tostadería de café para una pequeña empresa. Con este propósito se hizo un análisis de los rendimientos de la materia prima utilizada para su conversión de café pergamino a café tostado, las velocidades de trabajo del equipo y los requerimientos energéticos. A partir de los datos obtenidos en estos análisis se determinaron los costos de producción, los requerimientos laborales y la capacidad de producción del equipo. Utilizando los costos del equipo, la infraestructura necesaria y los costos de producción, se determinó el rendimiento del capital invertido y el flujo de caja proyectado de acuerdo a la proyección de ventas para los tres años siguientes al inicio de la operación de la planta. Según los resultados obtenidos, con un precio de Q 25.00 por bolsa y niveles de venta razonables no mayores de 8000 bolsas por mes se obtiene un buen resultado económico en el proyecto, con flujo de caja y resultados económicos ascendentes a partir del primer mes de operación.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala ha producido anualmente alrededor de cinco millones de sacos de 45.5 kg de café, esto ha convertido al país en uno de los mayores productores de café a nivel mundial. El cultivo de este grano ha sido fuente de trabajo (directa o indirectamente) para más de dos millones de personas a nivel nacional y fue la mayor fuente de divisas para el país hasta hace pocos años.

Actualmente, la caficultura en Guatemala se encuentra en crisis, los bajos precios desde hace algunos años han motivado a muchas personas a cambiar de cultivo y esto ha provocado, no sólo una merma en los ingresos generales, sino una serie de problemas sociales y laborales por la ausencia de esta fuente de empleos en muchas de las regiones cafetaleras, no sólo en Guatemala sino en la mayoría de países productores.

Mientras se observa una baja en los precios del café verde o café en oro, forma en la que la mayoría del café guatemalteco y mundial es exportado hacia los países consumidores, el café tostado y molido en venta al consumidor final, no ha variado su precio, es más, éste ha aumentado, más aún, por el hecho de que tomar café "está de moda". Mientras el productor a nivel nacional vende su café entre Q5.60 y Q8.80¹ por bolsa de 454 g, los precios al consumidor final en el exterior oscilan entre Q40.00 y Q136.00 por bolsa de 454 g, una diferencia considerable de precios.

Debido a presiones por parte de los gobiernos de países consumidores y de grupos de derechos humanos, se han iniciado programas para pagar mejor el café al productor según los parámetros del "comercio justo" (fair trade) o parámetros de cuidado al medio ambiente. Pero el aumento dado en el precio al productor por estos programas, no es suficiente ni significativo en la diferencia de precio del producto antes y después de la transformación industrial.

En los últimos años, poco a poco se ha desvanecido un tabú que había sido una regla: el café debe ser tostado y molido en su destino final. Esto porque en el estado de tostado y molido, las cualidades del café se pierden más rápido; varias empresas a

¹ Tasa de cambio: \$1.00 por Q8.00

nivel centroamericano han demostrado lo contrario y algunas empresas, específicamente en El Salvador y Costa Rica, exportan café tostado y molido a varios países alrededor del mundo. Esto se ha logrado a través de la utilización de empaques de alta calidad, e incluso, al vacío que mantienen las características del café.

Además del mercado de exportación, a nivel nacional, también existe consumo de café. Son varias las empresas tostadoras que se dedican a la compra de café oro y venden el producto terminado: café tostado y molido. Esto parece ser otra alternativa, más aún por la liberación del comercio a nivel centroamericano, entre otros tratados de libre comercio.

A nivel nacional, tanto a nivel público como privado, el acceso a información sobre la industrialización del cultivo es limitada. La bibliografía sobre el proceso de tostado y el molido del café y datos sobre los rendimientos y costos para la transformación industrial del grano, es escasa. Por esta razón, en el presente trabajo se determinaron los rendimientos de cada una de las etapas y operaciones para la producción de café tostado y molido, así como un estudio de los costos para la implementación de este sistema. Todo esto con el fin de darle al productor de café una nueva alternativa para recibir los beneficios, por la parte industrial del café.

Para la realización de esta investigación se analizó el funcionamiento del equipo de trillado para determinar los rendimientos entre café pergamino a café oro, así como los costos de operación de este equipo.

Posteriormente se analizó el funcionamiento del equipo de torrefacción o el tostador del café. A partir de este análisis se determinó el rendimiento entre el café oro y el café tostado así como el consumo de gas y otros gastos de operación del equipo. El análisis se realizó utilizando dos equipos diferentes, uno con capacidad de 11.35 kg (25 lb) y el otro con una capacidad de 1.36 kg (5 lb). Luego se hizo un análisis del funcionamiento y operaciones necesarias para la molienda y el empaque del producto final.

A partir de los resultados obtenidos, se calculó la producción que se puede trabajar con cada uno de los equipos de tostado, mano de obra necesaria y la posibilidad de hacer de la torrefacción e industrialización del café, una salida a la crisis que actualmente atraviesa el sector cafetalero.

II. ANTECEDENTES

A. Historia

1. **Historia del cultivo:** No se sabe con exactitud de dónde es originario el cafeto especie *Coffea arábica*, existe la fuerte posibilidad de que su lugar de origen sean los bosques tropicales de Etiopía, en la región del lago Tana, a altitudes entre 1600 y 2000 metros sobre el nivel del mar (msm); entre 6° y 9° latitud norte y entre 34° y 40° longitud este. La palabra café se origina del turco *cahvé* que significa crecimiento de bayas. Por el comercio a través del Mar Rojo, el café llegó a Arabia, de donde los árabes empezaron a exportar el grano cuidando que éste perdiera su viabilidad como semilla. Aún así, en el siglo XVII el cafeto llegó a la India, Ceilán e Indonesia; los mismos árabes fueron los que introdujeron el café en España en este mismo siglo. De sus colonias en Asia, los holandeses llevaron el cafeto a sus jardines botánicos en Ámsterdam. (Anacafé, 1998)

Los primeros ejemplares del cafeto llegaron a América en 1714, con su introducción en la Guayana Holandesa (Surinam). En 1719 se llevó el café a la Guayana Francesa y en 1723 a Martinica y Guadalupe. En 1760 los sacerdotes jesuitas introdujeron el cafeto a Guatemala como ornamento para sus jardines en Santiago de Guatemala (Antigua Guatemala). (Anacafé, 1998)

Los primeros registros de plantaciones de café datan de 1800 a las orillas de la Ciudad de Guatemala, sembradas por don Juan Rubio y Gemir. A partir de 1860 surgen las grandes fincas cafetaleras en varios departamentos, el café guatemalteco empezó a considerarse de buena calidad en Europa. En 1865 el café guatemalteco se exhibe en París y a partir de 1871 ya es considerado un "negocio lucrativo" situándose en el renglón principal de la economía nacional, lugar que ha mantenido hasta la actualidad. (Anacafé, 1998)

En 1879 Pablo Evelman fabrica el primer despulpador rotativo y José Guardiola diseña la secadora de café que actualmente se utiliza (secadora Guardiola). En 1880 Julio Scout inventó sucesivamente las primeras despulpadoras de discos,

descascaradora de café seco y retrilla cilíndrica. En 1910, Federico Lehnoff y Eduardo Cabarrús desarrollan la fórmula para fabricar café soluble, que es la misma que se utiliza en la actualidad. (Anacafé, 1998)

2. **Historia de la bebida:** Desde los tiempos más remotos, tomar café ha estado asociado con prohibiciones, dudas, sanciones, riesgos menores y peligros. Una de las referencias más antiguas es la prohibición de beber café en La Meca, alrededor de 1500, por ser una bebida tóxica. En 1675, cuando se había popularizado la bebida en Inglaterra y se estimaba que había más de 3000 cafés, muy favorecidos por la gente como puntos de reunión para la tertulia, se prohibió su consumo porque se temía que esto propiciaba la conspiración. Con diferentes matices, el café como bebida ha merecido el recelo de gobernantes y puristas, de médicos y curanderos, y esto continúa en la actualidad. (Anacafé, 1998)

Se dice que, tanto en Etiopía, como en Arabia la bebida del café se inició con propósitos medicinales y luego como un tónico. Alrededor del año 1500, los mahometanos tomaron afición por el café como estimulante, sustituto del alcohol que les era prohibido. Por esa misma época, su uso se extendió en Europa a partir de 1600, cobrando auge en Roma, Londres, Marsella, Hamburgo, Viena y Ámsterdam. En 1700, se inició la bebida del café en Rusia. A principios del siglo XVIII, conforme se hacen las introducciones del café en los países del Nuevo Mundo, se va adaptando y popularizando la bebida hasta lo que ha llegado a ser en la actualidad. (Anacafé, 1998)

B. Clasificación

Tabla 1: Taxonomía de la planta de café – nombre común: cafeto

Reino	Vegetal
Sub-reino	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Sub-clase	Semipetalas
Orden	Rubiales
Familia	Ruciacea
Género	Coffea
Sub-género	Eucoffea
Especie	Arábica o Robustoide

C. Recolección y beneficiado del café

1. **Recolección.** Una vez han pasado más de tres años de estar en plantación, el cafeto nos ofrece su primera producción útil. Para recolectar esta producción, se destacan dos métodos por ser los más utilizados. Son los denominados de escogido uno por uno (picking) y de ordeñado (stripping). (Bahía, 2003)

a. Método escogido uno por uno. Mediante este método, sólo se recogen los granos maduros, es decir, los de color rojo intenso. La persona que los recoge va teniendo especial cuidado de escogerlos uno a uno. Este método se utiliza para los cafés de más alta calidad. (Bahía, 2003)

b. Método de ordeñado. Con este método, el recolector peina con la mano la rama de la planta recogiendo así todos los granos, los maduros y los verdes. Lógicamente este método se emplea para recolectar cafés de poca calidad. (Bahía, 2003)

Debido a las diferentes épocas de lluvia en los países tropicales, la recolección no se efectúa una sola vez. Es necesario volver al árbol varias veces durante la temporada para efectuarla completamente. (Bahía, 2003)

2. **Beneficiado del café.** Una vez recolectado el café, el grano pasa a lo que se llama el beneficiado o beneficio del mismo. Para realizar este proceso existen tres métodos, dos de ellos son los más ampliamente utilizados. (Bahía, 2003)

a. Beneficio seco o natural. Mediante este método, una vez recogido el café se extiende sobre grandes superficies llamadas terrazas y se deja secar al sol durante una o dos semanas. Durante este proceso, es necesario remover periódicamente la masa para evitar un excesivo calentamiento de la misma y conseguir un secado uniforme. (Bahía, 2003)

Una vez el café está suficientemente seco, se introduce en unos cilindros rotatorios y, por medio de fricción, estos hacen que se desprendan la pulpa, que ahora es como una cascarilla, y el pergamino. (Bahía, 2003)

b. Beneficio húmedo. Más complejo que el anterior, en el beneficio húmedo es necesario tratar los granos poco después de haber sido recolectados. El primer paso

consiste en eliminar la pulpa. A este proceso se le llama despulpado y consiste en hacer pasar las cerezas entre dos cilindros que, por presión, eliminan la piel y gran parte de la pulpa. El siguiente paso consiste en introducir los granos en grandes tanques de agua preparados al efecto y dejarlos fermentar durante un periodo de entre doce y treinta y seis horas dependiendo del clima de la zona. (Bahía, 2003)

Este proceso es muy delicado ya que una fermentación mal controlada echaría a perder toda una partida de café. (Bahía, 2003)

Una vez finalizado el proceso de fermentación, es necesario eliminar los restos de pulpa fermentada que quedan adheridos al grano. Para ello, se hace pasar al café por los llamados canales de correteo con grandes cantidades de agua fresca de las montañas. Con este proceso, a la vez que se lava el café, se efectúa un proceso de selección por densidad, por el cual, los granos más pequeños y con menos peso saldrán a la superficie y los materiales no deseados (piedras, palos, etc.) se quedarán en el fondo. (Bahía, 2003)

Una vez que el café está completamente limpio de impurezas, se procede al secado del mismo como en el método anterior. En este momento el café se denomina café pergamino, y es así, con pergamino, como el caficultor vende su cosecha en la mayoría de los casos. (Bahía, 2003)

3. Beneficio seco – trilla. Es la fase complementaria de los cafés lavados donde se transforman de café pergamino a café verde u oro. El beneficio seco se usa también para obtener cafés no lavados (café bola o capulín o natural). Estos cafés pasan directamente del corte al beneficio seco. En México y los países centroamericanos se utiliza más la técnica de los cafés lavados. El proceso del beneficiado seco consiste en quitarle la cáscara o pergamino al café mediante el morteo para obtener el café verde, después se clasifican y por último se seleccionan los mejores granos. (Redcafé, 2003)

D. Torrefacción del café – tostado

1. **Historia del tueste.** Según la leyenda, su descubrimiento fue accidental. Un monje que quería secar unos granos de café demasiado húmedos, se descuidó en el tiempo de la operación y practicó involuntariamente el primer tueste nunca visto. (Bahía, 2003)

Más tarde, alguien describía así el tueste del café: <<la decocción del café crudo es una bebida insignificante, pero la carbonización desarrolla en el un aroma que caracteriza al café tal como lo tomamos y que sería prácticamente desconocido sin la intervención del calor>>. (Bahía, 2003)

La historia real del tueste del café no está bien documentada. De cualquier forma, parece que viene del Imperio Otomano, donde el fruto del café era sometido a temperaturas de 240°C, suficiente para inducir la pirolisis, fenómeno que hace que los delicados aceites de sabor salgan a la superficie del grano. (Batian Peak, 2004)

En Arabia surgieron ceremonias en las que se tostaba café y luego era servida la bebida alrededor de fogatas. Los primeros tuestes en la península arábiga fueron claros y fue hasta el siglo XVII que se hicieron otros tuestes. El café recibía un tueste oscuro, se molía con piedra y luego era hervido y servido con azúcar. (Batian Peak, 2004)

La tecnología del tueste varió poco en los siglos XVII y XVIII. El café era tostado en sartenes de hierro u otros que permitían suspender los granos sobre el fuego. Durante la revolución industrial se desarrollaron pequeñas máquinas, hacia finales del siglo ya se tostaba café en cantidades considerables lo que provocó una sofisticación en la maquinaria utilizada. En este tiempo el café ya era empacado y vendido en pequeñas tiendas y almacenes. (Batian Peak, 2004)

2. **Proceso.** El tueste o torrefacción del café consiste en tostar los granos de café para permitir que se desarrollen sus aromas, que se liberan al cabo de aproximadamente diez minutos. (Malongo, 2003)

La torrefacción del café es un arte. En esta operación se conforman el aroma y el sabor del café, sin los que la infusión resultaría insípida. (Camcafé, 2004) El tueste tiene un papel trascendental respecto a su calidad última, ya que durante ese proceso

queda liberado el aceite volátil del café y según se va abriendo camino hacia la superficie, al extenderse por todo él, libera a su vez su sabor. Por tanto, de un tueste acertado, preciso, depende que se libere el sutil sabor de todas las sustancias que entran en su composición, pero sin que se destruyan. (Salzillo, 2003)

No se debe confundir la torrefacción con torrefacto. Torrefacción es el proceso de tostado natural que sufre el café (Oquendo, 2004), mientras que torrefacto es el tipo de torrefacción que incluye la adición de azúcar en el tostado, una manipulación surgida a principios de siglo para asegurar una mayor resistencia del grano tostado natural al proceso de enranciamiento. Hoy resulta innecesario y contraproducente; el torrefacto convierte el café en una bebida muy oscura y amarga. (Salzillo, 2003)

La torrefacción provoca una serie de reacciones químicas, como la transformación del almidón en azúcar, la formación de unos ácidos y la descomposición de otros. Con la destrucción de su estructura celular, el grano explota como las palomitas de maíz. (Camcafé, 2004)

Las proteínas se descomponen en péptidos, que salen a la superficie del grano en forma de aceites. La humedad y el dióxido de carbono se consumen y, en el caso del tueste más prolongado, se crea carbono puro. Los aceites aromáticos, parte esencial de la torrefacción, se llaman esencia de café, aceite de café o, para ser más exactos, cafeol. Estos aceites son volátiles, es decir, son los elementos que contienen los sabores y aromas que, además, son solubles en agua, por lo que estos sabores y aromas se conservan una vez preparada la bebida. Después de la torrefacción, el sabor que ha salido a la superficie gracias a esta operación empieza a desvanecerse. (Camcafé, 2004)

En efecto, por más que el proceso sea guiado por utensilios electrónicos muy precisos y fiables, sólo el hombre puede juzgar el momento en que hay que interrumpir la torrefacción. Si el grano no se tuesta a la temperatura adecuada, o bien no se tuesta durante el tiempo necesario, los aceites no saldrán a la superficie y el sabor resultante puede recordar al cacahuate. (Camcafé, 2004)

Cuanto más tiempo se tuesta el grano, más se propaga su aceite hacia el exterior y con ese tiempo guarda relación directa el grado de acidez, ya que a más tueste menos acidez y menos proporción de cafeína, puesto que una parte de la misma

se quema durante esa acción prolongada. El grado de tueste de un grano se conoce por su brillantez, ya que ésta es más notable cuanto mayor sea el tiempo de exposición a aquél. (Salzillo, 2003)

Respecto a la acidez señalada, conviene hacer notar que la misma es un atributo de un buen café y aunque depende del proceso de tueste, depende también en mayor grado del lugar donde haya sido cultivado. (Salzillo, 2003)

Aunque el grado de tueste corresponde a la preferencia del consumidor (en la torrefacción se humaniza y personaliza el café, que deja de ser botánica para convertirse en obra humana), el tiempo de cada uno de ellos guarda relación con el tipo de grano y el sabor final que se pretenda. Así, un delicado sabor fácilmente identificable, se consigue con un grano de calidad y un tueste ligero. Para un tueste medio, con el que se persiga un sabor fuerte, el grano mejor es el más fuerte, lógicamente. Con el llamado tueste complejo se elimina toda acidez del grano y adquiere un sabor ligeramente más amargo. (Salzillo, 2003)

Por último, se enfría rápidamente el café, removiendo el aire para obtener la condensación de los componentes aromáticos del grano. (Malongo, 2003)

Los principales enemigos del café tostado son el oxígeno y en menor medida la luz. Los aceites que se han precipitado en la superficie se oxidan y en seguida producen un sabor rancio que recuerda al carbón. El encargado del tueste puede causar daños incalculables. (Camcafé, 2004)

3. Tipos de torrefacción por forma de tostado. La operación se efectúa en un tostador circular o cilíndrico, que rota sin parar para que los granos, en movimiento continuo, sean torrefactos uniformemente. Existen cuatro técnicas de torrefacción, que se distinguen por su duración y por el calor al cual se someten los granos. (Malongo, 2003)

a. La torrefacción "espontánea" (flash). Es la técnica más utilizada para los cafés de calidad común. Los granos soportan una temperatura de 880° C durante 90 segundos, lo cual implica una cocción irregular, e impide la liberación de sus aromas. (Malongo, 2003)

b. La torrefacción rápida. Dura diez minutos a una temperatura de 600° C y permite que se exprese la totalidad de los aromas. (Malongo, 2003)

c. La torrefacción a la antigua. Permite la liberación perfecta de los aromas del grano. La torrefacción propiamente dicha se realiza en los diez primeros minutos, y el desarrollo de los aromas durante los diez minutos consecutivos. (Malongo, 2003)

A la temperatura de 170°C, el café empieza a perder su humedad; el grano se hace amarillo y luego rojizo. Entre 200 y 230°C, la descomposición pirógena. El humo que se desprende es de tono azulado, el café se hace marrón y dobla casi su volumen. Es el momento preciso en el que hay que interrumpir la operación. Los gases sueltan un aroma muy fuerte. Si se va más allá de esta fase, el café se ennegrece y los granos, desmenuzables, ya no sirven para el consumo. Durante todas las fases de la operación, una sonda introducida en el cilindro permite que se vigile el proceso. (Malongo, 2003)

d. La torrefacción a la italiana. La tostada viene ejecutada mediante corrientes de aire caliente que envuelven los granos ligeramente agitados en recipientes adecuados. (Q-coffee, 2004)

4. Tipos de torrefacción por forma de transferencia de calor. La torrefacción del café se puede realizar por cualquiera de las tres formas de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Las dos primeras son las más comunes; la radiación, como mecanismo de transferencia de calor para la torrefacción es poco utilizada. (Avilés, 2004)

a. Conducción. Es la forma artesanal de tostar el café y tradicionalmente se conoce como tostado en sartén abierto ya que el proceso se realiza sobre una sartén o comal sobre una llama. En esta forma de tueste el café es calentado únicamente con el contacto con la sartén y obtiene muy poco calor de radiación o convección. El tostado es usualmente disparejo y parchado debido a que es sumamente difícil controlar las variables que definen el tueste y el grado de tostado en cada una de las caras del grano. (Avilés, 2004)

En los casos en los que se usa un tambor de metal en lugar de la sartén o comal, el calor es aplicado por afuera del tambor y el café gira adentro del tambor rotatorio. En este método hay muy poco flujo de aire, sólo el necesario para la remoción del humo. En este caso, el café también es calentado por contacto y radiación y muy poco calor por convección. El tiempo de tostado puede llegar a ser muy largo (alrededor de 25 min). (Avilés, 2004)

b. Convección. Con este mecanismo el café que gira adentro de un tambor perforado es expuesto a un aire previamente calentado en movimiento. Este tipo de tostador aprovecha el calentamiento por conducción, convección y radiación, siendo mayor la convección. Son los tostadores más comunes a nivel industrial y el color del tueste obtenido es más parejo y se puede ejercer un mayor control sobre éste. Los tiempos de tostado oscilan entre 13 y 20 min. (Avilés, 2004)

5. Tuestes. Los granos de café verde contienen todos los elementos conocidos de acidez, cafeína, grasas y aceites esenciales, etc., excepto los elementos de aroma y

sabor. Estos elementos sólo serán desarrollados durante el proceso de tueste. (Portal del café, 2001)

Mientras mayor es el tiempo que el grano de café permanece expuesto a la acción del calor, comenzará a tomar tonalidades de color tostado cada vez más oscuras, hasta llegar a muy oscuro y el negro característico del carbón vegetal. (Portal del café, 2001)

Por lo general se manejan entre tres y cinco grados diferentes de tueste, según sea el país o el ámbito. (Portal del café, 2001)

Los 5 grados de tueste son comúnmente conocidos como:

- a. Grado de tueste 1 – claro
 - Tostado claro
 - A la canela
 - Half City
 - Nueva Inglaterra
- b. Grado de tueste 2 – regular
 - Americano
 - Castaño
 - Full City
 - Medio
 - Rápido
 - Regular
- c. Grado de tueste 3 – fuerte
 - Continental
 - Francés
 - Fuerte
 - Oscuro
 - Vienés
- d. Grado de tueste 4 – extra fuerte
 - Express
 - Espresso
 - Extra fuerte
 - Italiano
 - Muy oscuro
- e. Grado de tueste 5 – turco
 - Árabe
 - Griego
 - Mediterráneo

- Turco

(Portal del Café, 2001)

En la siguiente tabla se muestran las características generales de los diferentes grados de tueste:

Tabla 2: Características generales de los tuestes

Tueste	Superficie	Sabor	Características
Claro Grado 1 y 2	Seca	Cuerpo suave y algo ácido. Sabor a grama.	Después de siete minutos el grano "estalla" y se duplica en tamaño. Se obtiene un tueste suave. Es el tueste más utilizado por los tostadores de Estados Unidos.
Medio Grado 3	Seca	Un poco más dulce que el tueste claro. Cuerpo completo con acidez, aroma y complejidad balanceada	Después de nueve a once minutos se obtiene este tueste que es el preferido por vendedores especializados de los Estados Unidos.
Oscuro Grado 4	Poco brillosa	Algo ácida, rico cuerpo chocolatoso. Menor aroma y más dulce	Entre doce y trece minutos de tueste. Los granos vuelven a "explotar" y los aceites salen a la superficie. Tueste preferido por los tostadores del noroeste de los Estados Unidos.
Muy oscuro Grado 5	Muy aceitosa	Ahumado. Sabor dado más por el tueste que por la calidad del grano.	Tueste alcanzado después de catorce minutos. El grano crece un poco e inicia a soltar humo. Al hacerse caramelo, los azúcares se carbonizan.

(The Bean Stock, 2003)

Algunos tuestes tienen sus propias características y son aptos para diferentes gustos o usos específicos. Éstos son los siguientes:

Tabla 3: Características específicas de algunos tuestes

Nivel	Apariencia	Color	Características
A la canela	Tueste claro. Color de canela		Pronunciado sabor a nuez, alta acidez.
Americano	Tueste medio.		Pronunciado sabor a caramelo.
Half City	Tueste medio, sin aceites superficiales.		Completo sabor a café con alguna pérdida de acidez.
Full City	Poco más oscuro que Half City		Completo sabor a café con buen balance entre acidez y azúcar.
Vienés	Café oscuro, con trazas de aceite en la superficie		Sabor a tueste oscuro.
Francés	Café oscuro, casi negro, aceitoso en la superficie		Sabor ahumado y amargo con aroma de acre.
Italian	Color chocolate oscuro con aceites en la superficie		Sabor a tueste intenso.
Espresso	Tueste oscuro, utilizado para máquinas de espresso.		Sabor a tueste intenso Fuerte y dulce.

(The Bean Stock, 2003)

E. Descafeinado

Casi todos los métodos para descafeinar café consisten en el remojo de los granos verdes en abundante agua hasta que por sí solos pierden la cafeína, se retiran los granos y se extrae la cafeína disuelta en el agua mediante disolventes, finalmente se remojan de nuevo los granos en el mismo agua ya sin la cafeína para que reabsorban los componentes de sabor que se perdieron en la extracción inicial, quedando preparados para la torrefacción. (Avilés, 2004)

Los disolventes más usados para la extracción de la cafeína disuelta en el agua, son el carbón activado y el cloruro de metileno o acetato etílico, puesto que el acetato

etílico se encuentra en muchas frutas, a este proceso se le denomina "natural". (Avilés, 2004)

En cualquier caso el disolvente nunca entra en contacto con el grano, así el descafeinado del café se realiza mediante procesos relativamente inofensivos para la salud, pero desgraciadamente no para la calidad de la bebida pues la composición química del café se altera, y por tanto se cambian el sabor y el aroma. (Avilés, 2004)

En Estados Unidos el café se considera descafeinado si pierde el 97 por ciento de la cafeína original. (Avilés, 2004)

1. **Proceso suizo del agua.** En el proceso suizo un lote de granos verdes se remoja en agua caliente para extraer la cafeína y muchos de los compuestos responsables del sabor del Café. Este primer lote de granos así tratado se desecha. Se elimina la cafeína por medio de filtros de carbón activado y queda una solución saturada con los compuestos de sabor que se utiliza para remojar posteriores lotes de Café. Desafortunadamente, esta solución se utiliza en varias ocasiones.

2. **Proceso del CO₂ en verde.** En este proceso los granos se remojan en CO₂ altamente comprimido en vez de agua. La cafeína se extrae del CO₂ usando filtros de carbón activado.

3. **Proceso del agua a presión.** Este proceso es similar al método del CO₂, pero en vez de extraer la cafeína con carbón activado, se hace con agua a presión en un tanque secundario que después se recicla para extraer la cafeína.

Un método menos utilizado para extraer la cafeína es el "proceso directo": Los granos son calentados al vapor y remojados en agua hasta que por sí solos pierden la cafeína, entonces y sin retirar los granos se añade el agente descafeinante, finalmente se lavan cuidadosamente. En este proceso la sustancia descafeinante sí entra en contacto con los granos.

F. Granulación o molienda

Este proceso es la conversión por trituración de los granos en pequeñas granulaciones o calibres que den los óptimos resultados en la preparación de la infusión de café. Debe ser completa y uniforme. (Avilés, 2004)

Todos los procesos de transformación del café reducen el tiempo de conservación de su sabor. El café verde puede durar años, pero tras la torrefacción sólo conserva todo su sabor durante una semana y la mitad de su sabor durante, como mucho, dos semanas. Después de molerse, el café sólo puede utilizarse durante algunos días. (Camcafé, 2004)

Para determinar la molienda es necesario especificar el método de infusión que empleará para la preparación final de la bebida. Con el indudable objetivo de obtener el mejor sabor del grano, el café se prepara sumergiendo el grano molido en agua caliente según diversos métodos. En general, cuanto más rápida es la infusión más fina ha de ser la molienda. (Camcafé, 2004)

Los calibres básicos de molienda son grueso, medio y fino. El grano más fino no necesita permanecer en contacto con el agua durante tanto tiempo como el grueso, por lo que este último se emplea en el método de cafetera abierta. (Camcafé, 2004)

El café pulverizado, molido como si fuera harina, se emplea únicamente para la preparación de café turco, mientras que el café muy molido (como el azúcar refinado) se destina para su obtención a través de filtros de papel o por el proceso espresso. El fino es el indicado para los otros métodos de filtración como el goteo y el vacío. Mediana (como la sal de mesa) es la molienda para la cafetera en general. Por último, el café molido en forma gruesa (como la sal de cocina) es el preciso para el café de puchero y de olla. (Camcafé, 2004)

Tabla 4: Tipos de granulizado

Designación del gránulo	Tipo	Cantidad de café retenido en		Porcentaje de café bajo zaranda 28	Porcentaje de tolerancia de café bajo zaranda 28	
		Zaranda malla 10 y 14	Zaranda malla 20 y 28		No menos de	No más de
Regular	Regular	33	55	12	9	15
Drip	Goteo	7	73	20	16	24
Fine	Fino	0	70	30	20	45

Tabla 5: Nombres comerciales de granulizado

Nombre oficial	Nombres comerciales
Regular Grind	Coarse, Percolator, Open pot, Steel pot
Drip Grind	Urn, All purpose, Medium, Universal
Fine Grind	Silex, Vacuum, Very Fine, Pulverized

(Avilés, 2004)

Tabla 6: Grados de granulizado

Grado	Descripción
Coarse	Granulación bastante gruesa como el aserrín de madera.
Medium	Granulación adecuada al café que se prepara en cafeteras corrientes.
Fine	Granulación como la del azúcar cristalizada, propia de percoladoras.
Greek	Granulación extra fina para preparar café griego.
Turkish	Café pulverizado como harina de trigo.
Very Fine	Más fino que el azúcar refina granulada.

(Avilés, 2004)

G. Empaque

En el empaque de café tostado y molido se encuentran tres clasificaciones principales: sin barrera, barrera media y barrera total. (Avilés, 2004)

En el caso del empaque denominado sin barrera se permite la transferencia de luz y de elementos y compuestos gaseosos a través del empaque. Este empaque puede estar fabricado de polietileno o polipropileno de baja densidad y es comúnmente conocido como empaque de celofán. La calidad del café en este empaque disminuye rápidamente y no es recomendable para almacenamiento mayor a una o dos semanas, siempre y cuando se almacene en lugares cerrados, frescos y oscuros. (Avilés, 2004)

En el caso de la barrera media se utilizan empaque semilaminados que impiden el paso de luz pero permiten cierto grado de intercambio de gases entre el ambiente y el

contenido del empaque. El contenido de este empaque debe ser utilizado en un tiempo no mayor a un mes para asegurar la calidad del producto. (Avilés, 2004)

Los empaques de barrera total impiden el paso de luz y el intercambio de materia entre el interior y el exterior creando así un ambiente totalmente aislado. Debido a que el café tostado y molido libera dióxido de carbono, muchas veces se coloca en estos empaques una válvula especial que permite el paso de gases únicamente del interior al exterior para permitir la salida del dióxido de carbono generado. Estos empaques se fabrican a partir de material trilaminado y también se puede usar vacío para eliminar todos los gases presentes y mantener la calidad del producto. Además de los empaques flexibles también se pueden utilizar latas de metal que al ser selladas cumplen la misma función. En este empaque la calidad del café se mantiene casi intacta hasta por dos años. (Avilés, 2004)

III. JUSTIFICACIÓN

A pesar de ser una de las actividades económicas más importantes del país, la caficultura en Guatemala se sigue desarrollando de la misma forma que se ha hecho desde sus inicios y el proceso industrial necesario para la obtención del producto final se realiza en el exterior. Dada la crisis por la que actualmente atraviesa la caficultura nacional, la industrialización de la caficultura parece ser una opción factible para lograr salir de la crisis así como para lograr un mayor valor agregado en la producción de café.

IV. OBJETIVOS

A. Generales

- Determinar la rentabilidad de una tostadería de café de pequeñas dimensiones.
- Estudiar la factibilidad del establecimiento de tostaderías de café para productores y comercializadores.

B. Específicos

- Conocer y analizar las diferentes operaciones unitarias que implican los procesos de beneficio seco, tostado, molido y empaque del café.
- Determinar la eficiencia, rendimientos y costos de cada una de las operaciones implicadas en el proceso de producción de café tostado y molido.
- Calcular los costos de instalación y de operación, así como los costos por unidad producida en una tostadería de café.

V. PROBLEMA A RESOLVER

En Guatemala existen más de 5,000 beneficios húmedos de café, la gran mayoría de éstos terminan su proceso con la producción de café pergamino. Esto hace que les sea imposible la obtención de un valor agregado por la producción del producto terminado, es decir, el café tostado y molido. La obtención de este valor agregado es de suma importancia en la actualidad debido a la disminución de los precios del café pergamino y café oro a nivel mundial.

VI. METODOLOGÍA

La realización de este trabajo se divide en tres partes principales:

- Determinación de la eficiencia y rendimiento de las operaciones unitarias del proceso.
- Cálculo de la mano de obra requerida para el proceso.
- Determinación de costos.

Cada una de estas partes se desglosa en trabajos específicos enumerados a continuación:

Determinación de eficiencia y rendimiento

- Hacer corridas de prueba con café pergamino homogéneo.

- Preparar café en pergamino a utilizar en las pruebas.
 - o Determinar café necesario según valores empíricos.
 - o Pesaje.
 - o Determinación de humedad.

- Trilla
 - o Pesaje de café pergamino ingresado.
 - o Determinación de tiempo requerido para la trilla.
 - o Cálculo de energía consumida (teórica, según caballaje del motor).
 - o Pesaje café en oro obtenido.
 - o Encontrar humedad del café obtenido.
 - o Pesaje de cascabillo obtenido.
 - o Realizar balance de masa y energía

- Determinación de rendimientos de trilla.
- Tostado
 - EN TOSTADOR DE 11.35 KG.
 - Pesaje de café oro ingresado.
 - Pesaje de gas propano inicial.
 - Determinar tueste deseado.
 - Medición de tiempo necesario para llegar a temperatura de trabajo.
 - Medición de tiempo necesario para completar tueste.
 - Medición de tiempo necesario para enfriamiento en cama de aire y sin cama de aire.
 - Pesaje de café tostado obtenido.
 - Pesaje de gas propano final.
 - Realizar balance de masa y energía.
 - Determinación de rendimientos de tostado.
 - REPETIR EN TOSTADOR DE 1.36 KG.
 - Comparar resultados obtenidos con cada tostador.
- Molido
 - Pesaje de café tostado inicial.
 - Determinación de tiempo requerido para molienda.
 - Cálculo del consumo energético.
 - Pesaje café tostado y molido obtenido.
 - Balance de masa y energía.
 - Rendimiento de molienda (si se aplica).
- Empaque
 - Pesaje de café tostado y molido inicial.
 - Determinación del tiempo necesario para empaque.
 - Rendimiento de empaque.

Cálculo de la mano de obra requerida para el procedimiento

- Determinación de tiempo total requerido para cada operación.
- Encontrar los procedimientos en los que es necesaria la presencia humana.
- Determinar mano de obra requerida.

Cálculo de costos

- Cálculo de costos energéticos.
- Cálculo de costos laborales.
- Cálculo de costos de instalación.

VII. RESULTADOS

Tabla 7: Proporción en masa de productos obtenidos el proceso de trillado

Producto	Proporción en masa (%)
Café oro	83.12 ± 0.49
Cascabillo	16.31 ± 0.62
Pérdidas al ambiente	0.58 ± 0.79

Tabla 8: Velocidad de trillado

Proceso	Velocidad de trilla (kg/min)
Trilla	1.31 ± 0.09
Retrilla	4.12 ± 0.56
Total	0.99 ± 0.08

Tabla 9: Proporción en masa de productos obtenidos en el proceso de tostado-enfriado (tostador de 11.35 kg)

Producto	Proporción en masa (%)
Café tostado	78.90 ± 1.90
Pérdidas al ambiente	21.10 ± 1.90

Tabla 10: Proporción en masa de productos obtenidos en el proceso de tostado-enfriado (tostador de 1.36 kg)

Producto	Proporción en masa (%)
Café tostado	79.55 ± 1.28
Pérdidas al ambiente	20.45 ± 1.28

Tabla 11: Velocidad de tostado-enfriado (tostador de 11.35 kg)

Proceso	Velocidad de proceso (kg/min)
Tostado	0.49 ± 0.05
Enfriado	0.60 ± 0.19
Total	0.26 ± 0.02

Tabla 12: Velocidad de tostado-enfriado (tostador de 1.36 kg)

Proceso	Velocidad de proceso (kg/min)
Tostado	0.065 ± 0.007
Enfriado	0.123 ± 0.019
Total	0.042 ± 0.002

Tabla 13: Velocidad de granulización – empaque

Proceso	Velocidad de proceso (kg/min)
Granulización	0.52 ± 0.01
Empaque	0.94 ± 0.08

Tabla 14: Proyección de ventas para los tres primeros años de operación

AÑO 1 (crecimiento mensual 4%)			AÑO 2 (crecimiento mensual 3%)			AÑO 3 (crecimiento mensual 2%)		
Mes	Ventas	Ingresos	Mes	Ventas	Ingresos	Mes	Ventas	Ingresos
1	1,500	37,500.00	13	2,378	59,461.41	25	3,358	83,954.67
2	1,560	39,000.00	14	2,450	61,245.26	26	3,425	85,633.77
3	1,622	40,560.00	15	2,523	63,082.61	27	3,494	87,346.44
4	1,687	42,182.40	16	2,599	64,975.09	28	3,564	89,093.37
5	1,755	43,869.70	17	2,677	66,924.34	29	3,635	90,875.24
6	1,825	45,624.48	18	2,757	68,932.07	30	3,708	92,692.74
7	1,898	47,449.46	19	2,840	71,000.04	31	3,782	94,546.60
8	1,974	49,347.44	20	2,925	73,130.04	32	3,858	96,437.53
9	2,053	51,321.34	21	3,013	75,323.94	33	3,935	98,366.28
10	2,135	53,374.19	22	3,103	77,583.66	34	4,013	100,333.60
11	2,220	55,509.16	23	3,196	79,911.17	35	4,094	102,340.28
12	2,309	57,729.53	24	3,292	82,308.50	36	4,175	104,387.08

Tabla 15: Flujo de caja proyectado para fin de los tres primeros años de operación

	Mes	Inicial	12	24	36
SALDO INICIAL		50,000.00	166,492.77	422,782.23	808,450.34
INGRESOS					
Ventas		37,500.00	57,729.53	82,308.50	104,387.08
TOTAL INGRESOS		37,500.00	57,729.53	82,308.50	104,387.08
EGRESOS					
Cuentas por pagar		3,012.19	5,698.70	3,862.13	4,939.10
Impuestos		-	-	-	-
Gastos administrativos		10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00
Costos de operación		18,676.58	25,145.74	35,801.90	45,340.92
TOTAL EGRESOS		31,818.76	40,974.44	49,794.03	60,410.02
SALDO FINAL		55,681.24	183,247.86	455,296.70	852,427.40

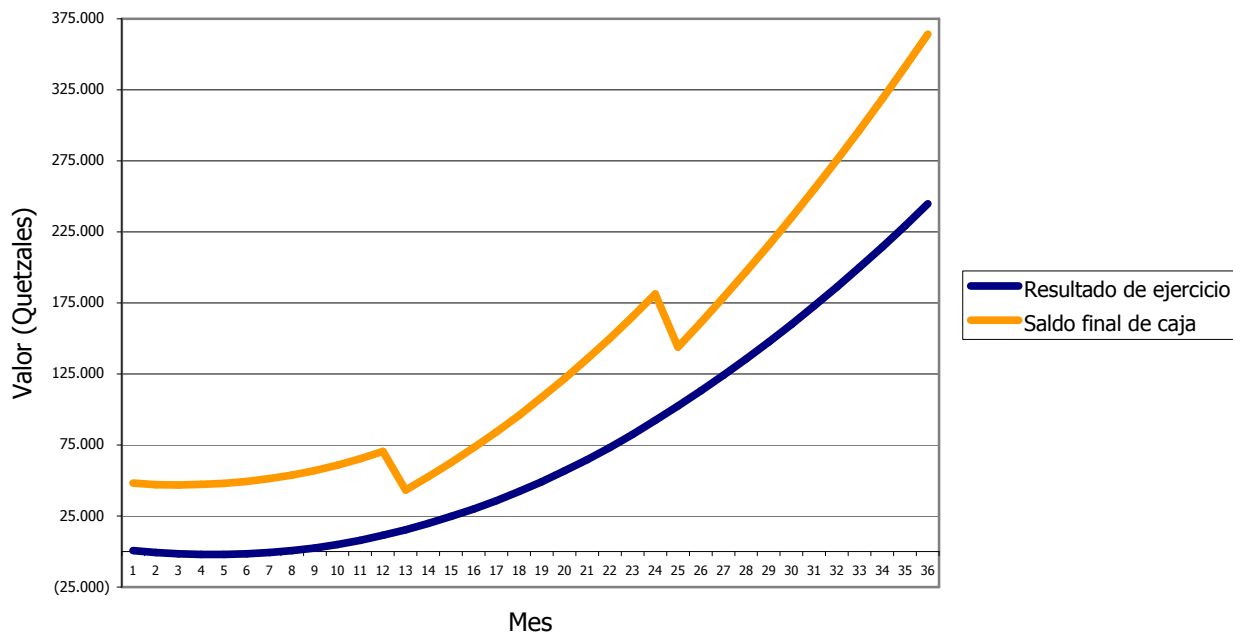
Tabla 16: Balance General proyectado para fin de los tres primeros años de operación

Mes	Inicial	12	24	36
ACTIVO	336,146.24	459,327.82	718,917.57	1,103,408.70
ACTIVO CIRCULANTE	50,000.00	187,414.78	461,237.73	859,962.06
Caja y bancos	50,000.00	183,247.86	455,296.70	852,427.40
Inventarios		4,166.92	5,941.03	7,534.66
ACTIVO FIJO	286,146.24	271,913.04	257,679.84	243,446.64
Terrenos	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
Edificaciones	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00
Planta y equipo	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24
(-) Depreciaciones acum.		(14,233.20)	(28,466.40)	(42,699.60)
PASIVO	36,146.24	43,253.03	64,903.56	86,767.52
PASIVO CIRCULANTE	36,146.24	43,253.03	64,903.56	86,767.52
Impuestos		40,459.05	60,925.57	81,729.64
Cuentas por pagar	36,146.24	2,793.97	3,977.99	5,037.88
CAPITAL	300,000.00	416,074.79	654,014.01	1,016,641.18
Capital pagado	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00
Resultado del ejercicio	(300,000.00)	116,074.79	354,014.01	716,641.18
PASIVO + CAPITAL	336,146.24	459,327.82	718,917.57	1,103,408.70

TIR: 20%

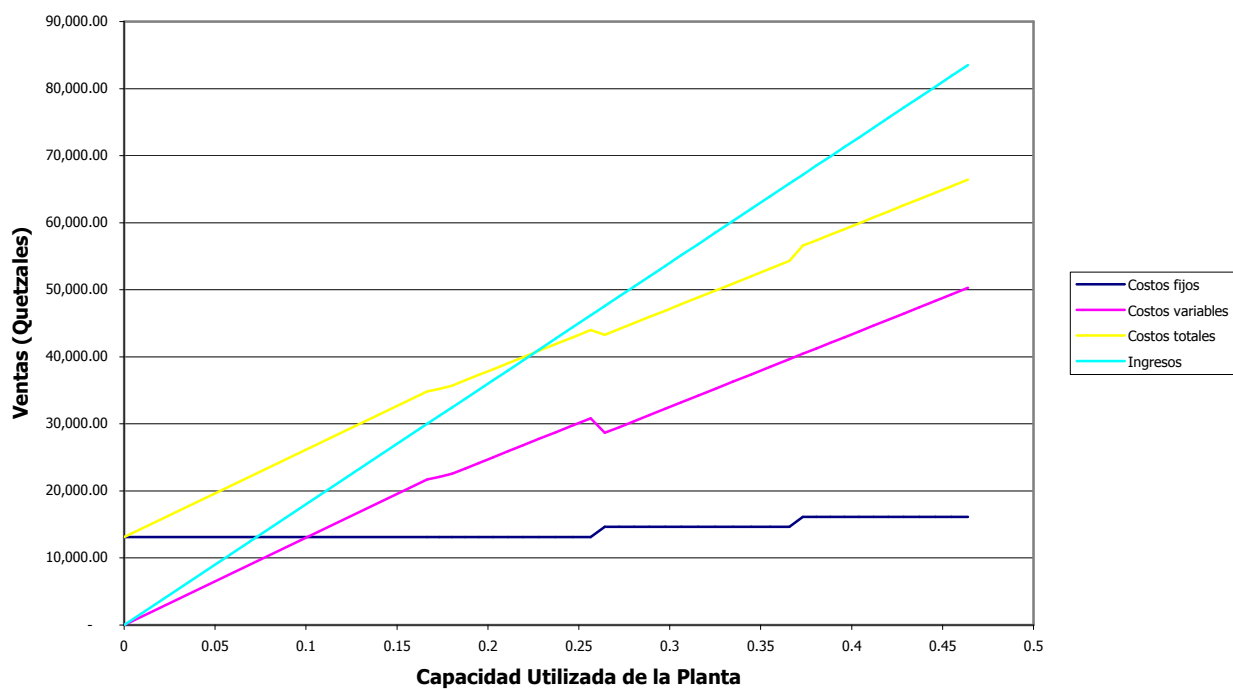
(Tiempo de retorno de la inversión: 21 meses)

Gráfica 1: Balance general y saldo final de caja proyectado en los primeros tres años de operación



Gráfica 2: Punto de equilibrio

Punto de Equilibrio



VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación se determinó la rentabilidad y factibilidad para el establecimiento de una planta torrefactora de café. Debido a que las características y cualidades del café producido en una ubicación, difieren de las de aquel producido en otra, en función de variables totalmente independientes a la torrefacción, se utilizó café producido en la finca donde hará la instalación de esta planta. Esta finca se encuentra a 1500 msnm y la plantación es en su totalidad de cafetos variedad caturra. De acuerdo a las cataciones que, frecuentemente se realizaron durante la cosecha, la calidad del café se mantuvo en estrictamente duro.

Las determinaciones de rendimiento y pruebas de tostado se realizaron durante octubre de 2004. En estas pruebas se utilizó café de la cosecha 2003/2004 con un nivel de humedad del 11% en masa. El café se mantuvo en pergamino, en bodegas adecuadas con control de temperatura y humedad, por lo que las cualidades del producto se mantuvieron constantes.

El café destinado para este proyecto fue transportado a la planta donde fue transformado. Al ingresar el café, éste fue pesado en una romana con capacidad de 250 kg. Inmediatamente después del pesado, se inició el proceso de trilla con la carga del equipo. Es importante mencionar que, este equipo, necesita de supervisión constante, principalmente en casos en los que la humedad del producto es alta. La supervisión de este proceso es necesaria, principalmente, porque el cascabillo forma un polvo que por la acción del tornillo interior de la trilladora, puede llegar a formar una masa (más aún cuando la humedad del producto es alta) que impide el paso de más café. Según los rendimientos obtenidos, se observa que en este caso específico se obtuvo un 83.12% de café oro a partir de café pergamino². Este valor es coherente de acuerdo a los datos que se manejan usualmente, que oscilan entre un 80 y 82% de rendimiento, dependiendo de las características del grano. En el caso de la velocidad de trilla³, claramente se observa que es considerablemente mayor la velocidad de la primera operación que la retrilla. Esto se debe a que la cantidad de cascabillo retirado en la primera trilla es aproximadamente el 90 ó 95% del total del cascabillo, por lo que

² Ver Tabla 7 (Pág. No. 25)

³ Ver Tabla 8 (Pág. No. 25)

tanto el esfuerzo que debe hacer en el equipo y la cantidad de producto que ingresa a éste, es mayor. Debido a que las dos operaciones, trilla y retrilla, se deben hacer una después de la otra en el mismo equipo, para los cálculos del tiempo necesario para la operación se utilizó la velocidad total de trilla. Este valor engloba ambos procesos y los considera como uno sólo, a pesar que es el mismo equipo que se debe utilizar. No se considera la instalación de dos de estos equipos en serie, porque a pesar que la velocidad total es menor que la velocidad de cada una de las operaciones, ésta es aún mayor que la velocidad de las siguientes operaciones, por lo que la capacidad de este equipo es suficiente para el tipo de operación que se pretende.

Una vez trillado y retrillado el café, éste fue pesado para la determinación de los rendimientos mencionados anteriormente; luego fue trasladado al sitio para realizar el tostado y granulizado.

El equipo de torrefacción consta de dos partes, el tostador y el enfriador. El tostador es un cilindro rotatorio horizontal que se alimenta por la parte superior y el producto se obtiene por un extremo. El cilindro interior es un cilindro agujereado bajo del cual se encuentra la fuente de calor que es llama obtenida a partir de gas propano. La intensidad de esta llama debe ser controlada. La rotación interna del cilindro es de suma importancia para que el tostado se realice de forma homogénea y no arrebatada. Con la rotación del cilindro interior se obtiene una transferencia de calor por convección en lugar de la transferencia de calor por conducción, que sería el resultado de un equipo estático. Previo a la alimentación del primer lote, el equipo se debe calentar para que éste ya se encuentre con una temperatura aproximada de 250 °C cuando ingrese el café. Este factor es de suma importancia para mantener bajo los tiempos de tostado, si el café es ingresado cuando el tostador todavía está frío, el tueste ocurre más lentamente y, por lo tanto, se pierde una mayor cantidad de cualidades del grano. Mientras el tostador es calentado, se pesan las tres muestras a utilizar.

Una vez el tostador había llegado a la temperatura deseada y con los lotes listos se ingresó el primero al tostador. Para cada uno de los lotes se midió el tiempo de tostado para poder hacer una determinación de la velocidad de operación. Debido a que no se tenía acceso a un medidor del grado de tueste del café, esta determinación se realizó de forma cualitativa, por lo que la capacidad y agudeza visual del encargado

de la operación es de suma importancia. Los diferentes grados de tueste se dan en un intervalo de uno a dos minutos, por lo que se debe ser muy ágil para poder hacer una rápida determinación para obtener un producto con tueste uniforme. En este caso, no se puede utilizar el tiempo como un parámetro para iniciar y finalizar el proceso, debido a que las características del café son variantes, incluso, entre diferentes lotes, por lo que un tiempo fijo puede causar un sobretostado en un lote y un subtostado en otro. Además de la temperatura inicial, la intensidad de la llama y la velocidad de rotación, son trascendentales, por lo que es imperativo que un operador se dedique exclusivamente a la operación de tostado, no sólo para detener el proceso en el momento adecuado sino para la operación, alimentación y descarga del mismo.

En el momento que se obtiene el grado de tueste deseado, el café se descarga del tostador al enfriador. Cuando el café se descarga, el tueste continúa con el calor interno de los granos, el enfriador es de suma importancia para detener lo más rápido posible este proceso y que el tueste no cambie.

La capacidad de este equipo es fija y está dada por el fabricante (en este trabajo las capacidades de los tostadores utilizados fueron de 11.35 kg y 1.36 kg), por lo que, las variables determinantes para el proceso son el rendimiento y la velocidad de cada una de las operaciones.

La determinación de ambas variables de operación se realizó en ambos equipos. En el caso del rendimiento, se obtuvo en ambos tostadores un rendimiento alrededor del 79%⁴. Se observa que el valor obtenido en cada una de las operaciones cabe dentro de la incertidumbre de la otra, a pesar de la diferencia de los instrumentos de medición utilizados para cada una de las mediciones (en el caso de la mediciones para el tostador de 11.35 kg se utilizó una balanza de resorte con incertidumbre de 0.2 kg mientras que en el caso del tostador de 1.36 kg se utilizó una balanza electrónica con incertidumbre de 0.5 g). Este valor, al igual que en el caso de trilla, fue muy similar al valor de rendimiento del 80% utilizado tradicionalmente en esta industria. Una vez más, las características y principalmente la humedad interna del grano, hacen que este valor varíe entre diferentes determinaciones. En el caso de la velocidad, el valor se calculó a partir del café oro alimentado y el tiempo necesario para cada uno de los

⁴ Ver Tabla 9 y Tabla 10 (Pág. No. 25)

procesos relativos al tueste. Las velocidades obtenidas en el tostador de 11.35 kg⁵ muestran que este es el proceso más lento de toda la operación. Se determinó tanto la velocidad de trilla como la velocidad de enfriado y la velocidad total del proceso. La velocidad de enfriado es mayor a la velocidad de tueste y a diferencia del proceso de trilla, esta operación, a pesar de que se debe hacer secuencialmente, se puede tomar la velocidad de tostado como la velocidad total del proceso, sin incluir la velocidad de enfriado.

Esto es posible, ya que mientras se enfría un lote, se puede estar tostando el siguiente lote. El tiempo entre la descarga del enfriador y la descarga del tostador es suficiente para que la misma persona pueda realizar ambas descargas, dado que la velocidad de enfriado es mayor que la de tueste. A pesar que se calculó la velocidad de tostado en el tostador de 1.36 kg⁶, el valor es muy pequeño como para el establecimiento de una planta torrefactora basada en este tostador, por lo que los cálculos siguientes se realizaron únicamente para el tostador de 11.35 kg.

Una vez tostado el café, se procede a la operación de granulización. Esta operación también es de suma importancia si se toma en cuenta que la preparación de diferentes tipos de café, requiere no sólo diferentes grados de tueste, sino también diferentes grados de granulización. Usualmente, un tostado oscuro está relacionado con un granulizado fino aunque esta relación entre tueste y granulizado depende de la demanda del mercado y los gustos personales del consumidor. Una vez finalizada la granulización se procede a empaque el producto final en el empaque deseado. En este sentido, el empaque tradicional es la bolsa que puede ser de diferentes tipos. Debido a que el procedimiento para llenar la bolsa es el mismo sin importar el material y que el sellado del empaque también es el mismo en los diferentes tipos de bolsa, la velocidad de empaque se mantiene constante, sin importar el tipo de material del empaque. A pesar de que las velocidades, tanto de granulización como de empaque, no son altas⁷, son lo suficientemente mayores a la velocidad de tostado para que esta última operación no sea la determinante de la velocidad. Es importante mencionar que toda la

⁵ Ver Tabla 11 (Pág. No. 25)

⁶ Ver Tabla 12 (Pág. No. 25)

⁷ Ver Tabla 13 (Pág. No. 26)

operación, desde el tostado o incluso la trilla, se debe hacer en el menor tiempo posible para evitar que se pierdan algunas cualidades del grano.

De acuerdo a los cálculos realizados según la capacidad del equipo determinante de la velocidad (en este caso, el tostador de café), la planta tiene una capacidad de producción aproximada de 9000 bolsas al mes. Si se toma en cuenta que cada bolsa de café rinde entre 70 y 80 tazas, la cantidad de café que se debe colocar en el mercado es elevada, por lo que la planta no opera a su máxima capacidad. Además, la instalación de un nuevo equipo tostador-enfriador no es complicada, por lo que en caso de no poder satisfacer la demanda se puede considerar la instalación de un nuevo equipo.

En cuanto al personal necesario para la operación de la planta, se consideraron tres operarios y una persona encargada de la coordinación de producción y ventas. De acuerdo a las proyecciones de ventas, las ventas iniciales serán de aproximadamente una cuarta parte de la producción máxima que puede llegar a tener la planta. Aún así, desde el inicio se consideran los tres operarios debido a los picos de demanda que se pueden dar y a los pedidos que no puedan ser cubiertos por los inventarios existentes. De cualquier forma, una vez iniciada la operación de la planta, se debe hacer un análisis sobre la conveniencia de tener tres o dos operarios, en dependencia del tiempo necesario para hacer las diferentes operaciones.

A partir de las capacidades y tamaños de los motores y requerimientos de gas del tostador se calcularon los costos energéticos unitarios. En este cálculo se incluyó la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los motores de acuerdo al tiempo de operación según la velocidad de cada una de las operaciones y el consumo de gas propano según el número de lotes a tostar y la cantidad de gas requerida para llevar el equipo a temperatura de operación. Estos cálculos se presentan en forma unitaria para poder determinar los costos según la cantidad de café producida.

Para albergar a la planta se considera un espacio de 30 m² con dos bodegas pequeñas incluidas (una para material de empaque y suministros y la otra para el producto terminado) y otra bodega, de 20 m², para la materia prima.

En el caso de la edificación para la planta, el espacio considerado contempla que la trilla ocupa 1 m², el tostador 3 m² y el granulizador 1 m². Según estas áreas, no se necesita un espacio muy grande para la edificación pero se debe considerar que el

mayor espacio requerido está destinado al empaque del producto. Para el empaque se necesitan mesas y un espacio suficiente para el pesado y el sellado. La bodega de materia prima es considerablemente mayor que las demás bodegas porque se tiene que considerar que el café en pergamino se compra en cantidades mayores y que se debe almacenar durante casi un año considerando que la producción de café se realiza únicamente durante tres meses al año y por consiguiente se debe almacenar el producto que se utilizará en los siguientes nueve meses a la cosecha. El valor por metro cuadrado de la bodega es menor al de la edificación destinada a la planta considerando que esta bodega no necesita de ningún tipo de instalación de energía u otra.

Para determinar la inversión inicial necesaria para poner en marcha la planta, se cotizó el equipo necesario para cada una de las operaciones. A estos costos se le adicionó el costo de las edificaciones anteriormente mencionadas y el costo del terreno. Debido a que la planta se puede ubicar en cualquier espacio de la finca o incluso en una bodega del tamaño necesario que ya esté construida, estos costos varían mucho de acuerdo a la ubicación e infraestructura de la plantación existente. En este caso se colocan los costos reales de terreno y edificaciones nuevas considerando que la plantación se encuentre ubicada muy lejos del mercado objetivo, problemas de comunicaciones o que se quiera instalar una planta sin estar relacionado a una plantación específica.

Además de los costos laborales y de funcionamiento administrativo de la planta, se consideran los costos unitarios inherentes al producto. Entre estos costos se considera el material de empaque y la materia prima. En el material de empaque se incluye el valor de la bolsa trilaminada, etiqueta de identificación y la caja de empaque. La materia prima es el café que se utilizará de acuerdo a los rendimientos obtenidos.

Las depreciaciones de la infraestructura construida, así como el equipo se determinaron utilizando el método lineal debido a que es el método utilizado más ampliamente. Los valores de rescate se establecieron a un 10% del valor original y los períodos de depreciación proyectados fueron de veinte años para la obra civil e infraestructura y de diez años para el equipo.

Las proyecciones de ventas se realizaron para los tres años siguientes al inicio de la operación de la planta. Los aumentos en las ventas se fijaron de forma decreciente a lo largo de este período, con crecimientos mensuales del 4%, 3% y 2%, cada año respectivamente. Estos valores corresponden a crecimientos anuales de 54%, 38% y 35% para cada año. Se utilizaron crecimientos porcentuales decrecientes porque conforme se aumenta la cantidad de producto vendido, no sólo es más difícil vender producto sino que además el porcentaje por cada unidad adicional disminuye. En cuanto al precio, se utilizó un precio base de Q 25.00 por bolsa de 454 g. Según los precios internacionales para un café estrictamente duro diferenciado, este precio es bajo. No se consideró un precio más alto pensando en que este sea el valor de venta más bajo y que de esta forma se puede ser más competitivo y de acuerdo al mercado, este precio se puede aumentar sin afectar el equilibrio del flujo de caja. Además se consideró este precio considerando que es un precio FOB y que los precios de traslado son bastante elevados, principalmente si se trata de pequeñas cantidades de producto.

A partir de las cantidades de venta proyectadas y los egresos correspondientes a estas ventas se procedió a desarrollar el flujo de caja y el balance general proyectado para los primeros tres años de la empresa.

Según el análisis económico realizado, la planta se puede poner a funcionar con un capital de Q 300,000.00. Esta suma contempla todos los gastos de construcción, equipo, instalación y un flujo de caja inicial de Q 50,000. Dado que con este capital no se alcanza a cubrir todos los gastos, se considera que un poco más del 10% de los gastos totales en los que se incurren son créditos, y este valor se cancela en el primer año de operación de la planta.

De acuerdo al flujo de caja obtenido se observa una clara tendencia hacia el alza en el saldo de caja, salvo en los primeros meses de operación en el que se muestra un leve descenso en este saldo. En cada uno de los períodos se consideran los ingresos por las ventas proyectadas para ese mes y en los egresos se consideran los costos fijos determinados y los costos de producción para el número de unidades producidas en el mes. Las unidades producidas en el mes son equivalentes a un 10% arriba de las unidades vendidas ese mismo mes, esto con el fin de iniciar el siguiente mes con un número considerable de unidades para los pedidos que se deban cubrir durante los

primeros días del mes siguiente. En los gastos de producción se considera que un 90% de éstos se pagan en el mismo mes de producción, mientras que un 10% pasan al mes siguiente por créditos a corto plazo con los que se considera contar. Además, como se mencionó anteriormente, durante el primer año se cancelan las deudas que se tienen desde el inicio de operación y que no alcanzaron a ser canceladas con el capital invertido.

En el caso de los impuestos que se deben pagar, se considera un único pago anual en el que se incluyen todas las obligaciones legales. El cálculo de los impuestos se realizó a partir de un 7% de las ventas brutas totales del período. Este cálculo se hizo de esta forma debido a que los tributos actualmente se pueden calcular de diferentes formas (principalmente el Impuesto Sobre la Renta), dependiendo de la empresa y si el producto está destinado hacia la exportación, se puede entrar en el régimen de recuperación del Impuesto al Valor Agregado (IVA). El pago de los impuestos se calculan hacer una vez al año, en el mes siguiente al cierre del año fiscal. Los pagos de impuestos se observan claramente en la gráfica del saldo de caja con una caída en el valor del saldo en el primer mes de cada año.

En el balance general se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los ejercicios contables. Se observa que a pesar que en los primeros meses este valor es negativo, los resultados se mantienen positivos y en constante aumento después del séptimo mes de operación. En un período de tres años, la tasa interna de retorno (TIR) es del 20% y el punto de equilibrio se alcanza cuando la planta opera a un 22% de su capacidad total; el tiempo de retorno de la inversión es de 21 meses a partir de realizada la inversión inicial.

IX. CONCLUSIONES

1. Los rendimientos de trilla y tostado determinados son similares a los utilizados generalmente en la industria. Los valores que usualmente se manejan caen dentro de la incertidumbre de los valores determinados. El valor de los rendimientos es una variable muy característica de cada lote de café y se encuentra muy influenciada, principalmente, por la humedad del producto. Los rendimientos determinados son de 83.12 ± 0.49 % para la operación de transformación del café pergamino al café oro y de 78.90 ± 1.90 %
2. De acuerdo a los equipos propuestos, la velocidad determinante del proceso está dada por la operación de tostado. Es con base en esta velocidad que se calcula la capacidad de la planta y el tiempo de fabricación del café tostado y molido. La capacidad de la planta, de acuerdo al tamaño del equipo y la mano de obra, es de 9,000 bolsas/mes.
3. Para el funcionamiento de la planta son necesarios de cuatro personas, tres operarios y un coordinador o director de la planta. Si la producción es pequeña y constante se puede prescindir de uno de los operarios.
4. Para la puesta en marcha de la planta es necesario una construcción de 30 m^2 para la planta y 20 m^2 para la bodega de materia prima. Los costos de estas edificaciones (incluyendo el terreno) y del equipo ascienden a un valor estimado de Q 286,146.24. La planta se puede instalar con una inversión de capital inicial de Q 300,000 con cuentas por pagar iniciales equivalentes a aproximadamente el 10% de la inversión inicial y un con un saldo de caja inicial de Q 50,000.
5. En los balances generales y flujos de caja se observa que a partir del séptimo mes de operación se obtienen rendimientos crecientes sobre la inversión y estos

6. resultados se mantienen de forma creciente de acuerdo a las proyecciones de venta realizadas con un valor constante del producto de Q 25.00.
7. En un período de tres años, la tasa interna de retorno es del 20%. El punto de equilibrio se encuentra cuando la planta opera a un 22% de su capacidad total. El tiempo de retorno de la inversión es de 21 meses.

X. RECOMENDACIONES

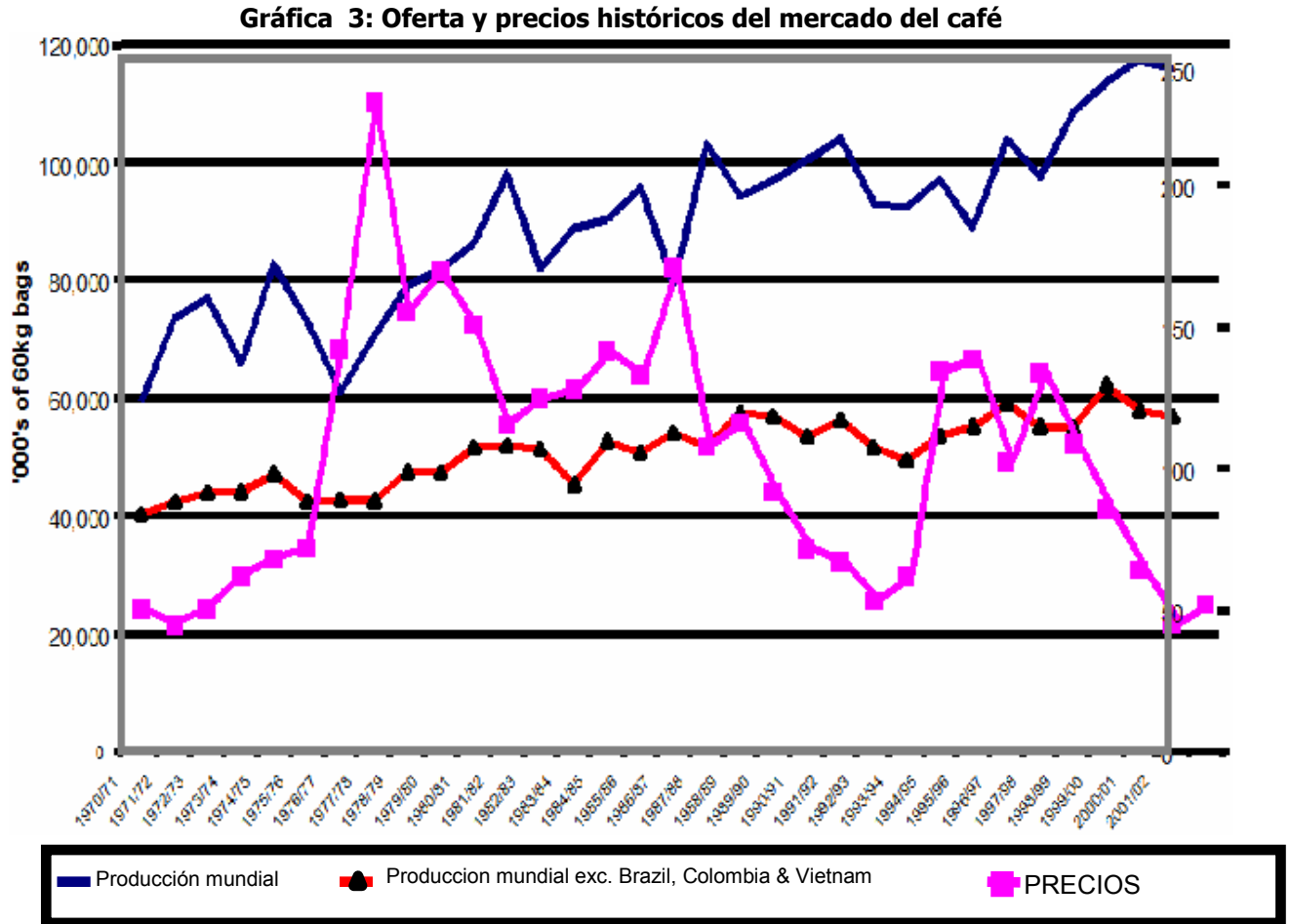
1. Hacer un análisis de los rendimientos de producción, tanto de café pergamino a café oro, así como de café oro a café tostado, con diferentes tipos de café, de diferentes alturas y con diferentes grados de humedad para poder determinar cuáles son las variables que más afectan a este rendimiento.
2. Operar cada uno de los equipos durante los tiempos de trabajo especificados para determinar la durabilidad de cada uno de los equipos en trabajo pesado y continuo.
3. Determinar los costos energéticos de acuerdo al consumo real de la planta y su ubicación, así como los costos que se pueden generar por los picos energéticos que se pueden dar durante el arranque de la operación.
4. Determinar el precio y producción mínima para la operación rentable de la planta de acuerdo a las ventas y crecimientos de ventas reales.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Avilés, Mario. *Industrialización del café. Exporpyme-café*. 27 de julio de 2004: Agexpront. Guatemala.
2. *El Café – Torrefacción*. 2004. Cámara Peruana del Café. Lima, Perú http://www.camcafeperu.com.pe/elcafe_torrefaccion.htm.
3. *El arte del torrefactor*. 2003. Café Malnogo. París, Francia http://www.malongo.com/es/pge/torrefacteur_2.html.
4. *Proceso de producción*. 2004. Cafés Oquendo. Llaneda, España <http://www.cafesoquendo.com/enciclopedia/proceso6.htm>.
5. *La torrefacción o tueste de café*. 2003. Cafés Bahía. Valencia, España <http://www.cafesbahia.es/conoce.asp#Section10>.
6. *La elaboración del café*. 2003. Cafés Salzillo. Murcia, España <http://www.cafes-salzillo.es/tueste.htm>.
7. *Q-Coffee – Torrefacción*. 2004. Q-Coffee. Guatemala, C.A. <http://www.qcoffee.com/esp/torre/torre.html>.
8. *La Industrialización*. 2001. El Portal del Café. México D.F., México. <http://www.portaldelcafe.com/portaldelcafe/modulos/articulos/subcategoria.asp?subcatnum=35>.
9. *Roasting 101*. 2003. The Bean Stock. Ohio, EE.UU. <http://www.thebeanstock.com/roasting101.html>.
10. Stixrud, W. et al. 1998. *Manual de Caficultura*. Tercera Edición. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 318 pp.
11. *El proceso de industrialización*. 2003. Red de Consumidores de Café. México, D.F., México <http://www.redcafe.org/industrializacion.htm>.

XII. APÉNDICE

A. Mercado de café



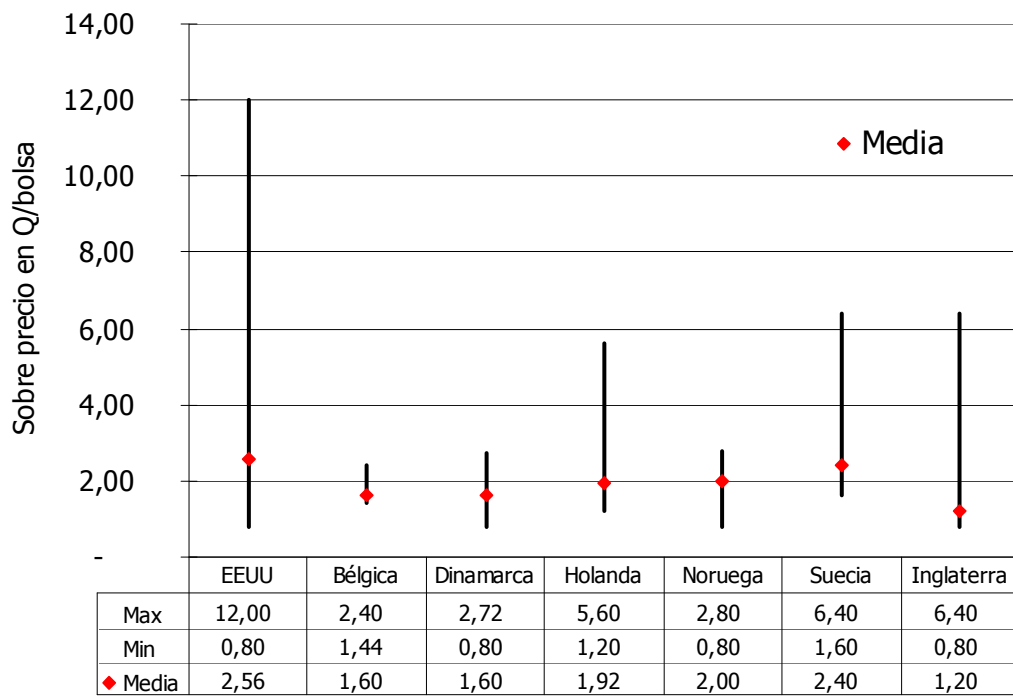
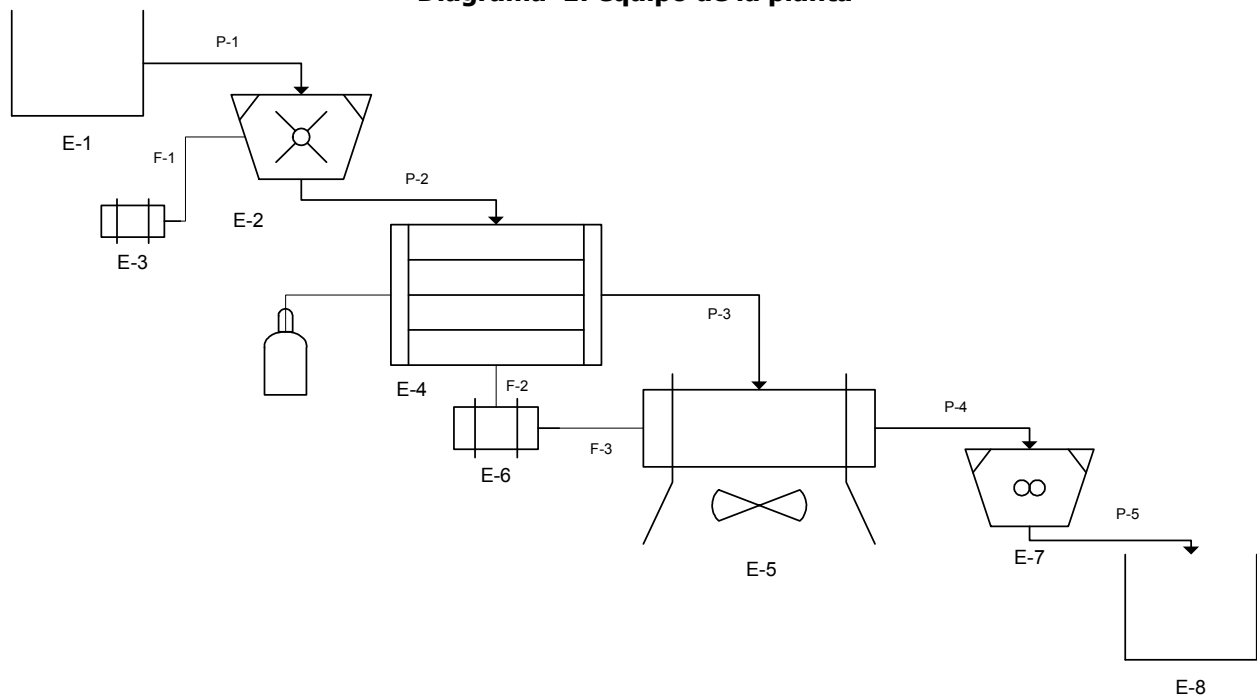
Gráfica 4: Sobrepuestos obtenidos por diferenciación en distintos países**B. Diagrama del equipo****Diagrama 1: equipo de la planta**

Tabla 17: Equipo de la planta

Código	Equipo
E-1	Recipiente para la recepción del producto
E-2	Trilladora de tornillo
E-3	Motor de trilladora 1.12 kW
E-4	Tostador cilíndrico rotatorio
E-5	Enfriador de succión de aire
E-6	Motor de tostador y enfriador 2.24 kW
E-7	Molino de discos 0.56 kW
E-8	Recipiente de almacenamiento

C. Datos originales

Tabla 18: Masas y tiempos en el proceso de trilla

Corrida	Masa (± 0.25 kg)		Tiempo (± 0.1 min)	
	Inicial	Final	Trilla	Retrilla
1	74.41	62.19	56.00	17.50
2	70.55	58.38	57.75	19.75
3	76.08	63.15	55.30	16.75

Tabla 19: Masas y tiempos en el proceso de tostado (tostador de 11.35 kg)

Corrida	Masa (± 0.25 kg)		Tiempo (± 0.1 min)	
	Inicial	Final	Tostado	Enfriado
1	11.12	8.94	24.60	14.30
2	10.90	8.40	22.50	19.00
3	11.35	8.99	20.75	25.45

Tabla 20: Pesos y tiempo en el proceso de tostado (tostador de 1.36 kg)

Corrida	Masa (± 0.5 g)		Tiempo (± 0.1 min)	
	Inicial	Final	Tostado	Enfriado
1	1,361.5	1,066.0	19.30	11.40
2	1,376.5	1,099.5	23.25	9.75
3	1,363.5	1,097.5	20.50	12.50

Tabla 21: Tiempo en los procesos de granulación y empaque

Corrida	Tiempo (± 0.1 min)	
	Granulación	Empaque
1	0.52	0.45
2	0.53	0.52
3	0.51	0.49

D. Análisis de error

Se realizó análisis estadístico para tener certeza de las incertidumbres manejadas. Estas incertidumbres fueron necesarias para poder determinar la exactitud de los valores determinados respecto de los usualmente utilizados en la industria del café. Las ecuaciones utilizadas fueron las siguientes:

$$\text{Promedio: } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{Desviación Estándar: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

$$\text{Límite de confianza al 95\%: } LC_{95\%} = \bar{x} \pm \frac{st}{\sqrt{n}}$$

En estas ecuaciones, x representa un dato obtenido, n es el número total de datos y t es el valor de la t de student para el número de datos correspondiente con el nivel de confianza del 95 %.

Tabla 22: Análisis estadístico del rendimiento y velocidad de trilla

	Rendimiento (%)	Velocidad (kg/min)		
		Trilla	Retrilla	Total
promedio	83.12%	1.31	4.12	0.99
desv std	0.43%	0.08	0.50	0.07
LC 95%	0.49%	0.09	0.56	0.08

Tabla 23: Análisis estadístico del rendimiento y velocidad de tostado - tostador de 11.35 kg

	Rendimiento (%)	Velocidad (kg/min)		
		Tueste	Enfriado	Total
promedio	78.90%	0.49	0.60	0.26
desv std	1.68%	0.05	0.17	0.02
LC 95%	1.90%	0.05	0.19	0.02

Tabla 24: Análisis estadístico del rendimiento y velocidad de tostado - tostador de 1.36 kg

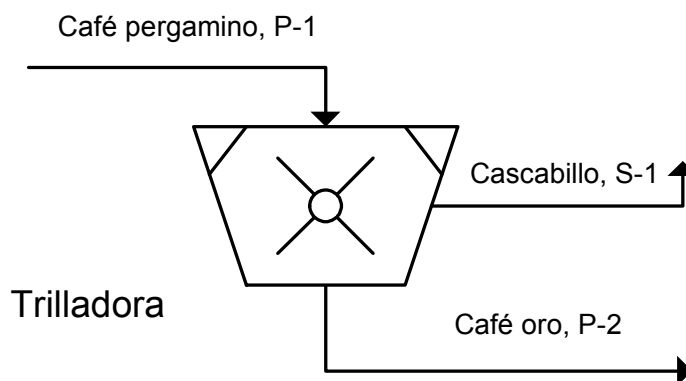
	Rendimiento (%)	Velocidad (kg/min)		
		Tueste	Enfriado	Total
promedio	79.55%	0.065	0.123	0.042
desv std	1.13%	0.006	0.016	0.002
LC 95%	1.28%	0.007	0.019	0.002

Tabla 25: Análisis estadístico de la velocidad de granulizado y empaque

	Velocidad (kg/min)	
	Granulizado	Empaque
promedio	0.52	0.94
desv std	0.01	0.07
LC 95%	0.01	0.08

E. Balance de materia y cálculo de rendimientos

1. Trilla

Diagrama 2: Equipo de trilla

En el proceso de trilla se separa el grano de café de la película amarilliza que lo recubre (cascabillo). El equipo tiene una capacidad nominal de 45 kg por hora y su eje es de 6.6 cm de diámetro. Su fabricación es de acero comercial e incluye su motor eléctrico con poleas y bandas acopladas. Al sistema entra café pergamino y se obtiene el café oro. El subproducto es el cascabillo que no se puede recuperar

todo debido al tamaño de cierta cantidad de este subproducto. En el caso de la primera corrida realizada se realizó lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 P-1 &= P-2 + S-1_{\text{recuperado}} + S-2_{\text{al ambiente}} \\
 74.41 \pm 0.23 \text{ kg} &= 62.19 \pm 0.23 \text{ kg} + 11.67 \pm 0.23 \text{ kg} + S-2_{\text{al ambiente}} \\
 S-2_{\text{al ambiente}} &= 0.54 \pm 0.39 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Para calcular el rendimiento, los datos utilizados son los obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos originales. En este caso, lo que interesa es la conversión de café pergamino en café oro. Este rendimiento se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

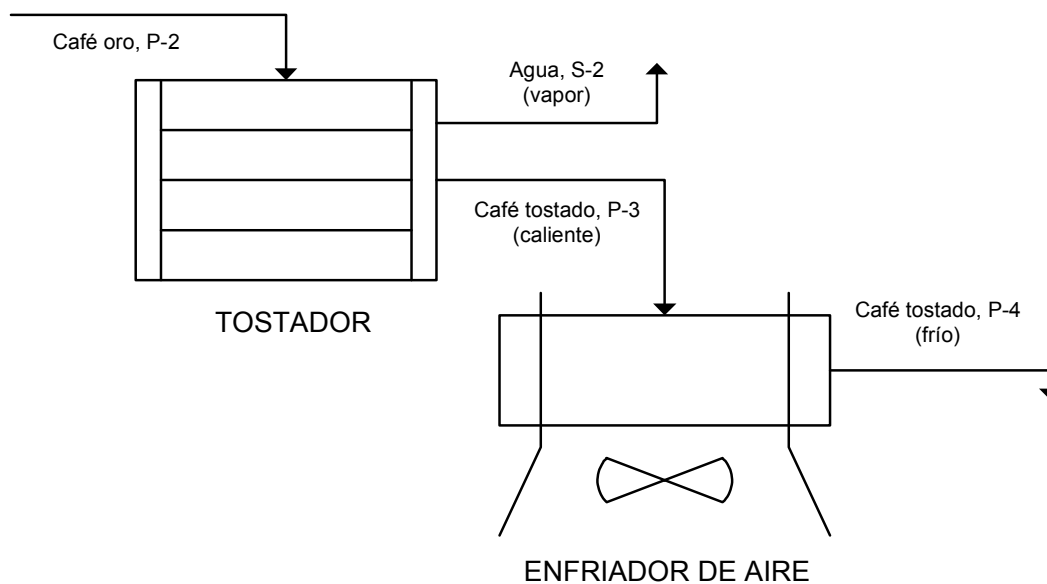
$$R_{P \rightarrow O} = \frac{P-2}{P-1} = 83.11 \pm 0.49 \%$$

La proporción de cada uno de los productos obtenidos es la siguiente:

Tabla 26: Proporción en masa de los productos de la trilla

Producto	Proporción en masa (%)
P-1	83.12 ± 0.49
S-1	16.31 ± 0.62
S-2	0.58 ± 0.79

2. Tostado – enfriado

Diagrama 3: Equipo de tostado – enfriado

A esta operación de dos etapas entra café oro y se obtiene café tostado. Se clasifica como la misma operación porque el enfriamiento se debe hacer inmediatamente después del tostado. El equipo consta de una cámara de tostado que va montada en baleros sellados auto-alineables. La placa frontal es cromada, termómetro de 400 °C, mirilla de supervisión y muestreador; el tostador está fabricado con acero inoxidable al igual que la lámina perforada del enfriador, la base es de hierro fundido y la tolva de alimentación es cromada. El quemador tiene espreas en doble línea con sistema de ignición automática. El espacio requerido para su instalación es de 2 x 3 m².

En esta operación el grano aumenta de tamaño (volumen) y ocurre una reducción de peso (conocida como merma) debida a la reducción de humedad; ambos procesos ocurren por los efectos del calor sobre el grano. No hay cambio másico en el proceso de enfriado por lo que P-3 = P-4. En el caso del tostador de 11.35 kg (25 lb) se obtuvo el siguiente resultado en la primera corrida.

$$P-2 = P-4 + S-2$$

$$11.12 \pm 0.23 \text{ kg} = 8.94 \pm 0.23 \text{ kg} + S-2 \rightarrow S-2 = 2.18 \pm 0.32 \text{ kg}$$

En este caso, al igual que en el proceso de trilla, el rendimiento es importante. Este valor se calculó a partir de los datos obtenidos del análisis estadístico.

$$R_{O \rightarrow T} = \frac{P - 4}{P - 2} = 78.90 \pm 1.90 \%$$

La proporción de cada uno de los productos obtenidos es la siguiente:

Tabla 27: Proporción en masa de productos de tostado – enfriado (tostador de 11.35 kg)

Producto	Proporción en masa (%)
P-4	78.90 ± 1.90
S-2	21.10 ± 1.90

Con el tostador de 1.36 kg (3 lb) el resultado de la primera corrida fue el siguiente:

$$P-2 = P-4 + S-2$$

$$1361.5 \pm 0.5 \text{ g} = 1066.0 \pm 0.5 \text{ g} + S-2 \rightarrow S-2 = 295.5 \pm 0.5 \text{ g}$$

A partir de los resultados del análisis estadístico se determinó el rendimiento de esta operación en este tostador.

$$R_{O \rightarrow T} = \frac{P - 4}{P - 2} = 79.55 \pm 1.28 \%$$

La proporción de cada uno de los productos obtenidos es la siguiente:

Tabla 28: Proporción en masa de productos de tostado – enfriado (tostador de 1.36 kg)

Producto	Proporción en masa (%)
P-4	79.55 ± 1.28
S-2	20.45 ± 1.28

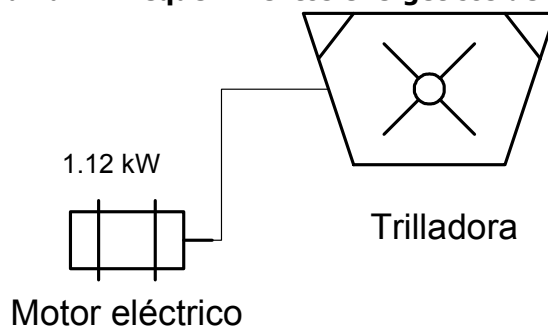
En las operación de granulización no se realizó un balance de masa porque las pérdidas en esta operación son insignificantes y no ocurre un cambio en la composición de la materia.

3. Rendimiento total. Para la producción de café tostado y molido se llevan a cabo dos procesos donde existe una reducción de masa de la materia prima, estos son la trilla y el tostado. El rendimiento total de la operación se obtiene de la siguiente forma:

$$R_T = R_{P \rightarrow O} * R_{O \rightarrow T} = 0.8312 \times 0.7955 = 0.6612 = 66.12\%$$

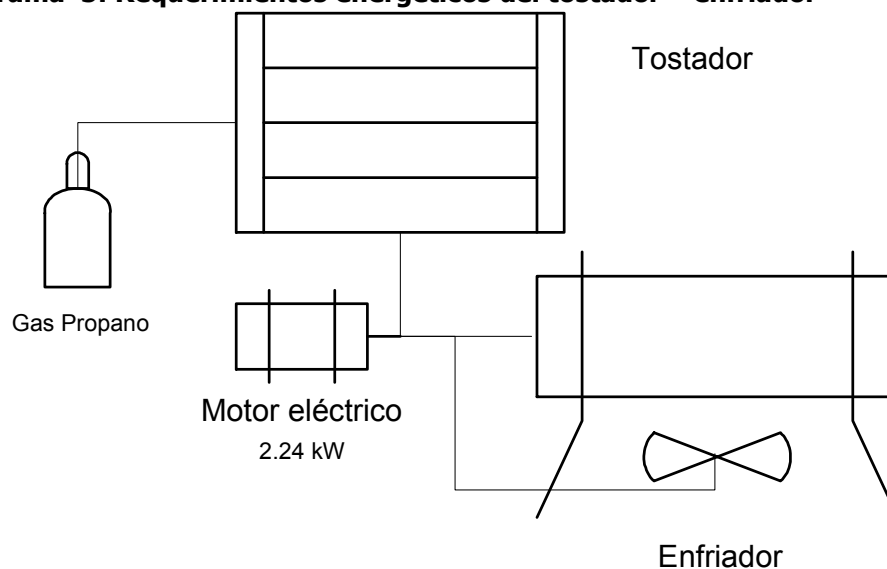
F. Requerimientos Energéticos

1. Trilla

Diagrama 4: Requerimientos energéticos de trilla

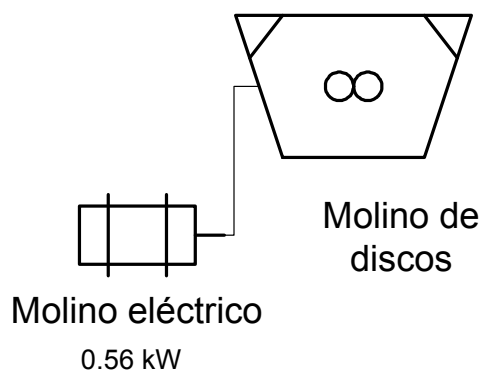
Para el funcionamiento de la trilladora se utiliza un motor eléctrico de 1.12 kW con corriente de 110 V.

2. Tostador – enfriador

Diagrama 5: Requerimientos energéticos del tostador – enfriador

Tanto el movimiento del tambor rotatorio como del ventilador y agitador del enfriador está proporcionado por un motor eléctrico de 2.24 kW. El consumo de gas es de 0.5 lb de gas propano por batch. En el proceso de calentamiento del tostador se utilizan 0.4 lb de gas propano por calentamiento.

3. Granulización

Diagrama 6: Requerimientos energéticos del granulizador

Para el funcionamiento del equipo de granulización se utiliza un motor eléctrico de 0.56 kW con una corriente de 110 V.

G. Tiempo de operación

1. **Trilla.** La trilla se realiza en dos etapas, la primera es considerablemente más lenta y es dónde se elimina la mayor cantidad de cascabillo. La segunda etapa o retrilla se realiza sólo para obtener un café oro más limpio.

Los tiempos de trilla y retrilla para cada una de las corridas realizadas se dividen entre la cantidad de café trillada para obtener la cantidad de café trillada por unidad de tiempo. En el caso de la primera trilla se obtuvieron los siguientes tiempos:

$$\begin{aligned}t_{\text{Trilla}} &= 56 \text{ min} \\t_{\text{Retrilla}} &= 17.5 \text{ min} \\t_{\text{TOTAL}} &= 73.5 \text{ min}\end{aligned}$$

La velocidad de trilla se calculó respecto a la cantidad de café pergamino ingresado al proceso.

$$v_{\text{Trilla}} = \frac{74.4 \text{ kg}}{56 \text{ min}} = 1.33 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

A partir de los valores encontrados se realizó un análisis estadístico de las velocidades de trilla, retrilla y totales del proceso. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29: Velocidad de trilla

Proceso	Velocidad de trilla (kg/min)
Trilla	1.31 ± 0.09
Retrilla	4.12 ± 0.56
Total	0.99 ± 0.08

2. **Tostado – enfriado.** Durante el tostado de café se elimina la mayor cantidad de la humedad presente, así como una delgada película que está adherida a la superficie del grano. Con el enfriado se detiene abruptamente el proceso de tostado para fijar las cualidades obtenidas con el tueste.

La velocidad de tostado – enfriado se calculó de la misma forma que la trilla. En la primera operación se obtuvieron los siguientes tiempos:

$$\begin{aligned}t_{\text{Tostado}} &= 24.6 \text{ min} \\t_{\text{Retrilla}} &= 14.3 \text{ min} \\t_{\text{TOTAL}} &= 38.9 \text{ min}\end{aligned}$$

La velocidad de tostado se calculó respecto a la cantidad de café oro ingresado al proceso.

$$v_{\text{Tostado}} = \frac{11.12 \text{ kg}}{24.6 \text{ min}} = 0.45 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

A partir de los valores encontrados se realizó un análisis estadístico de las velocidades de tostado, enfriado y totales del proceso. Se obtuvieron los siguientes resultados para el tostador de 11.35 kg:

Tabla 30: Velocidad de tostado – enfriado (tostador de 11.35 kg)

Proceso	Velocidad de tostado (kg/min)
Tostado	0.49 ± 0.05
Enfriado	0.60 ± 0.19
Total	0.26 ± 0.02

De esta misma forma, en el tostador de 1.36 kg (3 lb) se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 31: Velocidad de tostado – enfriado (tostador de 1.36 kg)

Proceso	Velocidad de tostado (kg/min)
Tostado	0.065 ± 0.007
Enfriado	0.123 ± 0.019
Total	0.042 ± 0.002

3. Granulización y empaque. El equipo de granulización es de discos de hierro gris, su capacidad nominal es de 750 g en grano medio. Los discos molidores son también de hierro gris. El eje de molienda está montado sobre baleros sellados y la perilla de regulación está sincronizada con 8 niveles de molienda. La tolva es metálica con imán para protección y el acabado es en esmalte alquídico y cromo. Las velocidades de granulización y empaque se midieron directamente determinando la cantidad de café que podía molerse y empacarse en un minuto. A pesar que el empaque se realiza en bolsas de una libra, se hace la conversión respectiva y los resultados se presentan en kg/min. Los resultados del análisis estadístico son los siguientes:

Tabla 32: Velocidad de granulización y empaque

Proceso	Velocidad (kg/min)
Granulización	0.52 ± 0.01
Empaque	0.94 ± 0.08

H. Capacidad de la planta

De todas las operaciones, la más lenta es la de tostado, por lo que la máxima capacidad de la planta va a estar dada por la velocidad de tueste. Según los datos obtenidos, la velocidad de tostado es de 0.49 ± 0.05 kg/min. Se debe que tomar en cuenta que se deben dejar diez minutos antes del primer tostado para que el equipo se caliente y unos veinte minutos al final para dar lugar al último enfriado. La operación de enfriado se debe hacer inmediatamente después del tostado pero dado que la velocidad de enfriado es mayor que la velocidad de tostado, esta operación se puede hacer mientras se hace el siguiente tostado.

De acuerdo a eso y si se toma en consideración algún tiempo para carga, descarga y limpieza del equipo, en un día laboral de ocho horas, se trabajan aproximadamente siete horas. La capacidad en estas siete horas, de acuerdo a las velocidades de trabajo obtenidas para el tostador de 25 lb, es la siguiente:

$$1 \text{ día laboral} \times \frac{7 \text{ horas}}{1 \text{ día laboral}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} \times \frac{0.49 \text{ kg}}{1 \text{ min}} = 205.8 \frac{\text{kg café oro}}{\text{día laboral}}$$

De acuerdo a los rendimientos obtenidos, estos 205.8 kg de café oro que se pueden trabajar en un día equivalen a la siguiente cantidad de café tostado:

$$205.8 \frac{\text{kg café oro}}{\text{día laboral}} \times \frac{0.7955 \text{ kg café tostado}}{1 \text{ kg café oro}} = 163.7 \frac{\text{kg café tostado}}{\text{día laboral}}$$

A partir de este valor se calcula la cantidad de bolsas de café tostado y molido que se pueden llegar a producir de la siguiente forma:

$$163.7 \frac{\text{kg café tostado}}{\text{día laboral}} \times \frac{2.2028 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ bolsa}}{1 \text{ lb}} = 360.6 \text{ bolsas} \approx 360 \frac{\text{bolsas}}{\text{día laboral}}$$

$$360 \frac{\text{bolsas}}{\text{día laboral}} \times \frac{25 \text{ días laborales}}{1 \text{ mes}} = 9000 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}}$$

La planta puede llegar a producir $9000 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}}$.

I. Requerimientos laborales

Para el funcionamiento de esta planta se necesitan dos operarios y un auxiliar, además de una persona que se encargue de la administración y coordinación de la operación de la planta.

Las asignaciones que cada uno de estas personas son las siguientes:

Tabla 33: Requerimientos laborales

Puesto	Asignaciones
Administrador	Dirigir la operación de la planta. Controlar las entradas y salidas de café. Dirigir la logística de entregas y ventas.
Operario 1	Encargado de trilla, tostado y enfriado.
Operario 2	Encargado de molienda y empaque.
Auxiliar	Carga/descarga y operaciones auxiliares.

J. Costos de materia prima

$$1 \text{ bolsa TyM} \times \frac{1 \text{ lb TyM}}{1 \text{ bolsa TyM}} \times \frac{1 \text{ lb oro}}{0.6612 \text{ lb TyM}} \times \frac{1 \text{ qq}}{100 \text{ lb}} \times \frac{Q 650.00}{1 \text{ qq oro}} = Q 9.83$$

K. Costos energéticos

El cálculo de los costos energéticos se realizó según los requerimientos de energía eléctrica como de gas para cada una de las operaciones que requieren de estos servicios para la producción de las 9000 bolsas para las cuales tiene capacidad la planta.

1. Trilla

$$9000 \text{ bolsas} \times \frac{1 \text{ lb}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.2028 \text{ lb}} \times \frac{1 \text{ kg pergamino}}{0.6612 \text{ kg TyM}} \times \frac{1 \text{ min}}{0.99 \text{ kg perg}} \times \frac{1}{60 \text{ min}} = 104 \text{ hr}$$

$$104 \text{ hr} \times \frac{Q.1.3943}{1 \text{ kW h}} \times \frac{0.7457 \text{ kW}}{1 \text{ HP}} \times 1.5 \text{ HP} = Q 162.23$$

2. Tostado – enfriado (tostador de 11.35 kg)

- Energía eléctrica

$$9000 \text{ bolsas} \times \frac{1 \text{ lb}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.2028 \text{ lb}} \times \frac{1 \text{ kg oro}}{0.7955 \text{ kg TyM}} \times \frac{1 \text{ min}}{0.49 \text{ kg oro}} \times \frac{1}{60 \text{ min}} = 174.7 \text{ hr}$$

$$174.7 \text{ hr} \times \frac{Q. 1.3943}{1 \text{ kW h}} \times \frac{0.7457 \text{ kW}}{1 \text{ HP}} \times 3 \text{ HP} = Q 544.90$$

- Gas

$$9000 \text{ bolsas} \times \frac{1 \text{ lb}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.2028 \text{ lb}} \times \frac{1 \text{ kg oro}}{0.7955 \text{ kg TyM}} \times \frac{1 \text{ batch}}{11.35 \text{ kg oro}} \times \frac{0.5 \text{ lb gas}}{1 \text{ batch}} \times \frac{Q 190}{100 \text{ lb gas}} = Q 429.89$$

3. Granulización

$$9000 \text{ bolsas} \times \frac{1 \text{ lb}}{1 \text{ bolsa}} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.2028 \text{ lb}} \times \frac{1 \text{ min}}{0.52 \text{ kg TyM}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \times \frac{Q. 1.3943}{1 \text{ kW h}} \times \frac{0.7457 \text{ kW}}{1 \text{ HP}} \times \frac{3}{4} \text{ HP} = Q 102.12$$

4. Costos totales

Tabla 34: Costos energéticos totales

Concepto	Costo energético (Q)
Trilla	Q 162.23
Tostado-enfriado	
Energía eléctrica	Q 544.90
Gas	Q 429.89
Granulización	Q 102.12
Total equipos	Q 1,239.14
Iluminación y otros (20%)	Q 247.83
TOTAL	Q 1,486.97
TOTAL UNITARIO	Q 0.17

L. Obra civil – infraestructura

Para albergar la planta se necesitan de dos edificaciones, la primera para almacenar el equipo y con dos bodegas pequeñas, una para almacenar el producto terminado y la otra para el almacenaje del material auxiliar. Las dimensiones de esta edificación deben ser de 30 m², con las bodega de material auxiliar de 2 m² y la de producto terminado de 4 m², el alto del edificio debe ser de por lo menos 2.5 m.

La segunda edificación debe ser una bodega para el almacenaje de la materia prima. Esta edificación debe ser de 20 m², con un alto de por lo menos 3 m.

M. Cálculo de Costos

Tabla 35: Costos Iniciales

	VALOR
EQUIPO	
Balanza para recepción	Q 2,975.00
Trilladora	Q 21,431.68
Tostador-enfriador	Q 78,574.72
Granulizador	Q 12,143.36
Balanza para empaque	Q 1,440.00
Sellador de bolsas	Q 450.00
Recipientes plásticos de almacenamiento	Q 300.00
Otros equipos	Q 1,000.00
Costos de instalación (10%)	Q 11,831.48
TOTAL	Q 130,146.24
TERRENOS (2500 m2 a Q40.00/m2)	Q 100,000.00
OBRA CIVIL	
Edificación de 30 m ² (Q 1200/m ²)	Q 36,000.00
Bodega 20 m ² (Q 1000/m ²)	Q 20,000.00
TOTAL	Q 156,000.00

Tabla 36: Costos de depreciación

DEPRECIACIONES

Concepto	Valor inicial	Valor de rescate	Período de depreciación	Depreciación mensual
Equipo	130,146.24	13,014.62	10 años	976.10
Obra Civil	56,000.00	5,600.00	20 años	210.00
TOTAL	186,146.24			1,186.10

Tabla 37: Costos de operación

	VALOR/mes	
COSTOS LABORALES		
Administrador/coordinador	Q	3,000.00
2 operarios	Q	3,200.00
Auxiliar	Q	1,400.00
TOTAL	Q	7,600.00
COSTOS DE OPERACIÓN MENSUALES		
Luz eléctrica (oficinas)	Q	250.00
Comunicaciones (teléfono, fax, internet)	Q	1,450.00
Transportes	Q	400.00
Papelería	Q	200.00
Otros (10%)	Q	230.00
TOTAL	Q	2,530.00
TOTAL COSTOS MENSUALES	Q	10,130.00
COSTOS UNITARIOS		
	VALOR/bolsa café TyM	
Café	Q	9.83
Bolsa	Q	0.90
Etiqueta	Q	0.35
Caja	Q	0.75
Electricidad y gas propano	Q	0.20
TOTAL DE COSTOS UNITARIOS	Q	12.03

N. Proyecciones de ventas – Primeros tres años de operación

Tabla 38: Proyecciones de venta para los primeros tres años de operación

AÑO 1 (crecimiento mensual 4%)

Mes	Ventas	Ingresos
1	1,500	30,000.00
2	1,560	31,200.00
3	1,622	32,448.00
4	1,687	33,745.92
5	1,755	35,095.76
6	1,825	36,499.59
7	1,898	37,959.57
8	1,974	39,477.95
9	2,053	41,057.07
10	2,135	42,699.35
11	2,220	44,407.33
12	2,309	46,183.62

AÑO 2 (crecimiento mensual 3%)

Mes	Ventas	Ingresos
13	2,378	47,569.13
14	2,450	48,996.20
15	2,523	50,466.09
16	2,599	51,980.07
17	2,677	53,539.48
18	2,757	55,145.66
19	2,840	56,800.03
20	2,925	58,504.03
21	3,013	60,259.15
22	3,103	62,066.93
23	3,196	63,928.93
24	3,292	65,846.80

AÑO 3 (crecimiento mensual 2%)

Mes	Ventas	Ingresos
25	3,358	67,163.74
26	3,425	68,507.01
27	3,494	69,877.15
28	3,564	71,274.70
29	3,635	72,700.19
30	3,708	74,154.19
31	3,782	75,637.28
32	3,858	77,150.02
33	3,935	78,693.02
34	4,013	80,266.88
35	4,094	81,872.22
36	4,175	83,509.67

O. Proyecciones de flujo de caja y balance general – Primeros tres años de operación

Tabla 39: Flujo de caja proyectado para los primeros tres años de operación

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SALDO INICIAL	50,000.00	48,181.24	47,176.31	46,927.55	47,194.53	47,997.88	49,359.04	51,300.34	53,844.98	57,017.09	60,841.78	65,345.14
INGRESOS												
Ventas	30,000.00	31,200.00	32,448.00	33,745.92	35,095.76	36,499.59	37,959.57	39,477.95	41,057.07	42,699.35	44,407.33	46,183.62
TOTAL INGRESOS	30,000.00	31,200.00	32,448.00	33,745.92	35,095.76	36,499.59	37,959.57	39,477.95	41,057.07	42,699.35	44,407.33	46,183.62
EGRESOS												
Cuentas por pagar	3,012.19	5,087.36	4,899.69	4,975.19	5,053.71	5,135.38	5,220.30	5,308.63	5,400.49	5,496.02	5,595.37	5,698.70
Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos administrativos	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00
Costos de operación	18,676.58	16,987.56	17,667.07	18,373.75	19,108.70	19,873.05	20,667.97	21,494.69	22,354.47	23,248.65	24,178.60	25,145.74
TOTAL EGRESOS	31,818.76	32,204.92	32,696.76	33,478.94	34,292.41	35,138.42	36,018.27	36,933.31	37,884.96	38,874.67	39,903.97	40,974.44
SALDO FINAL	48,181.24	47,176.31	46,927.55	47,194.53	47,997.88	49,359.04	51,300.34	53,844.98	57,017.09	60,841.78	65,345.14	70,554.32

Mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SALDO INICIAL	70,554.32	43,273.49	52,625.93	62,562.85	73,101.77	84,260.76	96,058.43	108,513.92	121,646.97	135,477.92	150,027.70	165,317.87
INGRESOS												
Ventas	47,569.13	48,996.20	50,466.09	51,980.07	53,539.48	55,145.66	56,800.03	58,504.03	60,259.15	62,066.93	63,928.93	65,846.80
TOTAL INGRESOS	47,569.13	48,996.20	50,466.09	51,980.07	53,539.48	55,145.66	56,800.03	58,504.03	60,259.15	62,066.93	63,928.93	65,846.80
EGRESOS												
Cuentas por pagar	2,793.97	2,873.78	2,960.00	3,048.80	3,140.26	3,234.47	3,331.50	3,431.45	3,534.39	3,640.42	3,749.64	3,862.13
impuestos	36,061.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos administrativos	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00
Costos de operación	25,864.06	26,639.98	27,439.18	28,262.35	29,110.22	29,983.53	30,883.03	31,809.53	32,763.81	33,746.73	34,759.13	35,801.90
TOTAL EGRESOS	74,849.96	39,643.76	40,529.17	41,441.15	42,380.48	43,348.00	44,344.54	45,370.97	46,428.20	47,517.15	48,638.76	49,794.03
SALDO FINAL	43,273.49	52,625.93	62,562.85	73,101.77	84,260.76	96,058.43	108,513.92	121,646.97	135,477.92	150,027.70	165,317.87	181,370.64

Mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
SALDO INICIAL	181,370.64	143,952.16	161,082.04	178,757.12	196,988.31	215,786.71	235,163.69	255,130.80	275,699.86	296,882.89	318,692.19	341,140.27
INGRESOS												
Ventas	67,163.74	68,507.01	69,877.15	71,274.70	72,700.19	74,154.19	75,637.28	77,150.02	78,693.02	80,266.88	81,872.22	83,509.67
TOTAL INGRESOS	67,163.74	68,507.01	69,877.15	71,274.70	72,700.19	74,154.19	75,637.28	77,150.02	78,693.02	80,266.88	81,872.22	83,509.67
EGRESOS												
Cuentas por pagar	3,977.99	4,051.78	4,132.82	4,215.47	4,299.78	4,385.78	4,473.49	4,562.96	4,654.22	4,747.31	4,842.25	4,939.10
Impuestos	54,008.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos administrativos	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00	10,130.00
Costos de operación	36,466.03	37,195.35	37,939.26	38,698.04	39,472.00	40,261.44	41,066.67	41,888.00	42,725.76	43,580.28	44,451.88	45,340.92
TOTAL EGRESOS	104,582.22	51,377.13	52,202.07	53,043.51	53,901.78	54,777.22	55,670.16	56,580.97	57,509.99	58,457.59	59,424.14	60,410.02
SALDO FINAL	143,952.16	161,082.04	178,757.12	196,988.31	215,786.71	235,163.69	255,130.80	275,699.86	296,882.89	318,692.19	341,140.27	364,239.92

Tabla 40: Balance General proyectado para los primeros tres años de operación

Mes	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACTIVO	336,146.24	335,848.13	333,765.37	332,443.12	331,641.10	331,380.13	331,681.86	332,568.78	334,064.32	336,192.81	338,979.57	342,450.93	346,634.28
ACTIVO CIRCULANTE	50,000.00	50,887.99	49,991.33	49,855.18	50,239.26	51,164.39	52,652.22	54,725.24	57,406.88	60,721.47	64,694.33	69,351.79	74,721.24
Caja y bancos	50,000.00	48,181.24	47,176.31	46,927.55	47,194.53	47,997.88	49,359.04	51,300.34	53,844.98	57,017.09	60,841.78	65,345.14	70,554.32
Inventarios		2,706.75	2,815.02	2,927.62	3,044.73	3,166.51	3,293.18	3,424.90	3,561.90	3,704.37	3,852.55	4,006.65	4,166.92
ACTIVO FIJO	286,146.24	284,960.14	283,774.04	282,587.94	281,401.84	280,215.74	279,029.64	277,843.54	276,657.44	275,471.34	274,285.24	273,099.14	271,913.04
Terrenos	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
Edificaciones	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00
Planta y equipo	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24
(-) Depreciaciones acum.		(1,186.10)	(2,372.20)	(3,558.30)	(4,744.40)	(5,930.50)	(7,116.60)	(8,302.70)	(9,488.80)	(10,674.90)	(11,861.00)	(13,047.10)	(14,233.20)
PASIVO	36,146.24	35,209.23	34,409.37	33,968.69	33,630.86	33,400.01	33,280.41	33,276.52	33,392.95	33,634.53	34,006.27	34,513.35	35,161.21
PASIVO CIRCULANTE	36,146.24	35,209.23	34,409.37	33,968.69	33,630.86	33,400.01	33,280.41	33,276.52	33,392.95	33,634.53	34,006.27	34,513.35	35,161.21
Impuestos			2,400.00	4,896.00	7,491.84	10,191.51	12,999.17	15,919.14	18,955.91	22,114.14	25,398.71	28,814.66	32,367.24
Cuentas por pagar	36,146.24	35,209.23	32,009.37	29,072.69	26,139.02	23,208.50	20,281.24	17,357.37	14,437.05	11,520.39	8,607.56	5,698.70	2,793.97
CAPITAL	300,000.00	300,638.90	299,356.00	298,474.43	298,010.24	297,980.12	298,401.45	299,292.27	300,671.37	302,558.27	304,973.30	307,937.57	311,473.06
Capital pagado	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00
Resultado del ejercicio		638.90	(644.00)	(1,525.57)	(1,989.76)	(2,019.88)	(1,598.55)	(707.73)	671.37	2,558.27	4,973.30	7,937.57	11,473.06
PASIVO + CAPITAL	336,146.24	335,848.13	333,765.37	332,443.12	331,641.10	331,380.13	331,681.86	332,568.78	334,064.32	336,192.81	338,979.57	342,450.93	346,634.28

Mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ACTIVO	318,292.35	326,587.45	335,470.89	344,960.31	355,073.90	365,830.38	377,249.04	389,349.74	402,152.94	415,679.72	429,951.79	444,991.51
ACTIVO CIRCULANTE	47,565.41	57,046.61	67,116.15	77,791.67	89,091.36	101,033.94	113,638.70	126,925.50	140,914.80	155,627.68	171,085.85	187,311.67
Caja y bancos	43,273.49	52,625.93	62,562.85	73,101.77	84,260.76	96,058.43	108,513.92	121,646.97	135,477.92	150,027.70	165,317.87	181,370.64
Inventarios	4,291.92	4,420.68	4,553.30	4,689.90	4,830.60	4,975.52	5,124.78	5,278.53	5,436.88	5,599.99	5,767.99	5,941.03
ACTIVO FIJO	270,726.94	269,540.84	268,354.74	267,168.64	265,982.54	264,796.44	263,610.34	262,424.24	261,238.14	260,052.04	258,865.94	257,679.84
Terrenos	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
Edificaciones	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00
Planta y equipo	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24
(-) Depreciaciones acum.	(15,419.30)	(16,605.40)	(17,791.50)	(18,977.60)	(20,163.70)	(21,349.80)	(22,535.90)	(23,722.00)	(24,908.10)	(26,094.20)	(27,280.30)	(28,466.40)
PASIVO	2,873.78	6,765.53	10,774.02	14,902.78	19,155.39	23,535.58	28,047.18	32,694.12	37,480.48	42,410.42	47,488.27	52,718.45
PASIVO CIRCULANTE	2,873.78	6,765.53	10,774.02	14,902.78	19,155.39	23,535.58	28,047.18	32,694.12	37,480.48	42,410.42	47,488.27	52,718.45
Impuestos	-	3,805.53	7,725.23	11,762.51	15,920.92	20,204.08	24,615.73	29,159.73	33,840.06	38,660.79	43,626.14	48,740.46
Cuentas por pagar	2,873.78	2,960.00	3,048.80	3,140.26	3,234.47	3,331.50	3,431.45	3,534.39	3,640.42	3,749.64	3,862.13	3,977.99
CAPITAL	315,418.57	319,821.93	324,696.87	330,057.54	335,918.51	342,294.80	349,201.86	356,655.61	364,672.46	373,269.30	382,463.53	392,273.06
Capital pagado	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00
Resultado del ejercicio	15,418.57	19,821.93	24,696.87	30,057.54	35,918.51	42,294.80	49,201.86	56,655.61	64,672.46	73,269.30	82,463.53	92,273.06
PASIVO + CAPITAL	318,292.35	326,587.45	335,470.89	344,960.31	355,073.90	365,830.38	377,249.04	389,349.74	402,152.94	415,679.72	429,951.79	444,991.51

Mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ACTIVO	406,505.75	422,570.73	439,183.33	456,354.51	474,095.43	492,417.49	511,332.31	530,851.76	550,987.91	571,753.11	593,159.94	615,221.22
ACTIVO CIRCULANTE	150,012.01	167,263.09	185,061.79	203,419.07	222,346.09	241,854.25	261,955.17	282,660.72	303,982.97	325,934.27	348,527.20	371,774.58
Caja y bancos	143,952.16	161,082.04	178,757.12	196,988.31	215,786.71	235,163.69	255,130.80	275,699.86	296,882.89	318,692.19	341,140.27	364,239.92
Inventarios	6,059.85	6,181.05	6,304.67	6,430.76	6,559.37	6,690.56	6,824.37	6,960.86	7,100.08	7,242.08	7,386.92	7,534.66
ACTIVO FIJO	256,493.74	255,307.64	254,121.54	252,935.44	251,749.34	250,563.24	249,377.14	248,191.04	247,004.94	245,818.84	244,632.74	243,446.64
Terrenos	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
Edificaciones	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00	56,000.00
Planta y equipo	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24	130,146.24
(-) Depreciaciones acum.	(29,652.50)	(30,838.60)	(32,024.70)	(33,210.80)	(34,396.90)	(35,583.00)	(36,769.10)	(37,955.20)	(39,141.30)	(40,327.40)	(41,513.50)	(42,699.60)
PASIVO	4,051.78	9,505.92	15,069.13	20,743.61	26,531.59	32,435.32	38,457.12	44,599.36	50,864.45	57,254.84	63,773.03	70,421.59
PASIVO CIRCULANTE	4,051.78	9,505.92	15,069.13	20,743.61	26,531.59	32,435.32	38,457.12	44,599.36	50,864.45	57,254.84	63,773.03	70,421.59
Impuestos	-	5,373.10	10,853.66	16,443.83	22,145.81	27,961.82	33,894.16	39,945.14	46,117.14	52,412.58	58,833.93	65,383.71
Cuentas por pagar	4,051.78	4,132.82	4,215.47	4,299.78	4,385.78	4,473.49	4,562.96	4,654.22	4,747.31	4,842.25	4,939.10	5,037.88
CAPITAL	402,453.97	413,064.81	424,114.20	435,610.89	447,563.84	459,982.17	472,875.19	486,252.39	500,123.46	514,498.27	529,386.90	544,799.63
Capital pagado	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00
Resultado del ejercicio	102,453.97	113,064.81	124,114.20	135,610.89	147,563.84	159,982.17	172,875.19	186,252.39	200,123.46	214,498.27	229,386.90	244,799.63
PASIVO + CAPITAL	406,505.75	422,570.73	439,183.33	456,354.51	474,095.43	492,417.49	511,332.31	530,851.76	550,987.91	571,753.11	593,159.94	615,221.22