
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 27

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE DOSIFICACION
PARALELO Y TRANSPORTE NEUMATICO PARA EL AUMENTO
DE LA CAPACIDAD DE MEZCLADO EN UN 50%**

**ESTEBAN FLÓREZ DUQUE
SERGIO DANIEL GIRALDO FERNÁNDEZ**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTOS DE ELECTROMECHANICA - ELECTRONICA
ING. ELECTROMECHANICA – ING. ELECTRONICA
MEDELLIN
2017**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE DOSIFICACION
PARALELO Y TRANSPORTE NEUMATICO PARA EL AUMENTO
DE LA CAPACIDAD DE MEZCLADO EN UN 50%**


**ESTEBAN FLÓREZ DUQUE
SERGIO DANIEL GIRALDO FERNÁNDEZ**

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de Ingenieros en
Electromecánica - Electrónica**

asesor: Juan Sebastián Botero

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTOS DE ELECTROMECHANICA - ELECTRONICA
ING. ELECTROMECHANICA – ING. ELECTRONICA
MEDELLIN**

2017


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este proyecto pretende aumentar la capacidad de producción en el área de productos mezclados en la INDUSTRIA COLOMBIANA DE CAFÉ COLCAFE S.A.S, disminuyendo los tiempos de mezclado de ingredientes por lote e instalando un sistema de transporte neumático para minimizar el riesgo de caída de objetos a diferente altura y riesgos ergonómicos al personal operativo. Con este proyecto lograremos aumentar en un 50 % la producción y se lograra una disminución en materiales de empaque para el mezclado del producto, lo que representa un ahorro significativo en la producción del café mezclado.

La metodología que se implementó durante la ejecución del proyecto fue la adoptada por la metodología TPM en el pilar de control inicial, la cual será explicada durante los capítulos de este informe.

Entre los principales resultados se lograra eliminar el riesgo de caída de objetos a diferente nivel, con la instalación de un elevador de carga, en línea con la ejecución del proyecto se logra aumentar la capacidad de mezclado, debido a que los tiempo de transporte y dosificación se reducen en un 50%.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que hicieron parte en la realización de este trabajo. Por esto, agradecemos a INDUSTRIA COLOMBIANA DE CAFÉ por habernos brindado la oportunidad de presentar e implementar un plan de mejora para el aumento en la capacidad de producción en uno de sus procesos, también a Luis Fernando Hidalgo quien lidero este proyecto que estuvo dispuesto y al tanto del desarrollo de este proyecto, brindando en sí las herramientas necesarias para la ejecución de este; sin dejar a un lado Juan Camilo Gómez jefe de proyectos de la compañía quien dio el aval para la participación activa en este proyecto de mejoramiento.

Esteban Flórez Duque

Sergio Daniel Giraldo Fernández

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 22

ACRÓNIMOS

TPM Mantenimiento Total Productivo

CI Control Inicial

HMI Interfaz Hombre Máquina

PLC Controlador Lógico Programable

CAD Dibujo Asistido por Computador

SAP Sistemas aplicaciones y productos



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. GENERAL.....	12
2.2. ESPECÍFICOS.....	12
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1. DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES.....	13
3.1.1. Calculo de silos.....	14
3.1.2. Calculo del transportador helicoidal.....	17
4. METODOLOGÍA.....	25
4.1. DIAGNÓSTICO INICIAL.....	25
4.1.1. Equipo de trabajo.....	25
4.1.2. Roles y responsabilidades.....	26
4.1.3. Recolección de información y antecedentes de proceso.....	26
4.1.4. Análisis y plan de acción para eliminar riesgo de seguridad.....	31
4.1.5. Montaje mecánico y estructural del proceso.....	33
4.1.6. Sistema de transporte a la maquina mezcladora.....	37
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1. RESULTADOS.....	38
5.2. Elevador de carga.....	38
5.3. Montaje mecánico y estructural.....	43
5.4. Descripción del proceso después de la intervención.....	44
6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	48
6.1. CONCLUSIONES.....	48
6.2. RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	48
REFERENCIAS.....	50
Bibliografía.....	50
APÉNDICE.....	51

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Capacidad de tornillos con paso especial	18
Tabla N° 2: Capacidad de tornillos con transportador helicoidal	18
Tabla N° 3: Capacidad de tornillos con transportador paletas mezcladoras	19
Tabla N° 4: Componentes mecánicos según el material para la mezcla.....	19
Tabla N° 5: Diámetros tornillos transportadores.....	21
Tabla N° 6: Asignación de bujes	21
Tabla N° 7: Porcentaje de carga transportador	22
Tabla N° 8: Paso por paleta en transportador	22
Tabla N° 9: Eficiencia en transmisión.....	22
Tabla N° 10: Integrantes del proyecto	25
Tabla N° 11: Roles y responsabilidades Fase 1	26
Tabla N° 12: Medición inicial producción de café mezclado.....	28
Tabla N° 13: Problemas encontrados.....	30
Tabla N° 14: Roles y responsabilidades Fase 2.....	31
Tabla N° 15: Roles y responsabilidades Fase 3.....	33
Tabla N° 16: Roles y responsabilidades Fase 4.....	37
Tabla N° 17: Estado final problemas encontrados	42
Tabla N° 18: Medición de los tiempos de producción de café mezclado antes y después de la intervención.....	45

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Presiones en un silo	15
Figura N° 2: Dispositivo para subir insumos al Segundo nivel	32
Figura N° 3: Sistema de transporte antes de intervención del proyecto.....	32
Figura N° 4: Montaje mecánico antes de la intervención	34
Figura N° 5: Inclinación de ductos con vibradores	35
Figura N° 6: Ductos de dosificación maquina mezcladora	35
Figura N° 7: HMI antes de la implementación del proyecto.....	36
Figura N° 8: Elevador de carga	38
Figura N° 9: Tolva para dosificación de ingredientes de baja fluidez	39
Figura N° 10: Aumento de inclinación en ductos.....	40
Figura N°11: Loza de comunicación entre pisos se sella	40
Figura N° 12: Ejemplo guía de mantenimiento	41
Figura N° 13: HMI nueva implementación	42
Figura N° 14: Montaje de tolvas bascula.....	43
Figura N° 15: Sistema de transporte por vacio.....	44
Figura N° 16: Modificación de soporte tolvas bascula.....	47

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

LISTA DE GRAFICOS

Grafico N° 1: Referencias por minuto.....	29
Grafico N° 2: Referencias por minuto antes y después de la intervención.....	46

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


1.INTRODUCCIÓN

Por muchos años el café ha sido una de las bebidas predilectas de los colombianos, en la última década ha tomado fuerza el concepto del café mezclado con otros ingredientes lo cual dinamiza el consumo de este producto y llega a todo tipo de consumidor con diferentes preferencias, entre estos se encuentran los cappuccinos y otras mezclas las cuales su ingrediente principal sigue siendo el café.

En el proceso industrializado del café existen varios procesos que intervienen en la producción de café molido y soluble, siendo este último el ingrediente principal para el café mezclado, el cual es producción en la compañía con los estándares más altos de calidad. Este café es empacado en máquinas de empaque las cuales usan una dosificación volumétrica, la cual nos sirve como referente para dimensionar el proyecto que pretendemos realizar.


A nivel del grupo Nutresa existen varios procesos de dosificación de ingredientes y mezclados los cuales son referentes para la implementación del sistema, que se pretende realizar con un sistema de dosificación y pesaje en línea tal como se tiene en la actualidad en algunas empresas del grupo, en dosificación de ingredientes para preparación de galletas y chocolates.

En la actualidad la Industria Colombiana de Café – Colcafé S.A.S cuenta con un proceso que produce este tipo de café mezclado con variados ingredientes, el cual representa un porcentaje significativo en las ventas de la compañía, donde cada año los indicadores de ventas para este tipo de producto van creciendo por esta razón se hace necesario la implementación de un proyecto de mejoramiento que aumente la capacidad de producción en el proceso con el cual cuenta la compañía actualmente.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 22

Este proyecto está dividido en varios capítulos en los cuales se menciona desde el diagnóstico inicial y perfectibilidad del proyecto hasta como se alcanzan los objetivos.

Finalmente se presenta los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto y en definitiva las conclusiones y recomendaciones brindadas al respecto, permitiendo el mejoramiento del proceso de mezclado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 22


2.OBJETIVOS

2.1.GENERAL

Implementar un sistema dosificador de los ingredientes de forma simultánea o paralela, aumentando la capacidad de mezclado en un 50% y garantizando minimizar los riesgos de seguridad que se tiene en el proceso con la optimización de los recursos de materiales y mano de obra.

2.2.ESPECÍFICOS

- Identificar las perdidas actuales en el proceso de mezclado y evaluar los riesgos asociados.
- Implementar un sistema de transporte y dosificación simultanea para la optimización de los recursos.
- Garantizar la operación correcta y segura de los equipos que se implementaron en el proceso.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. MARCO TEÓRICO

3.1. DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

La dosificación exacta de los componentes y su correcto mezclado en la industria son dos partes fundamentales a la hora de conseguir un alimento con las especificaciones deseadas. Los dos tipos de dosificadoras más conocidas son:

- **Dosificadoras volumétricas**

Las dosificadoras volumétricas son la solución básica, más simple y económica para diferentes aplicaciones de dosificación. El material se retiene en una tolva que alimenta un volumen constante en un tiempo preestablecido mediante la regulación de la velocidad del dosificador. El volumen del material se determina mediante calibración. El proceso de la dosificación depende de la uniformidad del flujo y densidad del material.

- **Dosificación gravimétrica**


La dosificación gravimétrica integra además un sistema de pesaje y regulación de la velocidad del dispositivo. El control del sistema corrige el flujo de los materiales no uniformes y las variaciones de densidad, consiguiendo una dosificación muy precisa. En este proceso, la tolva y el dosificador se depositan en un sistema de pesaje.

Una vez tasado y calibrado el peso del depósito y de la tolva, se procede a la descarga del material y se mide la pérdida de peso en el tiempo preestablecido. El valor real obtenido se compara con un valor deseado y la diferencia permite al sistema corregir la velocidad de alimentación. Cuando el material de la tolva alcanza un mínimo, se interrumpe el control gravimétrico y la tolva se vuelve a llenar. Durante este tiempo el control es volumétrico a partir de la referencia preestablecida.

- **Silo**

Se denomina silo a un dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados. Generalmente es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior.

Nolasco, E. J. (2013)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.1.1. Cálculo de silos

La formulación para el cálculo de silos se basa fundamentalmente en los trabajos desarrollados por Janssen, Airy y M. y A. Reimbert.

Janssen establece por primera vez una ecuación para el cálculo de presiones en un silo, considerando el equilibrio de fuerzas en una parte elemental de material ensilado. Esta teoría sirvió de base para las primeras normas de cálculo y para posteriores desarrollos. En estudios de presiones de descarga de silos fueron importantes las contribuciones de Walker y Jenike que refuerzan la idea de las variaciones en la presión durante la carga y descarga del producto en el silo.

Aportaciones más recientes se han centrado en estudios utilizando métodos de elementos finitos y también a la determinación de propiedades físicas de los productos almacenados y a la adaptación de las normas a los últimos avances científicos.

Las hipótesis en que se basa la teoría de Janssen son:

- Las presiones horizontales son constantes en un mismo plano horizontal;
- El valor del ángulo de rozamiento (Φ_w) del producto con la pared es constante;
- El peso específico del producto es uniforme;
- Las paredes del silo son totalmente rígidas;


La relación entre las presiones horizontales y verticales, K, es constante en toda la altura del silo siendo (1):

$$K = \frac{P_h}{P_v} \quad (1)$$

Y el valor empírico para K está dado por (2):

$$K = \frac{1 - \sin \Phi_i}{1 + \sin \Phi_i} = tg^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\Phi_i}{2} \right) \quad (2)$$

Siendo Φ_i el ángulo de rozamiento interno, en radianes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La formulación de Janssen establece el equilibrio de una lámina elemental de producto de altura dz con peso específico y sujeto a las presiones verticales P_v (3), a las debidas al rozamiento P_{wf} (4) y a la fuerza horizontal P_{hf} (5) sobre las paredes:

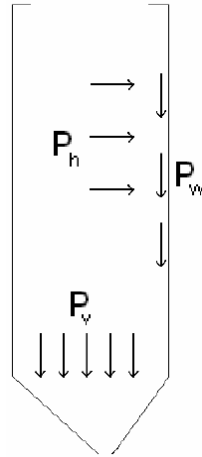


Figura N° 1: Presiones en un silo

$$P_v(z) = \frac{\gamma A}{K_s \mu U} C_z(z) \quad (4)$$

$$P_{wf}(z) = \gamma \frac{A}{U} C_z(z) \quad (5)$$

$$P_{ph}(z) = \frac{\gamma A}{\mu U} C_z(z) \quad (6)$$


$$C_z(z) = 1 - e^{\left(\frac{-z}{z_0}\right)} \quad (7)$$

$$z_0 = \frac{A}{K_s \mu U} \quad (8)$$

En las ecuaciones (7) y (8) para hallar el coeficiente de Janssen se tienen variables que se definirán como:

C_z = coeficiente de Janssen.

A = área de la sección transversal del silo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

U= perímetro del silo.

γ = peso específico del producto.

μ = coeficiente de rozamiento de la pared.

Ks= relación de presiones horizontal y vertical.

z= profundidad.

La fuerza vertical resultante sobre una pared [Pw (z)] por unidad de longitud del perímetro actuando a una profundidad z se obtiene como (9):

$$P_w(z) = \int_0^z P_{wf}(z) dz = \gamma \frac{A}{U} [z - z_0 C_z(z)] \quad (9)$$

La formulación de Airy se basa en la consideración del equilibrio estático de una cuña de material almacenado sobre el plano de ruptura.


$$P_h(z) = \frac{\gamma z}{\mu + \mu_1} \left[1 - \sqrt{\frac{1 + \mu^2}{\frac{z}{R}(\mu + \mu_1) + 1 - \mu\mu_1}} \right] \quad (10)$$

En la ecuación (10):

R = radio del silo

Γ = peso específico del producto

$\mu = \text{tg}\Phi_w$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Aunque el procedimiento de Reimbert es similar al de Airy, M. y A. Reimbert [6] observaron que la relación entre la presión horizontal y la presión vertical varía con la altura del material y la forma del silo de (11). Por tanto, el coeficiente K, que relaciona las presiones horizontales y verticales, no es constante.

$$P_h(z) = P_{m\acute{a}x} \left[1 - \left(\frac{z}{C} + 1 \right)^{-2} \right] \quad (11)$$

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{\gamma R}{2\mu_1} \quad (12)$$

$$C = \frac{R}{2\mu_1 K} \quad (13)$$

(E. Gómez-Senent Martínez, 2006)

3.1.2. Calculo del transportador helicoidal


- **Velocidad del Transportador**

Para transportadores con helicoidales de paso estándar o completo, la velocidad puede ser calculada con la siguiente formula (14):

$$N = \frac{\text{Capacidad Requerida en pies cúbicos por hora}}{\text{Pies cúbicos por hora @1RPM}} \quad (14)$$

$$N = \text{Revoluciones por minuto del helicoidal}$$

Para calcular la velocidad de un transportador helicoidal, que utilice helicoidales especiales como helicoidales de paso corto, helicoidal con corte y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

doblez, helicoidal con corte y helicoidal de listón, debe utilizarse una capacidad requerida equivalente calculada con los factores de las Tablas.

El factor CF1 se relaciona al paso del helicoidal. El factor CF2 se refiere al tipo de helicoidal. El factor CF3 se relaciona al uso de paletas mezcladoras intercaladas en los helicoidales.

La capacidad equivalente, se calcula multiplicando la capacidad requerida por los diferentes factores de capacidad. Estos factores los encuentra en las Tablas.

(Capacidad Requerida en Pies cúbicos por hora) = (en Pies cúbicos por hora) (CF1) (CF2) (CF3)

Tabla N° 1: Capacidad de tornillos con paso especial

Factores de capacidad para transportador con paso especial CF ₁		
Paso	Descripción	CF ₁
Estándar	Paso= Diámetro del helicoidal	1.00
Corto	Paso= $\frac{2}{3}$ Diámetro del helicoidal	1.50
Medio	Paso= $\frac{1}{2}$ Diámetro del helicoidal	2.00
Largo	Paso= $1\frac{1}{2}$ Diámetro del helicoidal	0.67

Tabla N° 2: Capacidad de tornillos con transportador helicoidal

Factores de capacidad para transportador con helicoidal especial CF ₂			
Tipo de helicoidal	Carga del transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con corte y doblez	No se recomienda	3.75	2.54
Helicoidal de listón	1.04	1.37	1.62

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla N° 3: Capacidad de tornillos con transportador paletas mezcladoras

Capacidad para transportador con paletas mezcladoras CF ₃					
Paletas estándar de paso invertido a 45°	Paleta por paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor CF ₃	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

$$CF = 2.23 \text{ En una Rpm} \quad (15)$$

$$CF_1 = \frac{2}{3} \text{ Del diámetro pitch}=1.5 \quad (16)$$

$$CF_2 = 1 \quad (17)$$

$$CF_3 = 1 \quad (18)$$

Los valores de las ecuaciones (15), (16), (17) y (18) fueron tomados de las tablas Tabla N° 1, Tabla N° 4 y Tabla N° 3.

Se calcula N con base a las revoluciones requeridas como (19) y (20):


$$N = \frac{158 \frac{ft^3}{h}}{2.23} = 70.8 \frac{ft^3}{h} \quad (19)$$

$$\text{Para } 615 \frac{l}{5min}; N = 116.7 \frac{ft^3}{h} \quad (20)$$

Tabla N° 4: Componentes mecánicos según el material para la mezcla

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de material	Selección de rodamiento intermedio	Serie de componentes	Factor de material F _m	Carga de arlesa
Azúcar, refinada, granulada seca	50 – 55	B6-35PU	S	1	1.0-1.2	30A
Café en polvo, soluble	19	A40-35PUY	S	1	0.4	45
Leche en polvo	20 - 45	B6-25PM	S	1	0.5	45

(Martin, 2016)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Cálculo de potencia HP**

La potencia requerida (23) es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (21) y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada (22) multiplicada por el factor de sobrecarga F_o y dividido entre la eficiencia total de la transmisión (e), o:

$$HP_f = \frac{LNF_dF_b}{1000000} = (\text{Potencia para mover el transportador vacio}) \quad (21)$$

$$HP_m = \frac{CLWF_fF_mF_p}{1000000} = (\text{Potencia para mover el material}) \quad (22)$$

$$HP_{Total} = \frac{(HP_f + HP_m)F_o}{e} \quad (23)$$

Los siguientes factores determinan la potencia requerida de un transportador helicoidal:

L = Longitud total del transportador, en pies.

N = Velocidad de Operación, RPM (revoluciones por minuto).

F_d = Factor del diámetro del transportador (Tabla 1-2).

F_b = Factor del buje para colgante (Tabla 6).

C = Capacidad en pies cubico por hora.

W = Densidad del material en libras por pie cubico.

F_f = Factor de helicoidal (Tabla 2).

F_m = Factor de material (Tabla 4).

F_p = Factor de las paletas (cuando se requieran) (Tabla 8).

F_o = Factor de sobrecarga (7).

e = Eficiencia de la transmisión (Tabla 9).

(Harper, 2004)


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla N° 5: Diámetros tornillos transportadores

Factor del diámetro del transportador, F_d			
Diámetro del helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d	Diámetro del helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0

Tabla N° 6: Asignación de bujes

Factor del buje para colgante		
Tipo de buje	Factor de buje para colgante F_d	
B	▪ Rodamiento de bolas	1.0
L	▪ Bronce	2.0
S	▪ Bronce grafitado	2.0
	▪ Bronce, impregnado en aceite	
	▪ Madera, impregnado en aceite	
	▪ Nylatron	
	▪ Nylon	
	▪ Teflón	
	▪ UHMH	
	▪ Uretano	
	▪ Hierro endurecido	3.4
H	▪ Superficie endurecida	4.4
	▪ Stellite	
	▪ Cerámica	


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla N° 7: Porcentaje de carga transportador

Tipo de helicoidal	F _f Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoidal con corte	1.10	1.15	1.20	1.3
Con corte y doblez	-	1.50	1.70	-
Helicoidal de listón	1.05	1.14	1.20	-

Tabla N° 8: Paso por paleta en trasportador

Factor de paleta, F _p					
Paletas estándar por paso					
Número de paletas por paso	0	1	2	3	4
F _p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Tabla N° 9: Eficiencia en transmisión

Factor de eficiencia (e) de las transmisiones			
Bandas en V	Bandas en V y acople	Motorreductor con acople	Motorreductor con transmisión de cadena
.88	.87	.95	.87

$$L = 3,28 \text{ ft}$$

$$N = 90 \text{ RPM}$$

$$F_d = 18$$

$$F_b = 1$$

$$C = 260.6 \frac{\text{ft}^3}{\text{h}}$$


$$W = 50 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$F_f = 1$$

$$F_m = 1.2$$

$$F_p = 1$$

$$F_o = 3$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$e = .88$$

Con base en los valores anteriores y las ecuaciones (21), (22) y (23) se obtiene (26):

$$HP_f = \frac{3.28 * 90 * 18 * 1}{1000000} = \frac{5313.6}{1000000} = 0.005 \quad (24)$$

$$HP_m = \frac{260.6 * 3.28 * 50 * 1 * 1.2 * 1}{1000000} = \frac{5128.608}{1000000} = 0.05 \quad (25)$$

$$HP_{Total} = \frac{(0.05 + 0.005) * 3}{0.88} = 0.18HP \quad (26)$$

- **Volumen por espiral**

$$\text{Diámetro interior} = 2\frac{1}{8}in$$

$$\text{Diámetro exterior} = 6in$$

Se reemplazan los valores anteriores en (27) y (28) respectivamente:

$$A_{int} = \frac{\pi * \left(2\frac{1}{8}in\right)^2}{4} = 4.43in^2 \quad (27)$$

$$A_{ext} = \frac{\pi * (6in)^2}{4} = 28.27in^2 \quad (28)$$

$$A_{Total} = A_{ext} - A_{int} = (28.27 - 4.43)in^2 = 23.844in^2 \quad (29)$$


Con el área total calculada en (29):

$$V = A_{Total} * Pitch(4in) \quad (30)$$

$$V = 23.844in^2 * 4in = 95.376in^3$$

$$V = 0.05ft^3 \quad (31)$$

$$\text{Para } 15.24ft^3 \text{ ó } 375\frac{l}{5min} \quad (32)$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para el valor requerido en (32) se tienen las cantidades de vueltas de (33) y (34):

$$\# \text{ de vueltas} = 264.8 \text{ en } 5\text{min} \quad (33)$$

$$\# \text{ de vueltas} = 52.96 \text{ por min} \quad (34)$$


$$\text{Para } 21.72\text{ft}^3 \text{ ó } 615 \frac{l}{5\text{min}} \quad (35)$$

Para el valor requerido en (35) se tienen las cantidades de vueltas de (36) y (37):

$$\# \text{ de vueltas} = 434.4 \text{ en } 5\text{min} \quad (36)$$

$$\# \text{ de vueltas} = 86.88 \text{ por min} \quad (37)$$

(Martin, 2016)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. METODOLOGÍA


4.1. DIAGNÓSTICO INICIAL

4.1.1. Equipo de trabajo

El proyecto se conforma con el recurso humano de la empresa el cual es integrado por diferentes actores interdisciplinarios de las áreas en la compañía entre los cuales se encuentran ingenieros de producción, calidad y mantenimiento al igual que ingenieros civiles. A continuación se presenta en la tabla el equipo de trabajo para este proyecto. Ver Tabla N°11.

Tabla N° 10: Integrantes del proyecto


		ACTORES E INTERESADOS DEL PROYECTO			
Proyecto:		AUMENTO CAPACIDAD DE MEZCLADO		Proyecto No.:	FHCM16035
				Fecha elab:	
	Nombre:	Maria Cecilia Londoño (ML)			
	Cargo:	coordinador de procesos			
	Información de Contacto:	Ext 44376			
	Nombre:	Juan Camilo Gomez (JG)			
	Cargo:	Jefe oficina de Proyectos			
	Información de Contacto:	Ext 44274			
	Nombre:	Luis Fernando Hidalgo A. (LFH)			
	Cargo:	Coordinador de proyectos			
	Información de Contacto:	Ext 44316			
	Nombre:	Luis Carlos Tamayo (LT)			
	Cargo:	Tecnico Electricista			
	Información de Contacto:				
	Nombre:	Vicente Arango (VA)			
	Cargo:	Coordinador de Metrologia			
	Información de Contacto:				
	Nombre:	Flor Emilse Garcia (FG)			
	Cargo:	Coordinador de Informacion			
	Información de Contacto:	Ext 44209			
	Nombre:	Manuel Giraldo (MG)			
	Cargo:	Ingeniero civil			
	Información de Contacto:				
	Nombre:	Sergio Giraldo (SG)			
	Cargo:	Tecnico Electrico Proyectos			
	Información de Contacto:	Ext 44520			
	Nombre:	Luis Fernando Hidalgo A. (LFH)			
	Cargo:	Tecnico Mecanico Proyectos			
	Información de Contacto:	Ext 44316			
	Nombre:	Lyda Puerta (LP)			
	Cargo:	Coordinador Salud Ocupacional			
	Información de Contacto:				
	Nombre:	Esteban Florez (EF)			
	Cargo:	Tecnico Electrico Proyectos			
	Información de Contacto:	Ext 44398			

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.1.2. Roles y responsabilidades


En la siguiente tabla se relacionan las responsabilidades en la primera fase del proyecto donde se realiza el diagnóstico y el alcance esperado del proyecto. Ver Tabla N°11

Tabla N° 11: Roles y responsabilidades Fase 1

		MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES																								
Proyecto:	AUMENTO DE CAPACIDAD DE MEZCLADO														Proyecto No.:											
															Fecha elab: Febrero 2016											
TAREAS Y ACTIVIDADES		ACTORES DE PROYECTO																								
		Juan C	Gomez	Luis F	Hidalgo	Maria C	Londrío	Luis C	Tamayo	Vicente	Arango	Flor Garcia	Manuel	Sergio	Giraldo	Esteban	Florez	Lyda	Puerta	Andres M	Gomez	Cotizator	Nutresa	Comprador	Nutresa	Proveedor
1. ALIMENTACION INSUMOS SEGUNDO PISO																										
1.1 Definir sistema para subir insumos		A	R	I	C	C	I	I	C	C	A	I	I	I	I											
1.1.1 Analisis del proceso		N/A	A	I	C	C	I	N/A	R	R	N/A	I	N/A	N/A	N/A											
1.1.2 Toma de datos		N/A	A	I	C	C	I	N/A	R	R	N/A	I	N/A	N/A	N/A											
2. SISTEMA DE PESAJE																										
2.1 Diagnostico		A	R	C	C	C	N/A	N/A	C	C	I	I	N/A	N/A	N/A											
2.1.1 Toma de datos y calculos (Pesaje)		I	A	I	C	C	N/A	N/A	R	R	I	C	N/A	N/A	N/A											
2.1.2 Generacion de planos esquematicos		A	R	I	C	C	N/A	N/A	C	C	I	C	N/A	N/A	N/A											
<i>Convenciones:</i> R: Responsable A: Aprobador C: Colaborador I: Informador N/A: No aplica																										

4.1.3. Recolección de información y antecedentes de proceso


El diagnóstico inicial se realiza un estudio de las variables de proceso más relevantes, donde se logra identificar que los ingredientes en sus propiedades físico químicas pueden variar la densidad, lo cual es un factor determinante a la hora de minimizar los tiempos de mezclado debido a su fluidez intrínseca para el transporte.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A continuación se enumeran algunos antecedentes del proceso encontrados:

- Los algunos insumos vienen en bolsas bigbag de 250kg.
- Otros insumos vienen en bultos de 25kg.
- La alimentación de insumos al proceso se realiza con un polipasto con capacidad de 500kg.
- Existe un riesgo de caída de los insumos a diferente nivel ya que las bolsas bigbag son subidas con el polipasto y no cuenta con ningún tipo de cerramiento.
- En el segundo nivel donde se alimentan los insumos se debe mantener una condición de temperatura controlada y no se cumple con esta condición.
- La dosificación se realiza en forma serial, lo que implica tiempos de producción demasiado largos.
- Se utilizan bolsas de un alto valor comercial para el transporte de los ingredientes dosificados al segundo nivel previo a la mezcla.
- Se estima que el valor de cada bolsa es de 11.000\$ para una vida útil de 5 a 6 minutos, llevando esto a costos significa un gasto de 100´000.000 por año.

(Colcafe S.A.S, 2016)


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la siguiente tabla se podrá visualizar la medición de tiempos que fueron tomados durante la producción normal del equipo. Ver Tabla N°13.

Tabla N° 12: Medición inicial producción de café mezclado

TIEMPOS DE OPERACIÓN EN PROCESO DE MEZCLADO.												
Referencia	Desplazar Insumos 2° Nivel. (min)	Ubicación en Tolva (min)	Dosificación Tolva 1 Ingrediente 1 (min)	Dosificación Tolva 2 Ingrediente 2 (min)	Dosificación Tolva 3 Ingrediente 3 (min)	Dosificación Tolva 4 Ingrediente 4 (min)	Desplazar Bache 2° Nivel (min)	Dosificar Bache (min)	Mezclado Bache (min)	Retirar Unidad Mezcladora (min)	Tiempo total desde inicio de bache a posicionamiento de bolsa en mezcladora	Tiempo total de por big bag
Referencia A			18Kilos	45kilos	1kilo	33kilos						
	6'00"	1'00"	2'45"	2'39"	0'15"	4'07"	4'00"	1'10"	2'58"	4'15"	27'15"	54'30"
Referencia B			18Kilos	45kilos	1kilo	33kilos						
	6'00"	1'00"	2'40"	2'45"	0'15"	4'03"	3'48"	1'17"	3'05"	4'00"	29'11"	58'22"
Referencia C			18Kilos	45kilos	1kilo	33kilos						
	6'00"	1'00"	2'39"	2'50"	0'17"	4'20"	4'15"	3'00"	3'15"	4'25"	32'01"	64'02"
Referencia D			26kilos	116kilos	N/A	56kilos						
	6'00"	1'00"	3'20"	4'20"	N/A	2'54"	5'23"	1'17"	3'06"	1'30"	29'13"	58'26"
Referencia E			26kilos	116kilos		56kilos						
	6'00"	1'00"	3'21"	4'21"	N/A	2'55"	5'22"	1'14"	3'03"	1'45"	29'16"	58'32"
Referencia F			26kilos	116kilos		56kilos						
	6'00"	1'00"	3'25"	4'18"	N/A	2'59"	5'10"	1'21"	3'12"	1'57"	29'36"	59'13"
Referencia G			27kilos	122,8Kilos								
	6'00"	1'00"	1'34"	7'45"	N/A	N/A	3'06"	1'07"	5'	2'30"	28'03"	56'06"
Referencia H			26kilos	54Kilos	68Kilos	52Kilos						
	6'00"	1'00"	4'39"	3'35"	8'04"	3'15"	3'20"	1'	5'	2'30"	38'38"	77'16"
Referencia I			26,4kilos	71,4Kilos	50,6Kilos	51,6Kilos						
	6'00"	1'00"	1'52"	4'11"	5'15"	3'	3'20"	1'	5'	2'30"	33'18"	66'36"
OBSERVACIONES												
1. Ubicar las bolsas Bigbag con su bolsa plástica en la estiba debajo de la tolva báscula: 5'00"												
2. Para la mezcla de las Referencias C Y D, se alimentan con 4 bolsas de Ingrediente 2 (50kilos) directamente a la mezcladora desde el 2°Piso, esto toma un tiempo de												
3. Los tiempos para desplazar los baches al 2°Piso se toman desde que es retirada la estiba de la parte inferior de la tolva báscula, organizan la bolsa para engancharla al												
4. Los tiempos para subir los insumos al 2°Piso se toman desde que el operario toma el elevador, posiciona las estibas con los insumos en el carro y con la ayuda del												
5. La evacuación de los insumos dosificados en la tolva báscula (Baches) toman un tiempo promedio de 2'30".												

Nota: Por temas de confidencialidad de la empresa se omiten el nombre de las referencias e ingredientes descritos en la Tabla N°13

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Luego realizamos un análisis de los datos obtenidos, numerando las referencias con las letras desde la A hasta la I, una vez hecho esto podremos observar en el siguiente grafico el tiempo que tarda actualmente la producción del bache o bolsa bigbag de 400kg de café mezclado.

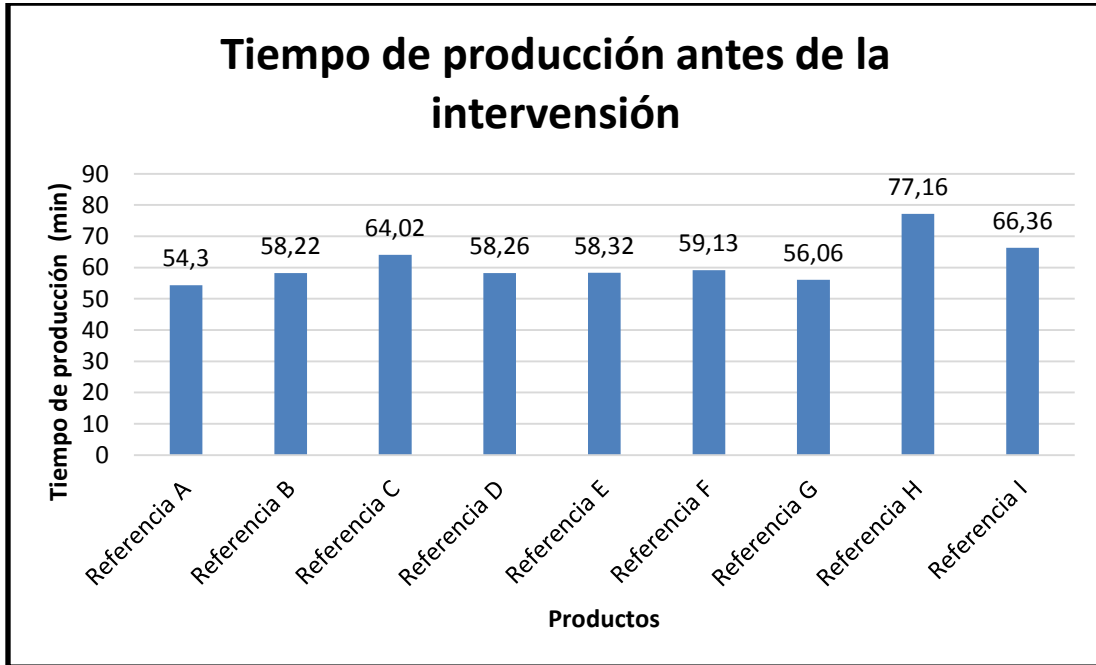


Grafico N° 1: Referencias por minuto



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla N° 13: Problemas encontrados



		PROBLEMAS ENCONTRADOS								
Proyecto:		AUMENTO CAPACIDAD DE MEZCLADO			<i>Tipos criticidad: K1 - Cerrar inmediatamente, K2 - Cerrar antes de próxima puerta, K3 - Cerrar para fin de proyecto</i>			FHCM16035		
Nº	Criticidad	Fecha inscripción	Etapas	Sesión de detección	Proponente del problema	Descripción del problema	Salida afectada	Responsable	Plazo / Puerta	Estado
1	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Leche viene en grumos y de mala fluidez	Tiempo de pesaje, operario dedicado	LFH	1	En proceso
2	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Cocoa debe ser cernida	Tiempo de pesaje, operario dedicado	LFH	2	En proceso
3	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Premezcla de leche con ingredientes en mezcladora por 3 min luego el resto del batch	Tiempo de preparación del batch mas largo	LCT	1	En proceso
4	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Posible contaminación con trozos de bolsa cuando se alimenta Vanna Cappa O vanna Blanca	Inocuidad	LFH	1	En proceso
5	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Vibración causa fisuras en las tuberías	Deterioro de los equipos	LFH	1	En proceso
6	B	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	El aire acondicionado se necesita (esta malo)	Alta humedad afectando la fluidez	LFH	2	En proceso
7	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	La compuerta de descarga de la tolva pesaje se pega en algunas ocasiones (Humedad)	Ciclo de mezclado interrumpido	LFH	1	En proceso
8	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Los tiempos de mezclado son afectados por las nuevas formulaciones	Mayor tiempo de pesaje	LFH	2	En proceso
9	B	07/06/2016	Prefactibilidad	Visita al proceso	Operarios Mezclado	El elevador eléctrico lo deben compartir con la bodega # 6 (Problemas de disponibilidad)	Ciclo de mezclas interrumpido o demorado	LFH	1	En proceso
10	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	Algunos operarios no saben manipular las básculas de pesaje pequeñas	Ciclo de mezclas interrumpido o demorado, mezclas diferentes	MCL	2	En proceso
11	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Mezclado	El mezclado para máquinas vendings es mas lento (8 bolsas por turno)	Menos producción	LFH	1	En proceso
12	A	07/06/2016	Prefactibilidad	Visita al proceso	LFH	Los ganchos para subir las bolsas se ladean muy fácil y dificultan la posición en las estructuras	Ciclo de mezclas interrumpido o demorado	LFH	2	En proceso
13	A	19/04/2016	Factibilidad	Reunión producción	Operarios Mezclado	Para terminar una producción se debe pesar y sacar manualmente los productos restantes en las tolvas	Retraso en el diseño	LFH	1	En proceso

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.1.4. Análisis y plan de acción para eliminar riesgo de seguridad

Luego de recolectar toda la información se realiza la matriz de roles y responsables para la segunda fase del proyecto la cual consiste en la adecuación de un elevador de carga para la eliminación del riesgo de seguridad asociado a la elevación de insumo al piso de alimentación de suministros Ver *Tabla N°14*

Tabla N° 14: Roles y responsabilidades Fase 2

 MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES 															
Proyecto:	AUMENTO DE CAPACIDAD DE MEZCLADO													Proyecto No.:	
														Fecha elab: Abril 2016	
TAREAS Y ACTIVIDADES	ACTORES DE PROYECTO														
	Juan C Gomez	Luis F Hidalgo	María C Londoño	Luis C Tamayo	Vicente Arango	Flor Garcia	Manuel Giraldo	Sergio Giraldo	Esteban Florez	Lyda Puerta	Andrés M Gomez	Cotizador Nutresa	Comprador Nutresa	Proveedor	
3. Elevador de carga															
3.1 Elaborar RFQ de equipos	N/A	A	N/A	I	N/A	I	N/A	R	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
3.2 Cotizar equipos	A	R	N/A	N/A	N/A	I	N/A	I	I	N/A	N/A	I	I	I	
3.3 Generar solicitud SAP equipos	I	I	N/A	N/A	N/A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	I	R	N/A	
3.4 Comprar equipo	I	R	N/A	N/A	N/A	I	N/A	I	I	N/A	N/A	I	R	I	
3.5 Adecuaciones civiles	A		N/A	N/A	N/A	N/A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	R	
3.6 Reforzar piso	A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
3.7 Abrir puerta segundo piso	A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
3.8 Retirar compuerta y tapar hueco (Piso)	A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
3.9 Instalacion	A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	I	C	C	I	I	N/A	N/A	R	
3.10 Acondicionar zona para equipo	N/A	A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	I	I	N/A	N/A	R	
3.11 Acometida electrica equipo	N/A	A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	I	I	N/A	N/A	R	
3.12 Montaje de equipo	N/A	A	N/A	C	N/A	N/A	N/A	C	C	I	I	N/A	N/A	R	
Convenciones: R: Responsable A: Aprobador C: Colaborador I: Informador N/A: No aplica															


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22




Figura N° 2: Dispositivo para subir insumos al Segundo nivel

Con la implementación de este elevador se pretende eliminar el riesgo de seguridad por caída de objetos y aumentar el tiempo de producción debido a que se adquiere mayor velocidad para el desplazamiento de los insumos entre ambos niveles.





Figura N° 3: Sistema de transporte antes de intervención del proyecto

Al tener este punto siempre abierto no era posible disponer del buen funcionamiento del aire acondicionado, necesario para evitar que los ingredientes se compacten.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.1.5. Montaje mecánico y estructural del proceso

Tabla N° 15: Roles y responsabilidades Fase 3

 MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES 															
Proyecto:	AUMENTO DE CAPACIDAD DE MEZCLADO	ACTORES DE PROYECTO													
		Juan C Gomez	Luis F Hidalgo	Maria C Londoño	Luis C Tamayo	Vicente Arango	Flor Garcia	Manuel Giraldo	Sergio Giraldo	Esteban Florez	Lyda Puerta	Andres M Gomez	Cotizador Nutresa	Comprador Nutresa	Proveedor
4. SISTEMA DE PESAJE															
4.1 Diseño		A	R	I	N/A	C	N/A	N/A	C	C	C	I	N/A	N/A	N/A
4.2 Toma de datos y calculos (Pesaje)		N/A	A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	R	R	R	C	C	N/A	N/A
4.3 Generacion de planos esquematicos		A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	R	C	C	N/A	N/A	N/A	N/A
4.4 Cotizacion y compra de equipos (Pesaje)		A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	R	R	R
4.5 Elaborar RFQ de equipos (Pesaje)		N/A	R	N/A	C	C	N/A	N/A	N/A	C	C	N/A	N/A	N/A	N/A
4.6 Cotizar equipos (Pesaje)		A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	R
4.7 Generar solicitud SAP equipos (Pesaje)		N/A	C	N/A	N/A	N/A	C	N/A	R	N/A	N/A	N/A	C	C	C
4.8 Comprar equipos (Pesaje)		N/A	R	N/A	N/A	N/A	C	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	R
4.9 Instalacion equipos (Pesaje)		N/A	R	N/A	C	C	N/A	N/A	C	C	C	N/A	N/A	N/A	N/A
4.10 Montaje de tolvas		A	R	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	C
4.11 Montaje de tornillos dosificadores		A	R	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	C
4.12 Montaje de plataforma de acceso		A	R	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	C
4.13 Montaje de tuberias		A	R	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	C
4.14 Montaje de sistema electrico		A	R	N/A	R	C	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	C

Convenciones:
R: Responsable **A:** Aprobador **C:** Colaborador **I:** Informador **N/A:** No aplica

Para la tercera fase del proyecto se analiza el montaje mecánico y estructural, y se encuentran varios puntos por mejorar y optimizar de los cuales fueron previamente identificados en la sección de 300 problemas y que se darán solución la cual quedara consignadas en los resultados, para contextualizar se anexa una imagen de la estructura antes de la implementación del proyecto. Ver Figura N°4


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura N° 4: Montaje mecánico antes de la intervención

4.1.5.1. Descripción del proceso antes de intervención

El proceso consiste en la dosificación de diferentes ingredientes a la tolva báscula que aparece en la *Figura N°3*, los cuales son dosificados por caída libre debido al efecto de la gravedad y la inclinación de los ductos, en ocasiones se hace necesario utilizar un vibrador el cual ayuda a la fluidez del producto.

Cada ingrediente es dosificado en forma serial, esto quiere decir que primero se dosifica el ingrediente de la tolva 1 y se mide su peso, una vez llega al peso pedido se habilita la tolva 2 y se mide nuevamente el peso y así se realiza el mismo procedimiento para el resto de ingredientes.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22




Figura N° 5: Inclinación de ductos con vibradores

Luego de que los 4 ingredientes son dosificados en la tolva bascula se descarga en una bolsa bigbag, la cual debe ser retirada de forma manual y debe ser elevada por medio de un polipasto al segundo nivel para dosificar a la maquina mezcladora.



Figura N° 6: Ductos de dosificación maquina mezcladora

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Una vez se realiza la dosificación en la maquina mezcladora se inicia el mezclado de los ingredientes en un promedio de 5 min dependiendo la receta.

Finalmente se descarga en una bolsa bigbag con un peso de 200kg, se debe repetir el proceso para completar la carga que son 400kg.


Oportunidades de mejora

- En el proceso se identifico el gasto de bolsas con capacidad de 400kg, las cuales son consumidas rápidamente debido a que sirven para transportar los ingredientes desde la tolva bascula a la mezcladora y se estima que su vida útil son de 6 minutos.
- Los ductos sufren deterioro acelerado debido a los vibradores que tienen instalados.
- El proceso de lleva mucho tiempo lo cual implica altos costos de producción y mano de obra.
- Riesgo de seguridad altísimo debido a la elevación de productos al segundo nivel, lo que implica caída de objetos.

A continuación se presenta el HMI que se utiliza antes de la implementación del proyecto.





Figura N° 7: HMI antes de la implementación del proyecto

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.1.6. Sistema de transporte a la maquina mezcladora

Tabla N° 16: Roles y responsabilidades Fase 4

 MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES 																
Proyecto:	AUMENTO DE CAPACIDAD DE MEZCLADO	ACTORES DE PROYECTO														
		Juan C Gomez	Luis F Hidalgo	Maria C Londoño	Luis C Tamayo	Vicente Arango	Flor Garcia	Manuel Giraldo	Sergio Giraldo	Esteban Florez	Lyda Puerta	Andres M Gomez	Cotizador Nutresa	Comprador Nutresa	Proveedor	
5. TRANSPORTE DE BATCH A MEZCLADORA																
5.1 Definición del sistema		A	R	I	C	C	I	N/A	R	R	I	I	N/A	N/A	N/A	
5.2 Toma de datos y calculos (Transporte)		N/A	A	I	N/A	N/A	N/A	N/A	R	R	N/A	N/A	C	N/A	N/A	
5.3 Selección del sistema		A	R	C	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	C	N/A	N/A	N/A	N/A	
5.4 Cotizacion y compra de equipos (Transporte)		A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	R	
5.5 Cotizaciones equipo (Transporte)		A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	R	
5.6 Generar solicitud equipo SAP (Transporte)		A	R	N/A	N/A	I	N/A	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	R	
5.7 Comprar equipo (Transporte)		A	R	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C	C	N/A	N/A	R	R	C	
5.8 Instalacion equipo (Transporte)		N/A	R	N/A	C	N/A	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	N/A	
5.9 Adecuaciones civiles		N/A	A	N/A	N/A	N/A	N/A	R	C	C	C	N/A	N/A	N/A	N/A	
5.10 Acometida electrica		N/A	A	N/A	R	N/A	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	N/A	
5.11 Montaje de equipo (Transporte)		N/A	A	N/A	C	N/A	N/A	N/A	R	R	C	N/A	N/A	N/A	N/A	

Convenciones:
R: Responsable **A:** Aprobador **C:** Colaborador **I:** Informador **N/A:** No aplica

En la cuarta y última fase de proyecto se hizo el análisis del sistema de transporte que va desde la tolva bascula hasta la maquina mezcladora la cual se realiza de forma manual e implica un alto riesgo de seguridad, como se menciona en las otras fases del proyecto.

En esta fase cabe destacar que se empieza desde cero, puesto que no se cuenta con un sistema de transporte y se debe realizar el análisis del sistema que mejor se adapte a la necesidad del proyecto.

Se realizan varias cotizaciones con diferentes proveedores de sistemas de transportes, que se adapten a la necesidad del proyecto y que no implique cambios en la densidad del producto, ya que el transporte puede generar pulverización de los ingredientes y esta se puede ver afectada para los requerimientos de calidad de la mezcla.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.RESULTADOS

Entre los resultados se evaluaron las soluciones a los requerimientos que arrojaron los 300 problemas descritos en la metodología, se citaran los requerimientos, sus soluciones y se discutirá su influencia en el cumplimiento de los objetivos trazados en el proyecto.


5.2.Elevador de carga

En la primera fase del proyecto se da solución al riesgo de seguridad por caída de objetos a diferente altura.

Se instala un elevador de carga con los requerimientos de seguridad, y estándares nacionales según la normativa colombiana. Ver *Figura N°8*



Figura N° 8: Elevador de carga

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Con esto garantizamos eliminar el riesgo de caída de objetos a diferente nivel velando por la integridad de los operarios.

- **En el proceso se realiza manualmente el tamizaje de algunos ingredientes para su posterior mezcla, esto afecta los tiempos de producción.**

Para este requerimiento se construyó una tolva de dosificación que consta de un tamiz, una estructura que suspende la tolva por medio de resortes y un vibrador eléctrico que transmite el movimiento. Para realizar las pruebas se utilizó un equipo asignado a otra área y se concluyó su viabilidad.



Figura N° 9: Tolva para dosificación de ingredientes de baja fluidez

- **Se debe tener en cuenta que la vibración genera deterioro en los ductos.**

En el momento de diseñar los silos y el sistema de dosificación se utilizan ángulos de inclinación que garanticen la fluidez de los ingredientes para evitar el uso de vibradores.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22




Figura N° 10: Aumento de inclinación en ductos

- **La humedad es una variable crítica en el mezclado de ingredientes.**

En este aspecto con la dosificación simultanea se garantiza que los espacios estén aislados, debido a que se evita el ingreso y la salida de materiales durante el proceso; ayudando así al buen funcionamiento del aire acondicionado.



Figura N°11: Loza de comunicación entre pisos se sella

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Se debe garantizar que el personal técnico y operativo sea formado en la operación y el mantenimiento de los equipos.**


Luego de la implementación del proyecto se capacito al personal en la operación del sistema, con las herramientas que suministra TPM se garantizaron estas formaciones. Además con base en los manuales técnicos y los planes de mantenimientos de equipos similares se construyeron estándares y el plan de mantenimiento de la mezcladora. Ver *Figura N°12*

RUTA DE INSPECCIÓN ELECTROVALVULAS CONT.ROL. SISTEMA DOSIFICACIÓN Y TRANSPORT E DE INGREDIENT ES MEZCLAS						ELE097-R		Pag 1	
Nombre del proceso	ESTADO DE LOS RECURSOS	Formulario	Duración del trabajo	Responsable	Estado del Eq.	Fecha de Creación/ Última Modificación	Elaborador (s):		
Nombre de la operación	RUTA DE INSPECCIÓN	001 - Inspección	60 Min	TECNICALEC	manten	15/01/2017	Elaborar Final		
Equipos y recomendaciones importante de seguridad	Notas de seguridad, ocasión, guantes de nitrilo.	Recomendaciones			1. Asegurar que la herramienta utilizada sea la correcta de tipo de trabajo en el trabajo. 2. Asegurar que los recipientes utilizados sean los utilizados y los que se usen para el trabajo a realizar. 3. Disposición adecuada de los ductos, puentes y cables.				
COMPONENTE	INDICADORES A MONITOREAR Y MEDIR	INDICADOR A MONITOREAR Y MEDIR	INDICADOR A MONITOREAR Y MEDIR	INDICADOR A MONITOREAR Y MEDIR	COMPONENTE	INDICADORES A MONITOREAR Y MEDIR	INDICADOR A MONITOREAR Y MEDIR	INDICADOR A MONITOREAR Y MEDIR	INDICADOR A MONITOREAR Y MEDIR
1. Electrovalvula Torna ingredientes #1					2. Electrovalvula barredor #1 Filtro				
2. Electrovalvula Torna ingredientes #2					3. Electrovalvula barredor #2 Filtro				
3. Electrovalvula Torna ingredientes #3					4. Electrovalvula barredor #3 Filtro				
4. Electrovalvula Torna ingredientes #4					5. Electrovalvula Impulsor tola buffer				
5. Electrovalvula descarga Torna Cilindro					6. Electrovalvula seguridad bomba de vacío				
6. Electrovalvula toma de aire para el vacío					7. Electrovalvula seguridad filtro de seguridad				
7. Electrovalvula tola buffer - descarga Mezcladora					8.				

Figura N° 12: Ejemplo guía de mantenimiento

- **Cuando se termina un producto y se va a evacuar los sobrantes en las tolvas se hace de forma manual.**

En el programa del PLC se habilita un modo de operación manual para evacuar estos sobrantes en la mezcladora y evitar el desensamble de ductos y manguetas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

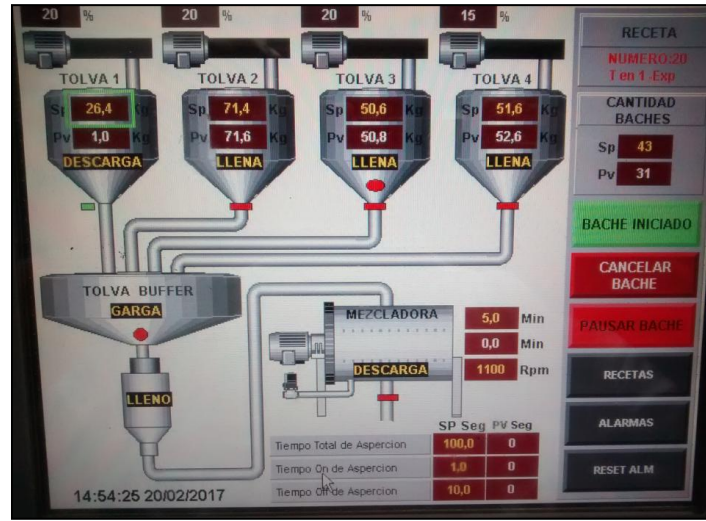



Figura N° 13: HMI nueva implementación

En la siguiente tabla se da evidencia de la solución a los problemas anteriormente descritos con su respectivo responsable Ver Tabla N°15

Tabla N° 17: Estado final problemas encontrados

Colgate S.A.S. PROBLEMAS ENCONTRADOS										
Proyecto:		AUMENTO CAPACIDAD DE MEZCLADO				Tipos criticidad: K1 - Cerrar inmediatamente, K2 - Cerrar antes de próximo punto, K3 - Cerrar para fin de proyecto		Proyecto No.: FHCMI6035		
Nº	Criticidad	Fecha inscripción	Etapas	Sesión de detección	Proponente del problema	Descripción del problema	Salida afectada	Solución propuesta	Responsable	Estado
1	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Leche viene en grumos y de mala fluidez	Tiempo de pesaje, operario dedicado	Cerrador mecanico para liberar operario	LFH	Terminado
2	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Cocoa debe ser cerrida	Tiempo de pesaje, operario dedicado	Cerrador mecanico para liberar operario	LFH	Terminado
3	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Premezcla de leche con ingredientes en mezcladora por 3 min luego el resto del batch	Tiempo de preparacion del batch mas largo	Hacer ciclo independiente por software (PLC).	LCT	Terminado
4	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Posible contaminación con trozos de bolsa cuando se alimenta Vanna Cappa O vanna Blanca	Inocuidad	Instalar mallas en los recipientes donde se alimenta este producto	LFH	Terminado
5	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Vibración causa fisuras en las tuberías	Deterioro de los equipos	Hacer el montaje adecuado y calibrar la vibración de acuerdo a la necesidad	LFH	Terminado
6	B	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	El aire acondicionado se necesita (esta malo)	Alta humedad afectando la fluidez	Cerrar todas las puertas y reparar los equipos de aire acondicionado	LFH	Terminado
7	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	La compuerta de descarga de la tolva pesaje se pega en algunas ocasiones (Humedad)	Ciclo de mezclado interrumpido	Habilitar el aire acondicionado para controlar la humedad	LFH	Terminado
8	A	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Los tiempos de mezclado son afectados por las nuevas formulaciones	Mayor tiempo de pesaje	Se debe instalar un tubo alimentador a la mezcladora para hacer algunos ajustes de forma manual	LFH	Terminado
9	B	07/06/2016	Prefactibilidad	Vista al proceso	Operarios Meclado	El elevador electrico lo deben compartir con la bodega # 6 (Problemas de disponibilidad)	Ciclo de mezclas interrumpido o demorado	Eliminar la actividad de montar las estibas en los carros instalando un elevador de carga	LFH	Terminado
10	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	Algunos operarios no saben manipular las basculas de pesaje pequeñas	Ciclo de mezclas interrumpido o demorado, mezclas diferentes	Capacitación al personal en manejo de basculas	MCL	Terminado
11	C	07/06/2016	Prefactibilidad	300 Problemas	Operarios Meclado	El mezclado para maquinas vendings es mas lento (8 bolsas por turno)	Menos producción	Revisar cantidades de insumos y forma de mezclado de este producto	LFH	Terminado
12	A	07/06/2016	Prefactibilidad	Vista al proceso	LFH	Los ganchos para subir las bolsas se ladean muy facil y dificultan la posicion en las estructuras	Ciclo de mezclas interrumpido o demorado	Revisar la altura del polipasto y subirlo mas si es posible	LFH	Terminado
13	A	19/04/2016	Factibilidad	Reunion produccion	Operarios Meclado	Para terminar una produccion se debe pesar y sacar manualmente los productos restantes en las tolvas	Retraso en el diseño	Diseñar derivaciones para sacar insumos manualmente	LFH	Terminado

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.3. Montaje mecánico y estructural

Los resultados de la implementación del proyecto se evaluaron con base en los tiempos tomados antes y después de la intervención y fueron consignados en la *Tabla N°16*, en la que se observa que en cada una de las referencias el tiempo disminuye en más de un 50% y las pruebas fisicoquímicas realizadas a las muestras en el laboratorio garantizaron la calidad de las mezclas.

Se evidencia un aumento de la productividad en más del 50% al igual que la motivación en la mano de obra y una reducción significativa en los riesgos de seguridad que se tenían anteriormente en el proceso.

Para el cambio de referencia y lavado de los equipos también se logró una gran mejoría ya que el sistema es de fácil acceso y desarme para el lavado y mantenimiento de las piezas.



Figura N° 14: Montaje de tolvas bascula

Se adecua un sistema de transporte por vacío el cual recibe los ingredientes para ser dosificados en la maquina mezcladora. *Ver Figura N°15*


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura N° 15: Sistema de transporte por vacio

5.4. Descripción del proceso después de la intervención

La dosificación se realiza en cada una de las tolva bascula adecuadas, en total son 4 cada una verifica y hace control del peso de cada ingrediente que es dosificado por un motorreductor acoplado a un tornillo sin fin, con esto se gana mayor velocidad.

Los ingredientes son dosificados en forma paralela y no serial como ocurría anteriormente, luego de que cada una de las básculas completa su carga es dosificada a la tolva buffer, donde luego será transportada al segundo nivel por medio de la bomba de vacio a una tolva acumuladora, esta tolva esta a la espera de que la maquina mezcladora confirma su disponibilidad y pueda mezclar el nuevo bache.

Con esta nueva implementación se redujeron los tiempos de producción en más de un 50% y con vemos como se logra el objetivo principal de este proyecto.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla N° 18: Medición de los tiempos de producción de café mezclado antes y después de la intervención

TIEMPOS DE OPERACIÓN EN PROCESO DE MEZCLADO.												
Referencia	Desplazar Insumos 2° Nivel. (min)	Ubicación en Tolva (min)	Dosificación Tolva 1 Ingrediente 1 (min)	Dosificación Tolva 2 Ingrediente 2 (min)	Dosificación Tolva 3 Ingrediente 3 (min)	Dosificación Tolva 4 Ingrediente 4 (min)	Desplazar Bache 2° Nivel (min)	Dosificar Bache (min)	Mezclado Bache (min)	Retirar Unidad Mezcladora. (min)	Tiempo total desde inicio de bache a posicionamiento de bolsa en mezcladora	Tiempo total de por big bag
Referencia A			18Kilos	45kilos	1kilo	33kilos						
	6'00''	1'00''	2'45''	2'39''	0'15''	4'07''	4'00''	1'10''	2'58''	4'15''	27'15''	54'30''
	6'00''	1'00''	2'45''	2'39''	0'15''	4'07''	4'00''	1'10''	2'58''	4'15''	27'15''	
	34''	1'00''	0'54''	1'09''	0'15''	2'20''	1'15''	27''	2'	2'30''	10'10''	15'07''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	2'	2'30''	4'57''		
Referencia B			18Kilos	45kilos	1kilo	33kilos						
	6'00''	1'00''	2'40''	2'45''	0'15''	4'03''	3'48''	1'17''	3'05''	4'00''	29'11''	58'22''
	6'00''	1'00''	2'40''	2'45''	0'15''	4'03''	3'48''	1'17''	3'05''	4'00''	29'11''	
	34''	1'00''	0'50''	1'15''	0'15''	2'17''	1'15''	27''	2'	2'30''	10'05''	15'02''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	2'	2'30''	4'57''		
Referencia C			18Kilos	45kilos	1kilo	33kilos						
	6'00''	1'00''	2'39''	2'50''	0'17''	4'20''	4'15''	3'00''	3'15''	4'25''	32'01''	64'02''
	6'00''	1'00''	2'39''	2'50''	0'17''	4'20''	4'15''	3'00''	3'15''	4'25''	32'01''	
	34''	1'00''	0'54''	1'09''	0'17''	2'20''	1'15''	27''	3'	2'30''	14'24''	20'21''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	3'	2'30''	5'57''		
Referencia D			26kilos	116kilos	N/A	56kilos						
	6'00''	1'00''	3'20''	4'20''	N/A	2'54''	5'23''	1'17''	3'06''	1'30''	29'13''	58'26''
	6'00''	1'00''	3'20''	4'20''	N/A	2'54''	5'23''	1'17''	3'06''	1'30''	29'13''	
	34''	1'00''	1'09''	2'23''	N/A	1'05''	1'22''	27''	3'	1'30''	13'24''	18'21''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	3'	1'30''	4'57''		
Referencia E			26kilos	116kilos	N/A	56kilos						
	6'00''	1'00''	3'21''	4'21''	N/A	2'55''	5'22''	1'14''	3'03''	1'45''	29'16''	58'32''
	6'00''	1'00''	3'21''	4'21''	N/A	2'55''	5'22''	1'14''	3'03''	1'45''	29'16''	
	34''	1'00''	1'08''	2'24''	N/A	1'05''	1'22''	27''	3'	1'30''	14'25''	20'22''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	3'	1'30''	5'57''		
Referencia F			26kilos	116kilos	N/A	56kilos						
	6'00''	1'00''	3'25''	4'18''	N/A	2'59''	5'10''	1'21''	3'12''	1'57''	29'36''	59'13''
	6'00''	1'00''	3'25''	4'18''	N/A	2'59''	5'10''	1'21''	3'12''	1'57''	29'36''	
	34''	1'00''	1'12''	2'20''	N/A	1'07''	1'22''	27''	3'	1'30''	13'22''	17'19''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	3'	1'30''	5'57''		
Referencia G			27kilos	122,8Kilos								
	6'00''	1'00''	1'34''	7'45''	N/A	N/A	3'06''	1'07''	5'	2'30''	28'03''	56'06''
	6'00''	1'00''	1'34''	7'45''	N/A	N/A	3'06''	1'07''	5'	2'30''	28'03''	
	34''	1'00''	1'34''	4'33''	N/A	N/A	1'16''	27''	5'	2'30''	15'33''	23'30''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	5'	2'30''	7'57''		
Referencia H			26kilos	54Kilos	68Kilos	52Kilos						
	6'00''	1'00''	4'39''	3'35''	8'04''	3'15''	3'20''	1'	5'	2'30''	38'38''	77'16''
	6'00''	1'00''	4'39''	3'35''	8'04''	3'15''	3'20''	1'	5'	2'30''	38'38''	
	34''	1'00''	1'52''	2'17''	4'14''	1'47''	1'22''	27''	5'	2'30''	13'58''	21'55''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	5'	2'30''	7'57''		
Referencia I			26,4kilos	71,4Kilos	50,6Kilos	51,6Kilos						
	6'00''	1'00''	1'52''	4'11''	5'15''	3'	3'20''	1'	5'	2'30''	33'18''	66'36''
	6'00''	1'00''	1'52''	4'11''	5'15''	3'	3'20''	1'	5'	2'30''	33'18''	
	34''	1'00''	1'52''	2'17''	2'21''	1'40''	1'22''	27''	5'	2'30''	12'02''	19'59''
N/A	N/A	Durante el tiempo de mezclado bache anterior					27''	5'	2'30''	7'57''		

- OBSERVACIONES**
- Ubicar las bolsas Bigbag con su bolsa plástica en la estiba debajo de la tolva báscula: 5'00''
 - Para la mezcla de las Referencias C Y D, se alimentan con 4 bolsas de Ingrediente 2 (50kilos) directamente a la mezcladora desde el 2°Piso, esto toma un tiempo de 2'00'', y la actividad se realiza mientras la tolva báscula dosifica los insumos.
 - Los tiempos para desplazar los baches al 2°Piso se toman desde que es retirada la estiba de la parte inferior de la tolva báscula, organizan la bolsa para engancharla al polipasto, posterior subirla al segundo
 - Los tiempos para subir los insumos al 2°Piso se toman desde que el operario toma el elevador, posiciona las estibas con los insumos en el carro y con la ayuda del polipasto se suben al piso, esto toma un
 - La evacuación de los insumos dosificados en la tolva báscula (Baches) toman un tiempo promedio de 2'30''.

Nota: Por temas de confidencialidad de la empresa se omiten el nombre de las referencias e ingredientes descritos en la Tabla N°16

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

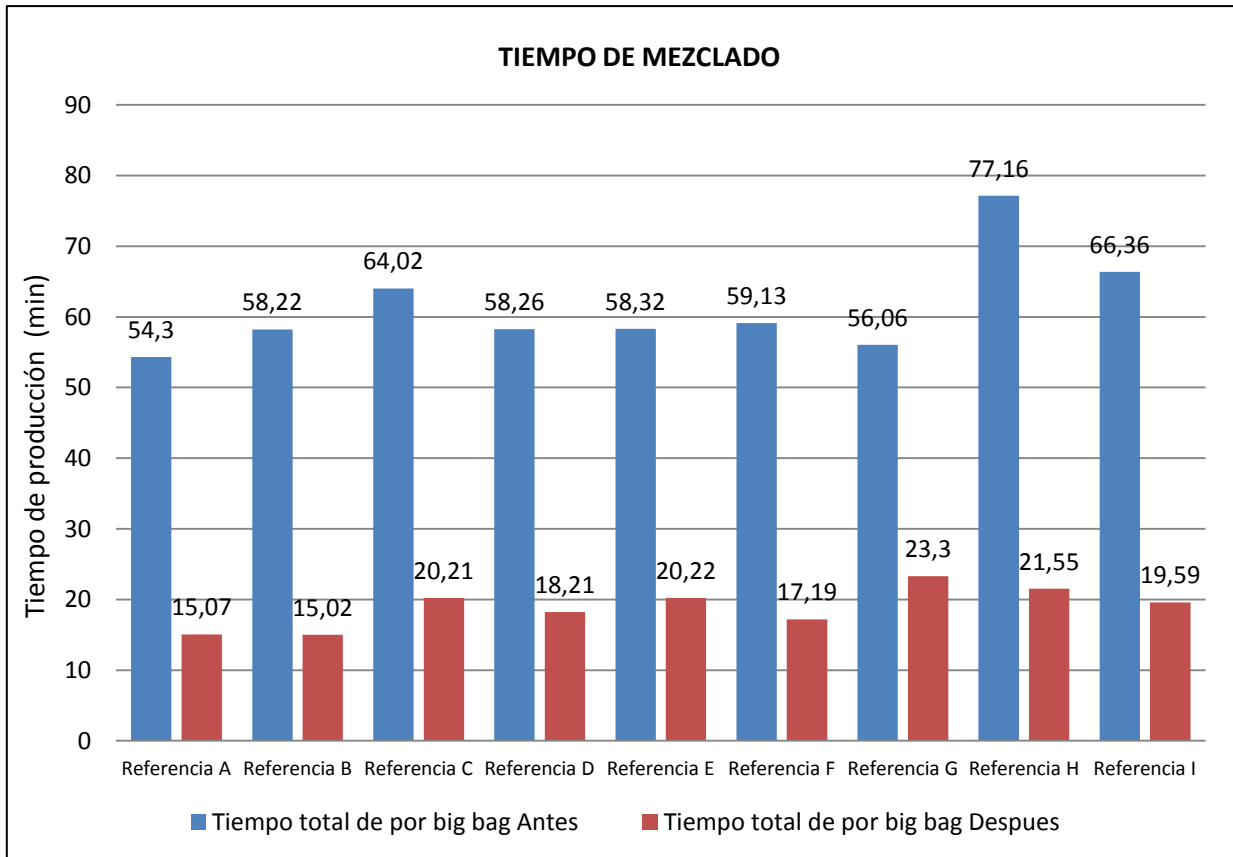


Grafico N° 2: Referencias por minuto antes y después de la intervención

En el gráfico N°2 se observa la disminución de los tiempos de mezclado en cada una de las referencias que se producen.

5.5. DISCUSIÓN

En las pruebas que se realizaron al sistema de dosificación se observó una desviación en el peso y derivó en un cambio en el sabor del producto, debido a esto fueron rechazados algunos baches ya mezclados. Al realizar el análisis pertinente se encontró que la estructura que sujeta las tolvas básculas se encontraba flectada y esto modificó la posición de las celdas de carga y dio como resultado una medición errónea.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para contrarrestar este inconveniente se decidió reforzar la estructura con la instalación de unos apoyos que sujeten la estructura de la plancha justo en medio de las tolvas básculas. Esta acción entrego más rigidez a la estructura y elimino la desviación en el peso al garantizar el buen posicionamiento de las celdas de carga. Ver Figura N°8



Figura N° 16: Modificación de soporte tolvas bascula

Con esta modificación se logro tener una mayor confiabilidad del peso, evitando así errores de medición y variación en las recetas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1. CONCLUSIONES


- Al implementar un sistema de dosificación simultánea de los ingredientes se aumentó en más de un 50% la capacidad de mezclado, con este se eliminó el riesgo de seguridad asociado al transporte de materias primas, se optimizaron los recursos materiales y la mano de obra.
- Se identifican pérdidas y riesgos de seguridad en el proceso y se construyen soluciones por parte de un grupo interdisciplinario con base en las reuniones de 300 problemas.
- Con la adecuación de un sistema de transporte de materias primas y otro neumático encargado de trasladar los ingredientes dosificados a la mezcladora, se optimizaron los recursos y el tiempo de producción.
- Se garantiza una correcta y segura operación por parte de producción y mantenimiento, al dictar formaciones en operación, crear guías de mantenimiento y rutas de inspección con base en manuales técnicos de los equipos.

6.2. RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Para la dosificación de los materiales es necesario saber la fluidez de estos, puesto que el ángulo de descarga a la salida de los silos depende de cómo fluye el material a través de los canales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Se debe evitar la instalación de componentes eléctricos y electrónicos en las zonas donde hay descarga de materiales tales como donde se encuentra la tolva buffer y la mezcladora, debido a que los finos ingresan en los contactos y la refrigeración de estos. En caso de instalar pantallas y mandos en esta zona, se recomienda utilizar gabinetes IP66 para contenerlos, porque además de los finos, en esta zona se utiliza agua para la santificación de los equipos.
- Se recomienda instalar un sensor de nivel mínimo en la tolva buffer para evacuar automáticamente el material restante al fin de la producción, cuando la cantidad del material no alcance a ser detectada por el sensor de nivel. Debido a que estas pequeñas cantidades se deben evacuar de forma manual desacoplando algunos elementos.
- La estructura que soporta las tolvas básculas deben ser lo suficientemente robusta y debe tener apoyos que eviten la flexión de esta, porque la inclinación disminuye la precisión de las celdas de carga.
- Se debe evitar al máximo la utilización de vibradores en los ductos para mejorar la fluidez de los materiales, puesto que la vibración deteriora el funcionamiento de los dispositivos electrónicos.
- Tener presente que el vacío en las tuberías pueden causar errores en las lecturas de las celdas de carga. En la secuencia del sistema se deben tomar los valores medidos antes de iniciar el transporte neumático.
- La estructura de los tornillos sinfín utilizados en el transporte y dosificación de los ingredientes deben ser lo suficientemente herméticos para evitar fugas de los ingredientes pulverizados más finos.
- Los motorreductores utilizados en los procesos alimenticios deben utilizar grasas y aceites sintéticos y grado alimenticio.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 22

REFERENCIAS

Bibliografía


Colcafe S.A.S. (Marzo de 2016). Recolecion de informacion. Medellin, Colombia.

E. Gómez-Senent Martínez, M. C. (2006). Estudio comparativo de diversas normas para el cálculo de los silos de almacenamiento de materiales granulares. X CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA DE PROYECTOS .

Harper, G. E. (2004). *El libro practico de los generadores, transformadores y motores eléctricos*.

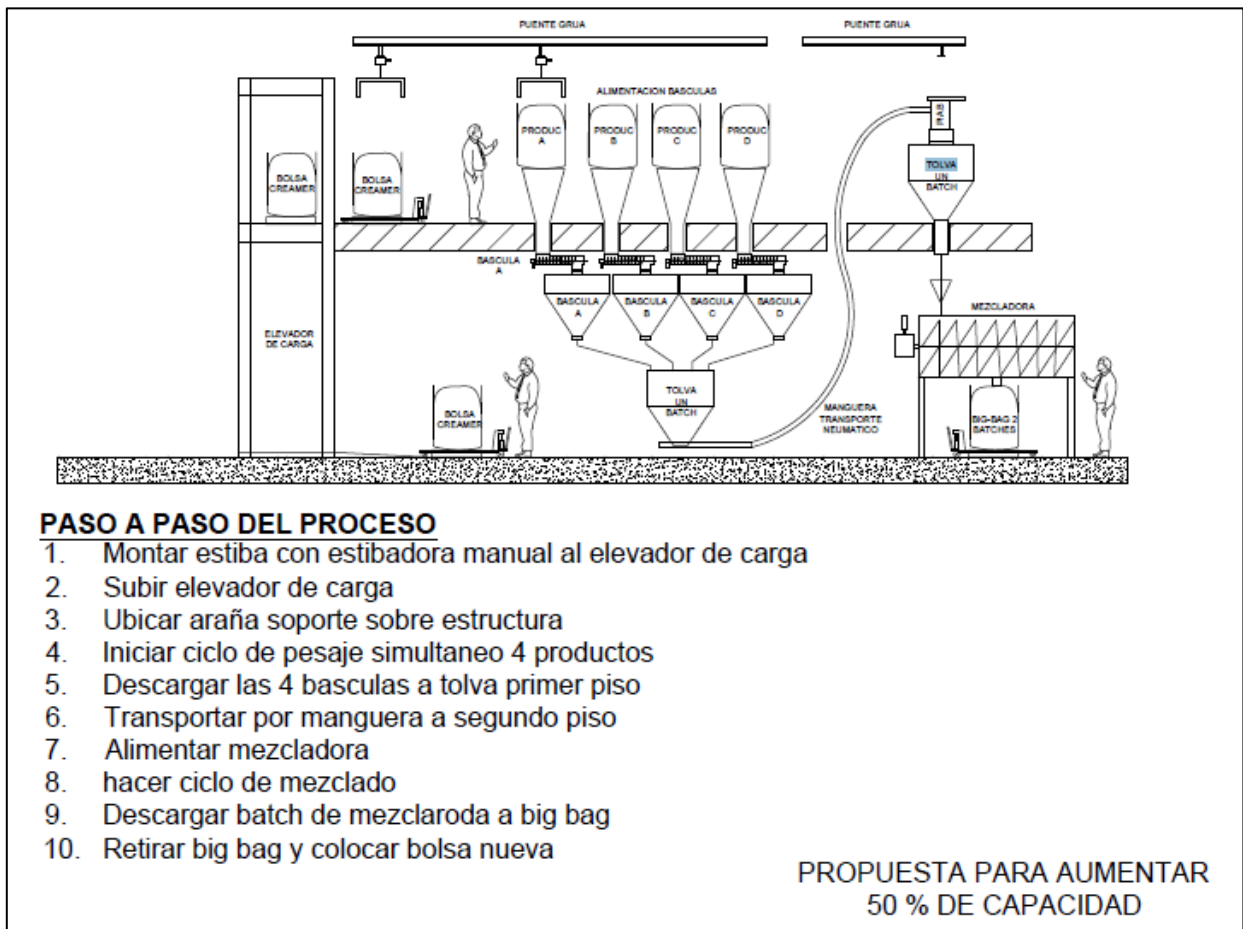
Martin. (2016). Manejo de materiales a granel.


Nolasco, E. J. (2013). Diseño e implementación de un sistema de control para dosificadoras de chocolate.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



APÉNDICE

Apéndice A: Esquema de distribución del proyecto



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice B: Cotización elevador de carga COLDESA

CONDICIONES COMERCIALES

Opción interna
 Tamaño 1.8x1.8 m: \$ 32.896.000+IVA

NOTA: el equipo viene con enceramiento completo tanto en las puertas como en TODO su recorrido

Nota: SE Incluye montaje en la ciudad de Medellín

La oferta de la referencia se rige por las condiciones comerciales que en esta hoja se especifican y serán válidas en la negociación o Contrato de Compra-Venta excepto si expresamente se acuerdan condiciones diferentes.

GARANTÍA
 Todos nuestros equipos están garantizados por el término de un (1) año, contra defectos de fabricación y/o ensamble, siempre y cuando sean sometidos a las condiciones normales de uso y a las capacidades establecidas.

POLIZAS
 El valor de las pólizas y primas adicionales será por cuenta del COMPRADOR.


FORMA DE PAGO
 Cincuenta por ciento (50%) del valor total del contrato como anticipo y el saldo, cincuenta por ciento (50%) contra entrega a satisfacción

PLAZO DE ENTREGA
 Treinta días (30) días para la fabricación y montaje

FABRICA Y OFICINAS: Transversal 33 sur No 33-55 .Medellin. COLOMBIA
 PBX: 2706674 5953240. Ventas Cel 3006143004
 www.coldesatda.com

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice C: Cotización sistema de transporte OGA


TRANSPORTE NEUMÁTICO
 ítem 9.
 Cantidad 1 Unid.

RAD 2372

VENCIENDO LA GRAVEDAD



BOMBA DE VACÍO.

- Bomba de paletas rotativas.
- Alta eficiencia, bajo mantenimiento.
- Control por lógica programada.
- Nivel de ruido a 77dB.
- Temperatura de operación 85°C.
- Refrigeración por aire.
- Intercambiador de calor aire/aceite.
- Incluye aisladores de vibración.
- Incluye filtro de entrada de aire con malla metálica.
- Incluye visor de nivel aceite.
- Incluye válvula cheque, válvula para retorno de aceite a tanque y filtro de aceite.
- Incluye motor de alta eficiencia 440VAC/60Hz/3Ph.
- Protección eléctrica motor IP 54.

NOTA: La BOMBA DE VACÍO deberá estar situada a una distancia máxima de 10 metros de la TOLVA RECEPTORA.

COMPONENTES DEL SISTEMA.


TABLA RESUMEN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	TABLERO DE CONTROL.	1
2	POLIPASTO ELÉCTRICO.	1
3	TORNILLO DOSIFICADOR.	4
4	TOLVA PULMÓN.	1
5	TUBERIA TRANSPORTE.	15 METROS
5.1	CURVA DE TRANSPORTE.	3
5.2	ACOPLES DE COMPRESION.	35
6	TOLVA RECEPTORA.	1
7	TUBERIA DE VACÍO.	10 METROS
7.1	CURVA DE VACÍO.	4
7.2	ACOPLES DE COMPRESIÓN.	12
8	FILTRO DE SEGURIDAD.	1
9	BOMBA DE VACÍO.	1
TOTAL		\$ 176.637.900

VALOR TOTAL DEL SUMINISTRO DESDE EL ÍTEM 1 AL ÍTEM 9 INCLUSIVE.


VALOR TOTAL DEL SUMINISTRO.....\$ 176.637.900

CIENTO SETENTA Y SEIS MILLONES SEISCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS PESOS COLOMBIANOS MÁS IVA.














 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Apéndice D: Cotización tolvas bascula

	Nit. 900.939.477-5 Tel: 548 56 93- 548 78 06 E-mail: protemjj@gmail.com Km 40 Autopista Medellín-Bogotá Marinilla (Ant)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">COTIZACION N° 167</div>
FECHA 29 DE JUNIO DEL 2016	VALIDEZ DE OFERTA 30 DIAS 40 DIAS HABLES APARTIR DE SU APROBACION	
CLIENTE COLCAFE	TIEMPO DE ENTREGA	
INGENIERO LUIS FERNANDO HIDALGO	COTIZANTE JUAN ANDRES ALVAREZ	

N° ITEM	DESCRIPCION	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1,0	TOLVA 1.Fabricacion de tolva de almacenamiento cuadrada de dimensiones 1000x1000x300 con fondo conico de dimensiones 1000x1000x600 en acero inoxidable calibre 14, incluye:Entrada (1) y salida (1) en tuberia inoxidable sanitaria de 6", valvula (1) mariposa(cuerpo en hierro, lengüeta en acero inoxidable) de accionamiento neumatico diametro 6", perillas cierre rapido (8) en acero inoxidable, mensulas (4) en acero inoxidable en lamina de 1/4".	1,0	\$ 6.953.950	\$ 6.953.950
2,0	TOLVA 2.Fabricacion de tolva de almacenamiento cuadrada de dimensiones 1000x1000x500 con fondo conico de dimensiones 1000x1000x600 en acero inoxidable calibre 14, incluye:Entrada (1) y salida (1) en tuberia inoxidable sanitaria de 6", valvula (1) mariposa de accionamiento neumatico diametro 6", perillas cierre rapido (8) en acero inoxidable, mensulas (4) en acero inoxidable en lamina de 1/4".	1,0	\$ 7.152.200	\$ 7.152.200

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Sergio Ginaldo D.
ESTEBAN FLOREZ

FIRMA ASESOR JUAN SE. INFORME FINAL
16/03/2017

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO _____ ACEPTADO _____ ACEPTADO CON
 MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____