



Universidad Simón Bolívar  
Decanato de Estudios Profesionales  
Coordinación de Ingeniería de Producción y Organización Empresarial  
Informe de pasantía corta

## **DIAGNÓSTICO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PROCESADORA CACAO REAL C.A.**



Por:

Nayragui Del Valle Correa Vargas

Carnet: 13-10321

C.I.: 24.271.489

Realizado con la asesoría de:

Tutor académico: Prof. Gerardo Febres

Tutores industrial: Ing. María Meléndez

Ing. Adrián Rosales

Julio-Agosto 2018

## RESUMEN

La finalidad de esta pasantía corta es realizar un diagnóstico de la capacidad de la línea de producción de la empresa Procesadora Cacao Real C.A. Para llevar a cabo este proyecto se utilizaron las técnicas de: entrevistas con los operadores de la planta y observación directa; además se identificaron los puntos de control y los puntos críticos de control presentes en el proceso. Se realizó un análisis de los tiempos estándar y de la capacidad de procesamiento de cada uno de los procesos, así como también un diagnóstico de la capacidad de almacenamiento de tolvas y tanques pertenecientes al sistema.

**Palabras clave:** Capacidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento, procesos, índice de utilización de capacidad.

### 1. Sección introductoria

Procesadora Cacao Real C.A es una empresa venezolana, provista de tecnologías europeas, dedicada al procesamiento de los granos de cacao para transformarlos, principalmente, en tres productos terminados: licor, manteca y polvo de cacao.

Cacao Real fabrica productos derivados del cacao, inocuos y de calidad, que permiten satisfacer las necesidades de los clientes y consumidores, mediante la mejora continua de sus procesos, cumpliendo a su vez con todos los requisitos legales y reglamentarios y desarrollando el máximo potencial humano con ética y valores.

La distribución de la planta se realizó con la finalidad de velar por la inocuidad del producto y la línea de producción se divide en dos áreas independientes:

- Área gris, donde se realizan los procesos de recepción, almacenaje, limpieza y descascarillado de los granos de cacao.
- Área blanca, donde se realizan los procesos de tostado, molienda, prensado, filtrado de manteca, pulverizado de tortas de cacao, empaclado y almacenaje de producto terminado.

La empresa desea realizar un diagnóstico de capacidad de su línea productiva, evaluando esto de forma diaria, mensual y anual, partiendo de la capacidad de procesamiento de cada uno de sus

procesos, de la capacidad de almacenamiento de cada uno de los buffer, silos, tanques y tolvas que forman parte del sistema y de los tiempos estándar de cada proceso.

El presente informe contiene también, la información referente sobre los diagramas de flujo del proceso, los puntos de control y los puntos críticos de control.

### **1.1 Justificación del proyecto**

El diagnóstico de la capacidad de procesamiento y almacenamiento de cada equipo que conforma el sistema de producción, permitirá estimar la producción diaria, mensual y anual que podría obtenerse de la planta, quedando así en evidencia las restricciones que cada una de ellas pueda establecer en el sistema y posteriormente en los ingresos netos.

### **1.2 Objetivo general**

Determinar la capacidad de procesamiento instalada y operativa de la empresa Procesadora Cacao Real C.A.

### **1.3 Objetivos específicos**

- Conocer el proceso y las características de los productos y de la línea de producción.
- Obtener información sobre la capacidad instalada de cada uno de los procesos y sobre tiempos de mantenimiento y limpieza.
- Obtener información sobre la capacidad de almacenamiento de cada uno de los buffer, silos, tanques y tolvas que pertenecen a la línea de producción.
- Calcular la capacidad operativa de cada uno de los procesos.
- Analizar los resultados obtenidos de la línea de producción.

## **2. Marco empresarial**

### **2.1 Reseña histórica de la empresa**

Procesadora Cacao Real C.A nace en el año 2006 producto de la iniciativa de un grupo familiar empresarial que, con el objetivo de realzar la importancia que tiene el cacao venezolano nacional e internacionalmente, se enfoca en gestar un proyecto de la mano de las universidades UCV, USB y UCAB, contando a partir de allí con 12 profesionales universitarios instruidos en Alemania y

Holanda para así poder contar con las herramientas necesarias para la construcción adecuada de la nave industrial y de la instalación de la maquinaria.

Luego de 3 años la empresa se convirtió en proveedora de importante compañías multinacionales como: Kraft Foods Venezuela e Internacional, Nestlé, Empresas Polar, Alfonso Rivas, Heinz, Puig, Le Biscuit, Chocolates El Rey. Estos principales clientes permiten cubrir el 90% del mercado industrial con el polvo de cacao y colocan a la manteca de cacao en los mercados internacionales para importantes industrias chocolateras.

## **2.2 Ubicación y espacio físico**

La Planta Procesadora Cacao Real C.A. está ubicada en un espacio de 8.305 m<sup>2</sup>, con un área total de construcción de 9.633 m<sup>2</sup>. La estructura es de 3 niveles, con estacionamiento, baños, 2 vestuarios de control sanitario para el personal, 2 comedores, oficinas administrativas, depósitos destinados para el almacenamiento de materia prima, producto terminado y desechos peligrosos, zona de carga y descarga de productos, áreas de producción, áreas de llenado, laboratorio de Control de Calidad, áreas de equipos de servicios, talleres de mantenimiento y cuarto de enfermería.

Las áreas de producción están diseñadas en dos zonas denominadas; Área Gris y Área Blanca, las cuales son de acceso independiente y de uniformes diferentes.

## **2.3 Mapa estratégico**

### **- Misión:**

Consolidarnos y mantenernos como una empresa líder en el procesamiento del cacao venezolano, con miras a desarrollar innovadores productos que sustenten el crecimiento y la demanda de los mismos, dentro y fuera del país, garantizando el abastecimiento de los más grandes mercados con el fin de obtener una sólida posición dentro de la economía venezolana, que garantice seguridad y estabilidad para sus accionistas y el capital humano que la integra.

### **- Visión:**

Perdurar en el tiempo y ser reconocida mundialmente como líder procesadora de cacao venezolano.

Proveer a las más importantes industrias chocolateras a nivel mundial. Fomentar la expansión hacia nuevas regiones e incursionar en nuevos productos provenientes del cacao.

## 2.4 Marcas y productos

En la tabla 1 se muestran los cuatro tipos de productos elaborados por Procesadora Cacao Real de uso industrial y los cinco tipos de uso comercial.

Tabla 1: Productos de uso industrial y de uso comercial elaborados por Procesadora Cacao Real.

Productos elaborados	
Uso industrial	Uso comercial
Licor de cacao	KKO taza
Manteca de cacao	KKO repostería
Polvo de cacao natural	Bebida achocolatada Tikkotin
Polvo de cacao alcalinizado	Bebida achocolatada Chococao
	Azúcar Kklasé

*Fuente: Procesadora Cacao Real C.A.*

## 2.5 Descripción del proceso y localización del proyecto

El proceso inicia en la recepción de los granos de cacao, estos son llevados al almacén de materia prima para iniciar el proceso de tratamiento del grano.

Una vez que el grano ingresa a la línea de producción, los sacos de 60 kg son vaciados en la limpiadora la cual se encarga de separar los materiales extraños que esta pueda contener (polvillo, hilos, materiales metálicos, granos múltiples, entre otros). Posterior a ello, los granos de cacao pasan al destoner, el cual es la etapa del proceso que se encarga de retirar las piedras presentes en el grano de cacao; una vez que se retira todo material extraño, el grano es transportado al Silo de almacenamiento de grano ubicado en área gris.

El proceso siguiente al almacenamiento es el pre-tratamiento del grano el cual se lleva a cabo en el Shellcon. Durante este proceso se rocía agua al grano de cacao a una temperatura de 430°C, hasta que las conchas se expandan en un 20% de su tamaño regular. Todo esto permite facilitar la separación de la almendra y la concha en el proceso posterior de descascarillado.

Posterior a eso inicia el proceso de descascarillado, el winnover se encarga de separar la almendra de la concha. En este equipo también se realiza el cuarto punto de control, el cual consiste de un imán que retiene las posibles partículas metálicas presentes.

Del winnover se obtienen los nibs de cacao que serán tratados en el proceso de tostado, en éste se encuentra el principal punto crítico de control que se debe vigilar al producir productos derivados del cacao. Los 1.800 kg de nibs de cacao deben mantenerse tostado a 120°C durante 3 minutos para eliminar, o reducir al mínimo, la presencia de agentes patógenos (Salmonela). En este proceso se determina si el producto será tratado de tipo Natural, Alcalino 14 o Extra-Alcalino.

Para obtener nibs de cacao de tipo Alcalino o Extra-Alcalino, se deben rociar 250 litros de una solución de agua potable y carbonato de potasio con un p/v entre el 10% y el 12%. Esta solución se aplica para elevar el pH del producto entre 6.0 y 6.9 para tratamiento de tipo Alcalino y entre 7.0 y 7.2 para Extra-Alcalino.

Para obtener nibs de cacao de tipo Natural, los nibs solo son rociados con agua potable, mientras se lleva a cabo el proceso de tostado, para mantener su pH entre 5,0 y 5,99.

Al obtener nibs tostados, éstos pasarán por el proceso de enfriamiento, que reduce la temperatura de 120°C con la que salen los nibs de cacao del tostador, a una temperatura entre 80°C y 85°C. Para nibs de cacao de tipo Alcalino, el proceso de enfriamiento demora 30 minutos en completarse para luego subir por el cangilón en un tiempo de 850 segundos y para nibs de cacao de tipo Natural, el proceso de enfriamiento demora 25 minutos.

La molienda gruesa o pre-molienda, que se lleva a cabo en el molino de aspas de manera continua, es el proceso que sigue al enfriamiento de los nibs de cacao y es el que permite obtener licor con una granulometría entre 100 y 200  $\mu\text{m}$ , para luego pasar por el proceso de molienda fina. En este equipo se presenta el quinto punto de control con la presencia de un imán encargado de retener partículas metálicas.

En los molinos de bolas se realiza el proceso de molienda fina, ésta permite llevar el licor de cacao a una granulometría de 75 $\mu\text{m}$  para así obtener el licor de cacao. En este equipo se encuentra el sexto punto de control con la presencia de un imán capaz de detectar cualquier partícula de carácter metálico.

Una vez obtenido el licor de cacao este es enviado a los tanques de almacenamiento de licor el cual consta de 3 tanques de capacidad cada uno de 18 Ton y un tanque para batch natural de 6 Ton. Cada tanque está provisto de un agitador para garantizar la homogeneidad del licor antes de iniciar el proceso de prensado.

En la prensa ocurre una separación por la compresión del licor, que permite obtener manteca de cacao cruda y tortas de cacao, las cuales pasan por un proceso de ruptura para alcanzar tamaños regulares y continuar con su tratamiento.

Una vez obtenida la manteca de cacao en el proceso de prensado, esta se hace pasar a través de un filtro el cual se encarga de eliminar cualquier rastro sólido que aún pueda encontrarse en la manteca cruda obtenida de la prensa. Finalmente, se realiza el proceso de llenado de manteca, el cual debe realizarse a una temperatura entre 22°C y 24°C para que ésta pueda solidificarse. Cada caja de manteca debe pesar, como máximo 20,7 kg y se llenan bajo la acción del filtro grueso hasta alcanzar los 18 kg y luego, se cambia automáticamente al filtro fino. Al finalizar este proceso se encuentra el segundo punto crítico de control, el cual se encarga de detectar posible presencia de partículas metálicas en el producto final.

Para realizar el envasado del polvo de cacao como producto terminado, luego del proceso de ruptura de las tortas, éstas son almacenadas en el Cake Bunker y allí se encuentran con el séptimo punto de control, en el cual existe un detector de metales capaz de reconocer partículas ferrosas y no ferrosas de un tamaño menor a 1,5 mm y partículas de acero inoxidable de tamaño menor a 2 mm.

Seguido a esto, pasan a través del molino clasificador que luego de procesarlas las envía al silo 1, donde se realiza el proceso de estabilización y luego al silo 2 donde son almacenadas.

Finalmente, luego de llenar y pesar los sacos de polvo de cacao, éstos pasarán por el tercer punto crítico de control, el cual consiste en un detector de metales que cumple con la misma función que el que se encuentra en el segundo punto crítico.

El presente proyecto estudiará todos los procesos desde que los granos de cacao ingresan a la limpiadora hasta que resultan como licor, manteca o polvo de cacao como producto terminado, tomando en cuenta la capacidad instalada de cada uno de ellos y comparándola con la capacidad operativa, considerando los procesos de limpieza y mantenimiento planificados.

### **3. Marco teórico**

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo de los objetivos planteados.

- **Sistema:** es un módulo ordenado de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre sí.
- **Proceso de producción:** es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos.
- **Capacidad instalada:** se refiere a la disponibilidad en la infraestructura que permite a una empresa (unidad, departamento o sección) producir determinados niveles de bienes o servicios en un periodo determinado.
- **Capacidad operativa:** o capacidad práctica máxima, hace referencia a la producción generada dentro de un horario normal de turnos por día y de días por semana para las operaciones.
- **Índice de utilización de la capacidad:** indica qué tan cerca se encuentra la empresa del mejor punto de operación.
- **Cuellos de botella:** o restricción, hacen referencia a las actividades que reducen la cantidad de procesos para una actividad y aumentan los tiempos de espera.
- **Almacenamiento:** acción y resultado de almacenar ya sea en conservar o guardar las mercancías en un establecimiento.
- **Batch:** cantidad de producto con un peso de 1.800 kg.

#### 4. Marco metodológico

El presente proyecto fue realizado en un periodo de 6 semanas entre los meses de julio y agosto del año 2018 y se llevó a cabo en tres fases. La metodología utilizada en dichas fases fue la siguiente:

##### 4.1 Inducción a la empresa

Esta etapa se basó en comprender el funcionamiento de la empresa en general, su estructura organizativa, su visión y misión, reglas y normas dentro de la empresa. Esto último incluye el conocimiento de los prerrequisitos necesarios para una empresa de alimentos y las buenas prácticas de manufactura que aplican al momento de transitar dentro de la planta, para así minimizar el riesgo de contaminación del producto y asegurar la calidad e inocuidad de éste y, así mismo, el entendimiento de todos los procesos que se llevan a cabo dentro de la planta, especialmente

aquellos relacionados con las áreas de producción. Dicha inducción se llevó a cabo durante las primeras dos semanas del proyecto, contando con charlas informativas y recorridos.

#### **4.2 Levantamiento de datos e información**

Esta fase incluye toda la recopilación de información posible de los equipos que conforman la línea de producción. Se llevó a cabo mediante entrevistas con operadores, supervisores y coordinadores de la planta, que son necesarios para conocer el funcionamiento de los equipos, las metas diarias y mensuales de producción y los planes operativos. Así mismo también fue necesario investigar los manuales de dichos equipos con el fin de conocer a profundidad su funcionamiento y su capacidad de procesamiento.

Todo lo descrito anteriormente se realizó en un periodo de dos semanas. De esta fase se obtuvo la información necesaria para realizar los diagnósticos de capacidad específicos y globales, así como también los análisis que lo complementan.

#### **4.3 Análisis de resultados y diagnóstico**

Para esta etapa se basa el estudio en la línea de producción de manteca y polvo de cacao, con el fin de comprender completamente el funcionamiento y la importancia de cada uno de ellos. Cada uno de estos procesos resulta vital para el desarrollo de estos productos y para el diagnóstico de capacidad de la planta. Estos procesos aportan información tal como la identificación de puntos y equipos críticos en el sistema. De nuevo la información utilizada para esta etapa fue proporcionada por operadores, supervisores y coordinadores de la empresa con años de experiencia laboral, además de investigación y lectura de trabajos similares y se llevó a cabo en las últimas dos semanas de la pasantía.

### **5. Análisis y resultados**

En este capítulo se presenta el desarrollo de las actividades realizadas para cumplir los diagnósticos de capacidad y de tiempos planteados, de acuerdo a cada uno de los procesos de forma independiente. Luego de eso, se presenta el funcionamiento de la planta de acuerdo a la dependencia de los procesos con respecto al cuello de botella de la línea. También se presenta el diagnóstico de la capacidad de almacenamiento de cada uno de los buffer, silos, tanques y tolvas.

#### **5.1.1 Proceso de limpieza**

Tabla 2: Comparación entre la capacidad instalada y la capacidad operativa de la limpiadora.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
52,80	1.584,00	19.008,00	34,63	692,59	8.311,08

La limpiadora es capaz de procesar 692,59 toneladas cada mes. Al comparar su capacidad instalada con la capacidad operativa, existe un déficit de 891,41 toneladas mensuales que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad de 43,72%.

### 5.1.2 Proceso de pre-tratamiento

Tabla 3: Comparación entre la capacidad instalada y la capacidad operativa del shellcon.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
48,00	1.440,00	17.280,00	48,00	960,00	11.520,00

El shellcon es capaz de procesar operativamente 960 toneladas mensuales de granos de cacao.

Al ser comparada su capacidad instalada con la operativa, existe un déficit de 480 toneladas mensuales que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad de 66,67%.

Comparando los procesos de limpieza y pre-tratamiento, se tiene que existe un 38,61% de granos de cacao que podría procesar el shellcon, pero que no es capaz de producir la limpiadora, esto es equivalente a 13,37 toneladas diarias y a 267,41 toneladas mensuales de granos.

### 5.1.3 Proceso de descascarillado

Tabla 4: Comparación entre la capacidad instalada y la capacidad operativa del winnover.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
60,00	1.800,00	21.600,00	35,19	629,09	7.549,03

El descascarillador puede procesar, diariamente, 15,64 batches de granos de cacao de acuerdo a su capacidad operativa, lo que es equivalente a 35,19 toneladas diarias y a 629,09 toneladas mensuales. Éste se tarda en procesar 92,06 minutos por cada batch.

Al ser comparada la capacidad instalada del descascarillador con su capacidad operativa, existe un déficit de 24,81 toneladas diarias y 1.170 toneladas mensuales que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad diario de 58,66% y mensual de 34,95%.

Comparando los procesos de pre-tratamiento y descascarillado, se tiene que existe un 34,47% de granos de cacao que puede producir el shellcon, pero que no podría procesar el winnover, esto resulta equivalente a 12,81 toneladas diarias y a 330,91 toneladas mensuales.

#### 5.1.4 Proceso de tostado

- **Proceso para tratamiento de tipo Alcalino**

Tabla 5: Comparación entre la capacidad instalada y la capacidad operativa del tostador para tratamiento de tipo Alcalino.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
23,94	718,20	8.618,40	23,94	427,93	5.135,13

Producir 1.800 kg de nibs de cacao toma 1,8 horas, lo que permite procesar 13,3 batchs al día de acuerdo a su capacidad operativa, lo que es lo mismo a 23,94 toneladas diarias y 427,93 toneladas mensuales.

Al ser calculada la capacidad operativa de la máquina y compararse con la capacidad instalada, existe un déficit de 290,27 toneladas al mes que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad de 59,58%.

Cuando se compara la producción de los procesos de descascarillado y tostado, existe un 31,98% de nibs de cacao de tipo Alcalino que no es procesado por el tostador, pero que sí sería capaz de producir el winnover, lo que resulta equivalente a 11,25 toneladas diarias y a 201,16 toneladas mensuales. El winnover es capaz de procesar diariamente 4 batchs más de los que puede procesar el tostador.

- **Proceso para tratamiento de tipo Natural**

Tabla 6: Comparación entre la capacidad instalada y operativa del tostador para tratamiento de tipo Natural.

Capacidad instalada	Capacidad operativa
---------------------	---------------------

Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
28,26	847,80	10.173,60	28,26	505,15	6.061,77

Tostar 1.800 kg de nibs de cacao toma 0,87 horas, lo que ocasiona que este proceso sea más rápido que el llenado de la tolva, por eso se considera la diferencia de 0,67 horas que existe entre estos, lo que permite procesar solo 15,7 batchs al día de acuerdo a su capacidad operativa, o lo que es lo mismo, 28,26 toneladas diarias y 505,15 toneladas mensuales.

Al ser calculada la capacidad operativa de la máquina y compararse con la capacidad instalada, existe un déficit de 388,49 toneladas al mes que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad de 59,58%.

Comparando los procesos de descascarillado y tostado para nibs de cacao de tipo Natural, existe un 19,7% de granos de cacao que no procesa el winnover que sí tiene la capacidad de procesar el tostador, lo que resulta equivalente a 6,93 toneladas diarias y a 123,94 toneladas mensuales.

### 5.1.5 Proceso de pre-molienda o molienda gruesa

Tabla 9: Comparación entre la capacidad instalada y operativa del molino de aspas.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
60,00	1.800,00	21.600,00	33,12	662,40	7.931,14

Este equipo puede procesar en promedio 18,4 batchs al día de acuerdo a su capacidad operativa, tomando en cuenta que cada batch se procesa en 78,26 minutos. Este proceso permite obtener 33,12 toneladas diarias y 662,4 toneladas mensuales de licor de cacao pre-molido.

Comparando la capacidad instalada y operativa de este proceso queda en evidencia que existen 26,88 toneladas al día y 1.137 toneladas al mes que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad diaria de 55,2% y mensual de 36,8%.

### 5.1.6 Proceso de molienda fina

Tabla 10: Comparación entre la capacidad instalada y operativa de cada molino de bolas.

Capacidad instalada	Capacidad operativa
---------------------	---------------------

Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
24,00	720,00	8.640,00	24,00	480,00	5.760,00

A partir de la molienda fina, cada molino de bolas puede realizar la molienda de 13,33 batches al día de acuerdo a su capacidad operativa, tomando en cuenta que cada batch se procesa en 108 minutos. Esta cantidad de procesos permitiría obtener 24 toneladas de licor por día y 480 toneladas por mes.

Comparando la capacidad instalada y operativa de este proceso queda en evidencia que existen 480 toneladas al mes que no son producidas, lo que indica que tiene un índice de utilización de la capacidad de 66,67%.

Se evidencia que existe un 44,93% de licor de cacao que es procesado por el molino de aspas que no pueden procesar los molinos de bolas, lo que resulta equivalente a 14,88 toneladas diarias y a 297,6 toneladas mensuales.

### 5.1.7 Proceso de prensado

Tabla 11: Comparación entre la capacidad instalada y operativa de la prensa.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
40,47	1.214,08	14.568,95	30,01	600,14	7.201,73

Tabla 12: Comparación entre la capacidad instalada y operativa de la prensa para cada producto.

Capacidad instalada						Capacidad operativa					
Ton/día		Ton/mes		Ton/año		Ton/día		Ton/mes		Ton/año	
Manteca de Cacao	Torta de cacao	Manteca de Cacao	Torta de cacao	Manteca de Cacao	Torta de cacao	Manteca de Cacao	Torta de cacao	Manteca de Cacao	Torta de cacao	Manteca de Cacao	Torta de cacao
17,81	22,66	534,19	679,88	6.410,34	8.158,61	13,20	16,80	264,06	336,08	3.168,76	4.032,97

A la prensa ingresa el licor de cacao y, luego de realizar su proceso, se obtiene un 44% como manteca de cacao y el 56% restante como torta de cacao.

La capacidad instalada de la prensa permite realizar 196,45 prensadas diarias en un tiempo de 7,33 minutos cada una, mientras que la capacidad operativa sólo maneja 147,45 prensadas, equivalente

a 30,01 toneladas diarias y a 600,14 toneladas mensuales. El índice de utilización de la capacidad es de 50,04% de prensadas diarias.

De acuerdo a la producción que resulta de la prensa, existe un índice de utilización de la capacidad diario de 74,15% y mensual de 49,43%, lo que resulta equivalente a 10,46 toneladas diarias y a 613,93 toneladas mensuales.

- Para la producción de manteca de cacao: De las 147,45 prensadas diarias se obtienen 13,2 toneladas de manteca de cacao. Al ser calculada la capacidad operativa de la máquina y compararse con la capacidad instalada, existe un déficit de 4,6 toneladas al día y 270,13 toneladas al mes que no son producidas, lo que refleja un índice de utilización de la capacidad diario de 74,15% y mensual de 49,43%.
- Para la producción de torta de cacao: De las 147,45 prensadas diarias se obtiene 16,8 toneladas de torta de cacao. Al ser calculada la capacidad operativa de la máquina y compararse con la capacidad instalada, existe un déficit de 5,86 toneladas al día y 343,8 toneladas al mes que no son producidas, lo que refleja un índice de utilización de la capacidad diario de 74,15% y mensual de 49,43%.

Cuando se compara la producción de los molinos de bolas con la producción de la prensa, existe un 37,48% de licor de cacao que no puede procesar la prensa, pero que sí es pueden producir los molinos de bolas. Esto resulta equivalente a 17,99 toneladas diarias y 359,86 toneladas mensuales.

### 5.1.8 Proceso de filtrado

Tabla 13: Comparación entre la capacidad instalada y operativa del filtrado.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
36,00	1.080,00	12.960,00	14,89	278,03	3.336,31

La capacidad instalada del filtro permite realizar 8,14 filtradas diarios en un tiempo de 176,95 minutos cada filtrada, lo que es equivalente a 36 toneladas diarias y a 1.080 toneladas mensuales.

Evaluando la producción de manteca de cacao proveniente del proceso de filtrado, existe un déficit de 21,11 toneladas al día y de 801,97 toneladas al mes, equivalentes a un índice de utilización de la capacidad diario de 41,37% y mensual de 25,74%.

### 5.1.9 Proceso de llenado de manteca como producto terminado

Tabla 14: Comparación entre la capacidad instalada y operativa del llenado de manteca de cacao como producto terminado.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
15,40	462,02	5.544,29	15,40	277,91	3.334,89

La capacidad de la máquina de llenado de manteca permite obtener 744 cajas al día en un tiempo de 1,96 minutos por caja, esto resulta equivalente a 15,4 toneladas diarias y 277,91 toneladas mensuales de manteca como producto terminado.

Al evaluar lo que resulta del llenado, existe un déficit de 184,12 toneladas al mes, equivalentes a un índice de utilización de la capacidad de 60,15%.

Comparando la producción de manteca de cacao del proceso de filtrado con la que resulta del llenado como producto terminado, existe un 19,95% de manteca de cacao, que no puede enviarse desde el proceso de filtrado, que si podría llenarse como producto terminado, equivalente a 2,99 toneladas al día y a 46,2 toneladas al mes.

### 5.1.10 Proceso de llenado de polvo de cacao como producto terminado

Tabla 15: Comparación entre la capacidad instalada y operativa y el llenado de polvo de cacao como producto terminado.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
58,15	1.744,63	20.935,58	58,15	1.104,93	12.721,62

La capacidad de la máquina para el llenado de polvo de cacao permite obtener 2.836 sacos por día en un tiempo de 30,4 segundos saco, cada saco contiene 20,5 kg de polvo. Esto resulta equivalente a 58,15 toneladas diarias y a 1.104 toneladas mensuales de polvo de cacao como producto terminado.

Al evaluar lo que resulta del llenado en planta de polvo, luego de comparar su capacidad instalada con la operativa, existe un déficit de 639,7 toneladas mensuales, equivalentes a un índice de utilización de la capacidad de 63,33%.

Comparando la producción de polvo de cacao como producto terminado con la que resulta del proceso de prensado, existe un 228,77% de polvo de cacao que puede procesar planta de polvo que no es capaz de producirse desde el proceso de prensado, este déficit resulta igual a 41,35 toneladas diarias y a 768,85 toneladas mensuales.

- **Molino clasificador**

Tabla 16: Comparación entre la capacidad instalada y operativa del molino clasificador.

Capacidad instalada			Capacidad operativa		
Ton/día	Ton/mes	Ton/año	Ton/día	Ton/mes	Ton/año
36,00	1.080,00	12.960,00	21,60	432,00	5.114,88

De acuerdo a su capacidad instalada, este molino es capaz de procesar 36 toneladas diarias 1,080 toneladas mensuales de polvo de cacao, sin embargo, la capacidad operativa permite producir sólo 21,6 toneladas diarias y 436 toneladas mensuales.

Al seguir comparando las capacidades instaladas y operativas, existe un déficit de producción de 14,4 toneladas diarias y 648 toneladas mensuales, esto resulta equivalente a un índice de utilización de la capacidad diario y mensual de 60%.

## 5.2 Comparación de la capacidad independiente de los procesos

### 5.2.1 Para tratamiento de tipo Alcalino

- **Producción de polvo de cacao como producto terminado**

Tabla 17: Cantidad de procesos independientes que puede realizar cada máquina para producir polvo de cacao de tipo Alcalino.

<i>PROCESOS DE POLVO CACAO (Alcalino)</i>		
Procesos	Procesos/día	Ton/día
Shellcon	1.152,00	48,00
Winnover	15,64	35,19
Tostador	13,30	23,94
Molino de aspas	408,44	33,12
Molino de bolas	163,38	48,00

Prensado	147,45	30,01
Llenado polvo de cacao	2.836,80	58,15

Para producir polvo de cacao alcalinizado, el proceso de tostado es el que más tiempo demora en completarse, permitiendo así sólo realizar 13,3 procesos cada día. El proceso que menos tiempo se toma y, por lo tanto, el que más holgura tiene es el llenado de polvo de cacao con 2.836 sacos diarios.

A partir de eso, resulta lógico afirmar que es el proceso de tostado el que permite obtener la menor cantidad de toneladas diarias de nibs de cacao con 23,94 toneladas.

- **Producción de manteca de cacao como producto terminado**

Los procesos que se realizan para producir manteca de cacao, coinciden hasta cierto punto, en tipo y cantidad, con los realizados para producir polvo de cacao. Es a partir del proceso de prensado en donde se da la división entre los dos productos terminados.

Tabla 18: Cantidad de procesos independientes que puede realizar cada máquina para producir manteca de cacao de tipo Alcalino.

<i>PROCESOS DE MANTECA CACAO (Alcalino)</i>		
Procesos	Procesos/día	Ton/día
Prensado	147,45	30,01
Filtrado	8,14	14,89
Llenado manteca de cacao	744,00	15,40

Para producir manteca de cacao alcalinizada, el proceso que más tiempo se demora es el proceso de filtrado, permitiendo realizar solo 8,14 filtradas al día, sin embargo, éste proceso es completamente dependiente del proceso de prensado y estos dos procesos trabajan a partir de tanques que cuentan con una capacidad de almacenamiento muy superior a la que requiere cada uno de ellos para realizar cada proceso, por lo tanto, este proceso no será el que determine la cantidad de procesos que puede realizar diariamente la línea de producción.

Partiendo de lo anterior, se tiene que el proceso que se toma la mayor cantidad de tiempo es, igual que para el polvo de cacao, el de tostado, permitiendo solo 13,3 procesos por día, mientras que el proceso que menos tiempo demora y, por lo tanto, el que más holgura tiene es el pre-tratamiento, permitiendo realizar 1.152 procesos cada día.

Como se explicó anteriormente, el proceso de prensado es el que presenta la menor producción independiente de 13,2 toneladas al día de manteca, mientras que para el proceso de tostado se producen las mismas 23,94 toneladas.

### 5.2.2 Para tratamiento de tipo Natural

- **Producción de polvo de cacao como producto terminado**

Tabla 19: Cantidad de procesos independientes que puede realizar cada máquina para producir polvo de cacao de tipo Natural.

<i>PROCESOS DE POLVO CACAO (Natural)</i>		
Procesos	Procesos/día	Ton/día
Shellcon	1.152,00	48,00
Winnover	15,64	35,19
Tostador	15,70	28,26
Prensado	147,45	30,01
Llenado polvo de cacao	2.836,80	58,15

Para producir polvo de cacao natural, el proceso de descascarillado es el que más tiempo demora en completarse, permitiendo así sólo realizar 15,64 procesos cada día. El proceso que menos tiempo se toma y, por lo tanto, el que más holgura tiene es el proceso de llenado de polvo de cacao con 2.836 procesos diarios.

A partir de eso, resulta lógico afirmar que es el proceso de descascarillado el que permite obtener la menor cantidad de toneladas diarias de granos de cacao con 35,19 toneladas, pero como el proceso de tostado puede realizar la misma cantidad de procesos que el winnover debido al tiempo de llenado de la tolva, sólo se podrán procesar 28,26 toneladas diarias.

- **Producción de manteca de cacao como producto terminado**

Los procesos que se realizan para producir manteca de cacao, coinciden hasta cierto punto en tipo y cantidad, con los procesos realizados para producir polvo de cacao. Es a partir del proceso de prensado donde se da la división para los dos productos terminados.

Tabla 20: Cantidad de procesos independientes que puede realizar cada máquina para producir manteca de cacao de tipo Natural.

<i>PROCESOS DE MANTECA CACAO (Natural)</i>		
Procesos	Procesos/día	Ton/día

Prensado	147,45	30,01
Filtrado	8,14	14,89
Llenado manteca de cacao	744,00	15,40

Para producir manteca de cacao natural, el proceso que más tiempo se demora es el proceso de filtrado, permitiendo realizar solo 8,14 filtradas al día, sin embargo, éste proceso es completamente dependiente del proceso de prensado y estos dos procesos trabajan a partir de tanques que cuentan con una capacidad de almacenamiento muy superior a la que requiere cada uno de ellos para realizar cada proceso, por lo tanto, este proceso no será el determinante en la línea de producción.

Partiendo de lo anterior, se tiene que el proceso que se toma la mayor cantidad de tiempo es, igual que para el polvo de cacao, el de descascarillado, permitiendo solo 15,64 procesos por día, mientras que el que menos tiempo demora y, por lo tanto, el que más holgura tiene es el pre-tratamiento, permitiendo realizar 1.152 procesos cada día.

Como se explicó anteriormente, el proceso de prensado es el que presenta la menor producción independiente con 13,2 toneladas al día de manteca, mientras que para el proceso de descascarillado se producen las mismas 35,19 toneladas.

### 5.3 Capacidad dependiente de los procesos

#### 5.3.1 Para tratamiento de tipo Alcalino

Para este tipo de tratamiento, partiendo de la cantidad de procesos que puede realizar cada uno de los equipos de forma independiente, se vio anteriormente que el proceso de tostado es el que más tiempo se demora en cumplirse completamente, por lo que ese es el que se puede realizar menos veces por día. Debido a esto, este proceso será denominado como el cuello de botella.

- **Producción de polvo de cacao como producto terminado**

Tabla 21: Dependencia entre los procesos para producir polvo de cacao a partir de tratamiento de tipo Alcalino.

<i>PROCESOS DE POLVO DE CACAO (Alcalino)</i>	
Pre-tratamiento	
Pre-tratamientos/día	53,20
Descascarillado	
Procesos/día	10,64
Tostado	
Tostados/día	13,30

Prensado	
Prensadas/día	130,00
Llenado planta de polvo	
Sacos/día	723,00

Tomando en cuenta la dependencia que existe entre los procesos para producir polvo de cacao, a partir de tratamiento de tipo Alcalino, y conociendo que el cuello de botella se encuentra en el tostador se pueden realizar 13,3 tostados al día, lo que sería equivalente a 23,94 toneladas de nibs de cacao.

Sin embargo, las 23,94 toneladas de nibs no van destinadas en su totalidad a la producción de polvo de cacao, división que se da cuando se realiza el prensado, por lo que será este el que determinará cuanto se puede obtener de polvo de cacao diariamente. A partir de las 118 prensadas realizadas diariamente, se obtendrán 723 sacos de polvo de cacao, lo que resulta equivalente a 14,41 toneladas.

- **Producción de manteca de cacao como producto terminado**

Tabla 22: Dependencia entre los procesos para producir manteca de cacao a partir de tratamiento de tipo Alcalino.

<i>PROCESOS DE MANTECA DE CACAO (Alcalino)</i>	
Prensado	
Prensadas/día	130,00
Filtrado	
Filtradas/día	2,63
Llenado manteca de cacao	
Cajas/día	562,00

Tomando en cuenta la dependencia que existe entre los procesos para producir manteca de cacao, a partir de tratamiento de tipo Alcalino, se pueden realizar los mismos 13,3 tostados diarios que se realizan para la producción de polvo de cacao. La diferencia se presenta en la proceso de prensado y llenado de manteca, donde sólo se pueden producir 11,64 toneladas por día a partir de las mismas 130 prensadas, lo que resulta equivalente a 562 cajas diarias de manteca de cacao.

### 5.3.2 Para tratamiento de tipo Natural

Para este tipo de polvo, partiendo de la cantidad de procesos que puede realizar cada uno de los equipos de forma independiente, se conoció que el proceso de descascarillado es el que más tiempo se demora en cumplirse completamente, por lo que ese es el que se puede realizar menos veces por día. Debido a esto, este proceso será denominado como el cuello de botella.

- **Producción de polvo de cacao como producto terminado**

Tabla 23: Dependencia entre los procesos para producir polvo de cacao a partir de tratamiento de tipo Natural.

<i>PROCESOS DE POLVO DE CACAO (Natural)</i>	
Pre-tratamiento	
Pre-tratamientos/día	78,21
Descascarillado	
Procesos/día	15,64
Tostado	
Tostados/día	15,70
Prensado	
Prensadas/día	138,86
Llenado planta de polvo	
Sacos/día	771,94

Tomando en cuenta la dependencia que existe entre los procesos para producir polvo de cacao, a partir de polvo tipo Natural, y conociendo que el cuello de botella se encuentra en el winnover, se pueden realizar 15,64 descascarillados al día, lo que sería equivalente a 35,19 toneladas de granos de cacao.

Sin embargo, las 35,19 toneladas de granos no van destinadas en su totalidad a la producción de polvo de cacao, división que se da cuando se realiza el prensado, por lo que será este el que determinará cuanto se puede obtener de polvo de cacao diariamente. A partir de las 138,86 prensadas realizadas diariamente, se obtendrán 771,94 sacos de polvo de cacao, lo que resulta equivalente a 15,82 toneladas.

- **Producción de manteca de cacao como producto terminado**

Tabla 24: Dependencia entre los procesos para producir manteca de cacao a partir de tratamiento de tipo Natural.

<i>PROCESOS DE MANTECA DE CACAO (Natural)</i>	
Prensado	
Prensadas/día	138,86

Filtrado	
Filtradas/día	2,81
Llenado manteca de cacao	
Cajas/día	600,67

Tomando en cuenta la dependencia que existe entre los procesos para producir manteca de cacao, a partir de polvo tipo Natural, se pueden realizar los mismos 15,64 descascarillados al día que se realizan para la producción de polvo de cacao. La diferencia se presenta en los procesos de prensado y llenado de manteca, donde sólo se pueden producir 12,43 toneladas por día, a partir de las mismas 138,86 prensadas, lo que resulta equivalente a 600,67 cajas diarias de manteca de cacao.

#### 5.4 Capacidad de almacenamiento de los buffer, silos, tolvas y tanques de la línea de producción

Para conocer la capacidad de las tolvas, los silos y los tanques de almacenamiento, se debe considerar que los fabricantes brindan las especificaciones del material, donde se presenta la capacidad de almacenamiento total que puede alcanzar cada uno de los equipos. Sin embargo, existe un límite experimental que se respeta, hasta el cual se permiten utilizar y llenar por medidas de seguridad. Estos límites experimentales están determinados por sensores de nivel instalados en cada uno de ellos.

##### 5.4.1 Capacidad del silo y de las tolvas de área gris de la línea de producción

Tabla 25: Capacidad instalada del silo y las tolvas pertenecientes al área gris.

Área gris			
	Silo de almacenamiento	Tolva del Shellcon	Tolva del Winnover
Kg	44.000	719,00	497,00
Ton	44	0,72	0,50
Batches	24,4	0,40	0,30

Tabla 26: Capacidad operativa del silo y las tolvas pertenecientes al área gris.

Área gris		
Silo de almacenamiento	Tolva del Shellcon	Tolva del Winnover

Kg	40.000,00	650,00	450,00
Ton	40,00	0,65	0,45
Batches	22,20	0,40	0,30

Para el área de limpieza y descascarillado de los granos de cacao (área gris), se cuenta con el silo de almacenamiento de mayor capacidad de la línea, el cual es capaz de almacenar 44 toneladas, de las cuales, experimentalmente, se utilizan sólo 40. El silo alimenta a la tolva del Shellcon para cumplir con el pre-tratamiento.

Luego de haberse cumplido, los granos pasan a la tolva del winnover para proceder con el descascarillado, donde los granos se transforman en nibs de cacao.

- **Llenado del silo de almacenamiento**

- **De acuerdo a la capacidad instalada**

Tabla 27: Tiempo de llenado (instalado) del silo de almacenamiento a partir del proceso de la limpiadora.

<i>TIEMPO LLENADO SILO DE ALMACENAMIENTO (instalada)</i>	
Almacenamiento silo (kg)	44.000,00
Capacidad de la limpiadora (kg/h)	2.200,00
Llenado del silo (h)	20,00

El silo de almacenamiento tiene una capacidad instalada de almacenamiento de 44.000 kg y es alimentado por el proceso de la limpiadora, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 2.200 kg por hora. Este silo demora en llenarse completamente 20 horas.

- **De acuerdo a la capacidad operativa**

Tabla 28: Tiempo de llenado (operativo) del silo de almacenamiento a partir del proceso de la limpiadora.

<i>TIEMPO LLENADO SILO DE ALMACENAMIENTO (operativa)</i>	
Almacenamiento silo (kg)	40.000,00
Capacidad de la limpiadora (kg/h)	1.442,90
Llenado del silo (h)	27,72

El silo de almacenamiento tiene una capacidad operativa de almacenamiento de 40.000 kg y es alimentado por el proceso de la limpiadora, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 1.442,9 por hora. Este silo demora en llenarse 27,72 horas.

- **Llenado de la tolva del winnover**

Tabla 29: Tiempo de llenado de la tolva del winnover a partir del proceso de pre-tratamiento.

TIEMPO DE LLENADO TOLVA DEL WINNOVER	
Almacenamiento tolva (kg)	450,00
Capacidad shellcon (kg/h)	2.000,00
Capacidad shellcon (kg/proceso)	41,67
Llenado de la tolva (h)	0,23
Llenado de la tolva (n° procesos)	10,80

La tolva del Winnover tiene una capacidad de almacenamiento de 450 kg y es alimentada por el proceso de pre-tratamiento, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 2.000 kg por hora. Esta tolva demora en llenarse completamente 0,23 horas y, para eso, deben realizarse 10,8 procesos de pre-tratamiento.

#### 5.4.2 Capacidad del área de tostador (área blanca) de la línea de producción

Tabla 30: Capacidad instalada de las tolvas y los buffer pertenecientes al área del tostador (área blanca).

Área blanca					
Área de tostador					
	Pre-tolva	Tolva de tostador	Tolva molino de aspas	Buffer 1	Buffer 2
Kg	800	1.800	2.700	162,398	162,398
Ton	0,8	1,8	2,7	0,162398	0,162398
Batches	0,4	1	1,5	0,1	0,1

Tabla 31: Capacidad operativa de las tolvas y los buffer pertenecientes al área del tostador (área blanca).

Área blanca					
Área de tostador					
	Pre-tolva	Tolva de tostador	Tolva molino de aspas	Buffer 1	Buffer 2
Kg	800	1.800	2.700	146,90	146,90
Ton	0,8	1,8	2,7	0,15	0,15
Batches	0,4	1	1,5	0,10	0,10

La pre-tolva y la tolva, alimentadas por el winnover, tienen capacidad para 800 y 1.800 kg, respectivamente. Estas tolvas alimentan al tostador, de donde se obtienen los nibs de cacao que

pasarán por el proceso de enfriamiento y luego se almacenarán en la tolva de molino de aspas, la cual cuenta con una capacidad de 2.700 kg.

El proceso de molienda gruesa que se da en el molino de aspas, produce el licor de cacao que se almacena en el buffer 1 y que, posteriormente, pasa por el proceso de molienda fina que almacena su producción en el buffer 2.

- **Llenado de la tolva del molino de aspas**

- **Para tratamiento de tipo Alcalino**

Tabla 32: Tiempo de llenado de la tolva del molino de aspas, a partir del proceso del enfriador, para tratamiento de tipo Alcalino.

<i>TIEMPO DE LLENADO TOLVA MOLINO DE ASPAS (Alcalino)</i>	
Almacenamiento tolva (kg)	2.700,00
Capacidad enfriador (kg/h)	3.600,00
Capacidad enfriador (kg/enfriamiento)	1.800,00
Llenado de la tolva (h)	0,75
Llenado de la tolva (n° enfriamientos)	1,50

La tolva del molino de aspas tiene una capacidad de almacenamiento de 2.700 kg y es alimentada por el proceso del enfriador, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 3.600 kg por hora. Esta tolva demora en llenarse completamente 0,75 horas y, para eso, deben realizarse 1,5 procesos de enfriamiento.

- **Para tratamiento de tipo Natural**

Tabla 33: Tiempo de llenado de la tolva del molino de aspas, a partir del proceso del enfriador, para tratamiento de tipo Natural.

<i>TIEMPO DE LLENADO TOLVA MOLINO DE ASPAS (Natural)</i>	
Almacenamiento tolva (kg)	2.700,00
Capacidad enfriador (kg/h)	4.320,00
Capacidad enfriador (kg/enfriamiento)	1.800,00
Llenado de la tolva (h)	0,63
Llenado de la tolva (n° enfriamientos)	1,50

La tolva del molino de aspas tiene una capacidad de almacenamiento de 2.700 kg y es alimentado por el proceso del enfriador, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 4.320 kg por

hora. Esta tolva demora en llenarse completamente 0,63 horas y, para eso, también deben realizarse 1,5 procesos de enfriamiento.

- **Llenado del buffer 1**

Tabla 34: Tiempo de llenado del buffer 1, a partir del proceso de molienda gruesa (molino de aspas).

<i>TIEMPO LLENADO BUFFER 1</i>	
Almacenamiento buffer 1 (kg)	162,40
Capacidad molino de aspas (kg/h)	2.500,00
Capacidad molino de aspas (kg/pre-molienda)	146,90
Llenado de buffer 1 (h)	0,06
Llenado de buffer 1 (n° pre-moliendas)	1,11

El buffer 1 tiene una capacidad de almacenamiento de 162,4 kg y es alimentado por el proceso del molino de aspas, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 2.500 kg por hora. Este buffer demora en llenarse completamente 0,06 horas y, para eso, deben realizarse 1,11 procesos de pre-molienda.

- **Llenado del buffer 2**

- **Debido a uno de los molinos**

Tabla 35: Tiempo de llenado del buffer 2, a partir del proceso de molienda fina, tomando en cuenta uno de los molinos de bolas.

<i>TIEMPO LLENADO BUFFER 2 (un molino)</i>	
Almacenamiento buffer 2 (kg)	162,40
Capacidad molino de aspas (kg/h)	1.000,00
Capacidad molino de aspas (kg/molienda)	146,90
Llenado de buffer 2 (h)	0,16
Llenado de buffer 2 (n° moliendas)	1,11

El buffer 2 tiene una capacidad de almacenamiento de 162,4 kg y es alimentado por el proceso de uno de los molinos de bolas, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 1.000 kg por hora. Esta buffer demora en llenarse completamente 0,16 horas y, para eso, deben realizarse 1,11 moliendas.

- **Debido a los dos molinos**

Tabla 36: Tiempo de llenado del buffer 2, a partir del proceso de molienda fina, tomando en cuenta los dos molinos de bolas.

<i>TIEMPO LLENADO BUFFER 2 (dos molinos)</i>	
Almacenamiento buffer 2 (kg)	162,40
Capacidad molino de aspas (kg/h)	2.000,00
Capacidad molino de aspas (kg/molienda)	146,90
Llenado de buffer 2 (h)	0,08
Llenado de buffer 2 (n° moliendas)	1,11

El buffer 2 tiene una capacidad de almacenamiento de 162,4 kg y es alimentado por el proceso de los dos molinos de bolas, que a su vez tienen una capacidad de procesamiento de 1.000 kg por hora cada molino. Este buffer demora en llenarse completamente 0,08 horas y, para eso, deben realizarse también 1,11 moliendas.

### 5.4.3 Capacidad del área de prensa (área blanca) de la línea de producción

Tabla 37: Capacidad instalada de los tanques de almacenamiento pertenecientes al área de prensa (área blanca).

Área blanca								
Área de prensa								
	Tanques de homogenización 1	Tanque de homogenización 2	Tanque de homogenización 3	Tanques de homogenización 4	Tanque LCS	Tanque manteca cruda	Tanque manteca limpia 1	Tanque manteca limpia 2
Kg	20.000	20.000	20.000	11.940	384,78	7.000	7.000	7.000
Ton	20	20	20	11,94	0,38	7	7	7
Batches	11,10	11,10	11,10	6,6	0,20	3,9	3,9	3,9

Tabla 38: Capacidad operativa de los tanques de almacenamiento pertenecientes al área de prensa (área blanca).

Área blanca								
Área de prensa								
	Tanques de homogenización 1	Tanque de homogenización 2	Tanque de homogenización 3	Tanques de homogenización 4	Tanque LCS	Tanque manteca cruda	Tanque manteca limpia 1	Tanque manteca limpia 2
Kg	18.000	18.000	18.000	10.800	384,78	7.000	7.000	7.000
Ton	18	18	18	10,8	0,38478	7	7	7
Batches	10	10	10	6	0,2	3,9	3,9	3,9

Desde el proceso de molienda fina se alimentan los tanques de homogenización 1, 2 o 3 si el grano fue alcalinizado y el tanque 4 si el grano es de tipo natural. Los primero tres tanques tienen una capacidad instalada de 20 toneladas, sin embargo se utilizan sólo 18, mientras que el cuarto cuenta con una capacidad instalada de 11,94 toneladas y una operativa de 10,8 toneladas.

De los tanques de homogenización, se procede a acondicionar el licor de cacao en el tanque LCS, el cual cuenta con una capacidad operativa de 384,78 kg. De aquí se procede a prensar el licor y la manteca resultante pasa a ser almacenada en el tanque de manteca cruda, el cual tiene una capacidad de 7 toneladas.

Comienza el proceso de filtrado de la manteca cruda para obtener manteca limpia, ésta es almacenada en los tanques correspondientes, los cuales también cuentan con una capacidad de 7 toneladas.

- **Llenado de los tanques de homogenización 1, 2 y 3 para tratamiento de tipo Alcalino**
  - **Llenado debido a uno de los molinos**

Tabla 39: Tiempo de llenado de los tanques de homogenización 1, 2 y 3, a partir del proceso de molienda fina, tomando en cuenta uno de los molinos de bolas.

<i>TIEMPO DE LLENADO DE LOS TANQUES DE HOMOGENIZACIÓN 1, 2 y 3 (un molino)</i>	
Almacenamiento tanques (kg)	18.000,00
Capacidad molinos de bola (kg/h)	1.000,00
Capacidad molinos de bola (kg/molienda)	146,90
Llenado un tanque debido a un molino (h)	18,00
Llenado tres tanques debido a un molino (h)	54,00
Llenado un tanque debido a un molino (n° moliendas)	122,53
Llenado tres tanques debido a un molino (n° moliendas)	367,60

Los tanques de homogenización 1, 2 y 3 tienen una capacidad de almacenamiento de 18.000 kg cada uno y son alimentados por el proceso de uno de los molinos de bolas, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 1.000 kg por hora. Cada uno de los tanques se llenará completamente en 18 horas y, para eso, se deben realizar 122,53 moliendas. Si se busca llenar los tres tanques completamente, se demorará 54 horas y eso requerirá 367,60 moliendas.

- **Llenado debido a los dos molinos**

Tabla 40: Tiempo de llenado de los tanques de homogenización, a partir del proceso de molienda fina, tomando en cuenta los dos molinos de bolas.

<i>TIEMPO DE LLENADO DE LOS TANQUES DE HOMOGENIZACIÓN 1, 2 y 3 (dos molinos)</i>	
Almacenamiento tanques (kg)	18.000,00
Capacidad molinos de bola (kg/h)	1.000,00
Capacidad molinos de bola (kg/molienda)	146,90
Llenado un tanque debido a dos molinos (h)	9,00
Llenado tres tanques debido a dos molinos (h)	27,00
Llenado un tanque debido a dos molinos (n° moliendas)	61,27
Llenado tres tanques debido a dos molinos (n° moliendas)	183,80

Los tanques de homogenización 1, 2 y 3 tienen una capacidad de almacenamiento de 18.000 kg cada uno y son alimentados por el proceso de ambos molinos de bolas, que a su vez tienen una capacidad de procesamiento de 1.000 kg por hora cada molino. Cada uno de los tanques se llenará completamente en 9 horas y, para eso, se deben realizar 61,27 moliendas. Si se busca llenar los tres tanques se deben realizar 183,80 moliendas en un tiempo de 27 horas.

- **Llenado del tanque de homogenización 4 para tratamiento de tipo Natural**

- **Llenado debido a uno de los molinos**

Tabla 41: Tiempo de llenado del tanque de homogenización 4, a partir del proceso de molienda fina, tomando en cuenta uno de los molinos de bolas.

<i>TIEMPO DE LLENADO DE LOS TANQUES DE HOMOGENIZACIÓN 4 (un molino)</i>	
Almacenamiento tanque (kg)	10.800,00
Capacidad molinos de bola (kg/h)	1.000,00
Capacidad del molinos de bola (kg/molienda)	146,90
Llenado debido a un molino (h)	10,80
Llenado debido a dos molinos (n° moliendas)	73,52

El tanque de homogenización 4 tiene una capacidad de 10.800 kg y es alimentado por el proceso de uno de los molinos de bola, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 1.000 kg por hora. Este tanque demora en llenarse completamente 10,8 horas y, para eso, deben realizarse 73,52 moliendas.

- **Llenado debido a los dos molinos de bolas**

Tabla 42: Tiempo de llenado del tanque de homogenización 4, a partir del proceso de molienda fina, tomando en cuenta los dos molinos de bolas.

<i>TIEMPO DE LLENADO DE LOS TANQUES DE HOMOGENIZACIÓN 4 (dos molinos)</i>	
Almacenamiento tanque (kg)	10.800,00
Capacidad molinos de bola (kg/h)	1.000,00
Capacidad molinos de bola (kg/molienda)	146,90
Llenado debido a dos molinos (h)	5,40
Llenado debido a dos molinos (n° moliendas)	36,76

El tanque de homogenización 4 tiene una capacidad de 10.800 kg y es alimentado por el proceso de los dos molinos de bolas, que a su vez tienen una capacidad de procesamiento de 1.000 kg por hora cada uno. Este tanque demora en llenarse completamente 5,4 horas y, para eso, deben realizarse 36,76 moliendas.

- **Llenado del tanque de manteca cruda**

Tabla 43: Tiempo de llenado del tanque de manteca cruda, a partir del proceso de prensado.

<i>TIEMPO LLENADO TANQUE MANTECA CRUDA</i>	
Almacenamiento tanque (kg)	7.000,00
Capacidad prensa (kg/h)	549,47
Capacidad prensa (kg/prensada)	81,40
Llenado del tanque (h)	12,74
Llenado del tanque (n° prensadas)	86,00

El tanque de manteca cruda tiene una capacidad de almacenamiento de 7.000 kg y es alimentado por el proceso de prensado, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 549,47 kg por hora. Este tanque demora en llenarse completamente 12,74 horas y, para eso, deben realizarse 86 prensadas.

- **Llenado de los tanques de manteca limpia**

Tabla 44: Tiempo de llenado de los tanques de manteca limpia, a partir del proceso de filtrado.

<i>TIEMPO LLENADO TANQUES MANTECA LIMPIA</i>	
Almacenamiento tanque (kg)	7.000,00
Capacidad filtro(kg/h)	1.500,00
Capacidad filtro(kg/filtrada)	1.612,90

Llenado de un tanque (h)	4,67
Llenado de dos tanques (h)	9,33
Llenado de un tanque (n° filtradas)	4,34
Llenado de dos tanques (n° filtradas)	8,68

Los tanques de manteca limpia tienen una capacidad de almacenamiento de 7.000 kg cada uno y son alimentados por el proceso de filtrado, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 1.500 kg por hora. Cada uno de los tanques se llenará completamente en 4,67 horas y, para eso, se deben realizar 4,34 filtradas. Si se quiere llenar los dos tanques se deben realizar 8,68 filtradas en un tiempo de 9,33 horas.

#### 5.4.4 Capacidad del área de manteca (área blanca) de la línea de producción

Tabla 45: Capacidad instalada del tanque de almacenamiento perteneciente al área de llenado de manteca (área blanca).

	Área blanca
	Área de manteca
	Tanque de llenado
Kg	1.530,00
Ton	1,53
Batchs	0,90

Tabla 46: Capacidad operativa del tanque de almacenamiento perteneciente al área de llenado de manteca (área blanca).

	Área blanca
	Área de manteca
	Tanque de llenado
Kg	1.384,2
Ton	1,3842
Batchs	0,8

Desde los tanques de manteca limpia se suministra manteca para el tanque de llenado, el cual cuenta con una capacidad operativa de 1.384,2 kg y es el que permite el llenado de las cajas de manteca como producto terminado.

#### 4.4.5 Capacidad del área de planta de polvo (área blanca) de la línea de producción

Tabla 47: Capacidad instalada de los silos y las tolvas pertenecientes al área de planta de polvo (área blanca).

Área blanca			
Área de planta de polvo			
	Cake Bunker	Silo 1	Silo 2
Kg	20.000	1.813,00	725,00
Ton	20	1,81	0,73
Batches	11,1	1,00	0,40

Tabla 48: Capacidad operativa de los silos y las tolvas pertenecientes al área de planta de polvo (área blanca).

Área blanca			
Área de planta de polvo			
	Cake Bunker	Silo 1	Silo 2
Kg	18.090,91	1.640	656
Ton	18,09	1,64	0,656
Batches	10,10	0,9	0,4

El área de prensado produce las tortas de cacao que son procesadas por el cake breaker y luego se trasladan al cake bunker, el cual tiene una capacidad de 20 toneladas.

Luego de esto, ocurre el proceso de pulverizado y se traslada el polvo de cacao al silo 1 para la estabilización del polvo mediante el filtrado y, seguidamente, se almacena en el silo 2 para finalmente llenar los sacos. Cada uno de estos silos cuenta con capacidades de 1.640 y 656 kg, respectivamente.

- **Llenado del Cake Bunker**

Tabla 49: Tiempo de llenado del Cake Bunker, a partir del proceso de prensado.

<i>TIEMPO LLENADO CAKE BUNKER</i>	
Almacenamiento cake bunker (kg)	20.000,00
Capacidad prensa (kg/h)	824,20
Capacidad prensa (kg/prensada)	122,10
Llenado cake bunker (h)	24,27
Llenado cake bunker (n° prensadas)	163,80

El Cake Bunker tiene una capacidad de almacenamiento de 20.000 kg y es alimentado por el proceso de prensado, que a su vez tiene una capacidad de procesamiento de 824,2 kg por hora. Éste demora en llenarse completamente 24,27 horas y, para eso, se necesitan 163,80 procesos de prensado.

- **Llenado del silo 1**

- **De acuerdo a su capacidad instalada**

Tabla 50: Tiempo de llenado del silo 1, a partir del proceso del molino clasificador y de acuerdo a su capacidad instalada.

<i>TIEMPO LLENADO SILO 1 (instalada)</i>	
Almacenamiento silo 1 (kg)	1.640,00
Capacidad molino clasificador (kg/h)	1.500,00
Capacidad molino clasificador (kg/molienda)	1.640,00
Llenado silo 1 (h)	1,09
Llenado silo 1 (n° moliendas)	1,00

El silo 1 tiene una capacidad de almacenamiento de 1.640 kg y es alimentado por el proceso del molino clasificador, que a su vez tiene una capacidad instalada de procesamiento de 1.500 kg por hora. Este silo demora en llenarse completamente 1,09 horas y, para eso, se necesita 1 proceso de molienda.

- **De acuerdo a su capacidad operativa**

Tabla 51: Tiempo de llenado del silo 1, a partir del proceso del molino clasificador y de acuerdo a su capacidad operativa.

<i>TIEMPO LLENADO SILO 1 (operativa)</i>		
Almacenamiento silo 1 (kg)	1.640,00	El silo 1 tiene una capacidad de almacenamiento de 1.640 kg y es alimentado por el proceso del molino clasificador, que a su vez tiene una capacidad operativa de procesamiento de 900 kg por hora. Este silo demora en llenarse completamente 1,82 horas y, para eso, se necesita también 1 proceso de molienda.
Capacidad molino clasificador (kg/h)	900,00	
Capacidad molino clasificador (kg/molienda)	1.640,00	
Llenado silo 1 (h)	1,82	
Llenado silo 1 (n° moliendas)	1,00	

El silo 1 tiene una capacidad de almacenamiento de 1.640 kg y es alimentado por el proceso del molino clasificador, que a su vez tiene una capacidad operativa de procesamiento de 900 kg por hora. Este silo demora en llenarse completamente 1,82 horas y, para eso, se necesita también 1 proceso de molienda.

- **Llenado del silo 2**
  - **De acuerdo a su capacidad instalada**

Tabla 52: Tiempo de llenado del silo 2, a partir del proceso del molino clasificador y de acuerdo a su capacidad instalada.

<i>TIEMPO LLENADO SILO 2 (instalada)</i>	
Almacenamiento silo 2 (kg)	656,00
Capacidad molino clasificador (kg/h)	1.500,00
Capacidad molino clasificador (kg/molienda)	1.640,00
Llenado silo 1 (h)	0,44
Llenado silo 1 (n° moliendas)	0,40

El silo 2 tiene una capacidad de almacenamiento de 656 kg y es alimentado por el proceso del molino clasificador, que a su vez tiene una capacidad instalada de procesamiento de 1.500 kg por hora. Este silo demora en llenarse completamente 0,44 horas y, para eso, se necesitan 0,4 procesos de molienda.

- **De acuerdo con la capacidad operativa**

Tabla 53: Tiempo de llenado del silo 2, a partir del proceso del molino clasificador y de acuerdo a su capacidad operativa.

<i>TIEMPO LLENADO SILO 2 (operativa)</i>	
Almacenamiento silo 2 (kg)	656,00
Capacidad molino clasificador (kg/h)	900,00
Capacidad molino clasificador (kg/molienda)	1.640,00
Llenado silo 2 (h)	0,73
Llenado silo 2 (n° moliendas)	0,40

Este silo 2 tiene una capacidad de almacenamiento de 656 kg y es alimentado por el proceso del molino clasificador, que a su vez tiene una capacidad operativa de procesamiento de 900 kg por hora. Este silo demora en llenarse completamente 0,73 horas y, para eso, se necesitan también 0,4 procesos de molienda.

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

Este diagnóstico de capacidad tiene como finalidad medir y calcular la capacidad productiva de cada uno de los procesos que conforman el sistema de producción, para así poder tomar acciones

en cuanto al diseño y la planificación de posibles y necesarias inversiones que permitan aumentar los ingresos y la utilidad de la planta.

Los procesos de los cuellos de botella son los que restringen la capacidad productiva actual de la planta, y serán éstos mismos los que ayudarán a tomar las decisiones sobre posibles inversiones con el fin de lograr que el cuello de botella de la empresa esté dictado por el mercado.

Para productos terminados previamente tratados de tipo Alcalino, el proceso que más demora en realizarse y, por lo tanto el cuello de botella de la línea, es el realizado por el tostador. En el caso de productos tratados de tipo Natural, el proceso cuello de botella de la línea es el realizado por el winnover.

Tomando en cuenta que la reducción del tiempo de cada proceso realizado en cualquiera de estos dos equipos es irrealizable, se recomienda a la empresa hacer la inversión de un nuevo tostador para la línea de producción de Alcalino y la de un nuevo winnover para línea de producción de Natural. En el caso de contar con los recursos para, únicamente, realizar una sola de estas dos, sería ideal optar por la opción del adquirir el tostador, ya que los productos obtenidos de la línea de tratamiento alcalinizada son mucho más solicitados y requeridos por los clientes y consumidores, lo que la coloca como prioritaria.

Todo esto permitirá obtener un proceso más fluido y equitativo que traerá como consecuencia la posibilidad de aumentar los ingresos provenientes del licor, la manteca y el polvo de cacao.

## 7. Anexos

Tabla 54: Puntos críticos de control en la producción de licor, manteca y polvo de cacao.

<i>PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL</i>				
Número	Área	Equipo que lo realiza	Parámetros a cumplir	Frecuencia
PCC1	Tostador	Tostador	Mantener la temperatura en 120° durante 3 minutos	Durante cada tostada
PCC2	Llenado de manteca	Detector de metales	Detección de partículas ferrosas menores a 1,5mm, no ferrosas a 1,5 mm y de acero inoxidable a 2 mm	Chequeo para cada caja
PCC3	Planta de polvo	Detector de metales	Detección de partículas ferrosas menores a 1,5mm, no ferrosas a 1,5 mm y de acero inoxidable a 2 mm	Chequeo para cada saco

*Fuente: Procesadora Cacao Real C.A (2018)*

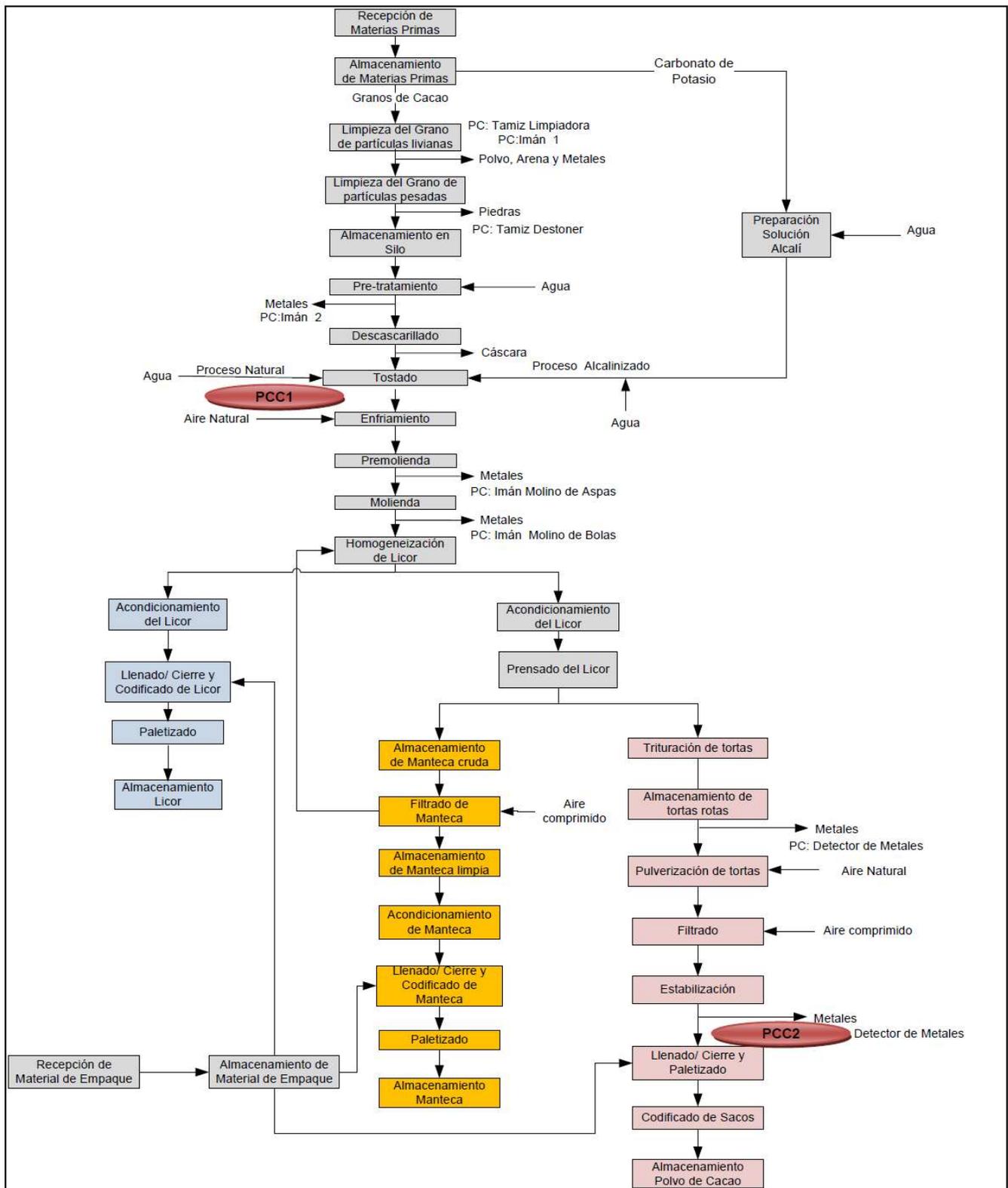
Tabla 55: Puntos de control en la producción de licor, manteca y polvo de cacao.

<i>PUNTOS DE CONTROL</i>					
Número	Área	Equipo en el que se realiza	Equipo específico que identifica	Parámetros a cumplir	Frecuencia
PC1	Gris	Limpiadora	Tamiz limpiadora	Separación de arena, polvillos, hilos y granos múltiples	Cada vez que se procesen los granos de cacao

PC2	Gris	Limpiadora	Imán 1	Retención de materiales extraños de carácter metálico	Cada vez que se procesen los granos de cacao
PC3	Gris	Destoner	Tamiz destoner	Separación de piedras y materia pesada	Cada vez que se procesen los granos de cacao
PC4	Gris	Winnover	Imán 2	Retención de posibles partículas metálicas presentes antes del descascarillado	Cada vez que se procesen los granos de cacao
PC5	Tostador	Molino de aspas	Imán 3	Retención de partículas metálicas antes del proceso de molienda gruesa	Cada vez que vayan a pasar por molienda gruesa los nibs de cacao
PC6	Tostador	Molino de bolas	Imán 4	Retención de partículas metálicas antes del proceso de molienda fina	Cada vez que vayan a pasar por molienda fina los nibs de cacao
PC7	Planta de polvo	Cake bunker	Detector de metales	Detección de partículas de carácter metálico antes del proceso de estabilización	Cada vez que se vaya a estabilizar el polvo de cacao

*Fuente: Procesadora Cacao Real C.A (2018)*

Figura 1: Diagrama de flujo en el procesamiento de manteca y polvo de cacao.



Fuente: Procesadora Cacao Real C.A (2013)

## 8. Referencias bibliográficas

- Pérez, J. y Gardey, A. (2008). Definición de proceso de producción. *Definición.de*. Recuperado de <https://definicion.de/proceso-de-produccion/>
- Pérez, J. (2008). Definición de sistema. *Definición.de*. Recuperado de <https://definicion.de/sistema/>
- Definición a.com (2014). Definición y etimología de almacenamiento. Bogotá: E-Cultura Group. Recuperado de <https://definiciona.com/almacenamiento/>
- Camacho, F. y Díaz, M. (2013). Capacidad instalada. *Academia.edu*. Recuperado de [http://www.academia.edu/4969230/CAPACIDAD\\_INSTALADA](http://www.academia.edu/4969230/CAPACIDAD_INSTALADA)
- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2009). Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. Recuperado de <http://www.academia.edu/15128030/Administracion-de-operaciones-y-produccion-12-ed-chase-aquilano-jacobs-11>