

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN
DE PRODUCTOS DE ASEO MÁS ECOLÓGICOS EN LA EMPRESA FULHERS
SERVICE & CIA. LTDA.

EDNA PATRICIA BAYONA VALLEJO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA

2014

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN
DE PRODUCTOS DE ASEO MÁS ECOLÓGICOS EN LA EMPRESA FULHERS
SERVICE & CIA. LTDA.

EDNA PATRICIA BAYONA VALLEJO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

DIRECTOR
LUIS MARIANO IDARRAGA
MCS. ING. QUÍMICA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA

2014

**Nuestro miedo más profundo no es ser inadecuados
Nuestro mayor miedo es nuestro poder inconmensurable;
Es nuestra luz, no nuestra oscuridad lo que nos aterra.**

**Optar por la mezquindad no sirve al mundo, no hay lucidez en encogerse
para que los demás no se sientan inseguros junto a ti.**

**Nacemos para hacer manifiesto de la gloria del universo
que está dentro de nosotros,
No solamente en algunos de nosotros: Está dentro de todos y cada uno.**

**Y conforme dejamos que nuestra luz propia alumbre
Inconscientemente permitimos que otros hagan lo mismo.**

**Y al liberarnos de nuestro propio miedo,
Nuestra presencia automáticamente libera a otros.**

Nelson Mandela

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 ETIQUETADO VERDE	17
2.2. SURFACTANTES	19
2.3. TANQUE DE PROCESO	20
2.4. CICLO PHVA	23
3. METODOLOGÍA	25
3.1. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL	26
3.1.1. Descripción de la Producción.....	26
3.1.1.1 Etapa de Preparación	27
3.1.1.2 Etapa de Mezclado	28
3.1.1.4 Etapa de Almacenamiento	29
3.1.2. Devoluciones.	29
3.2. MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO	29
3.2.1. Cambios en el Proceso Productivo.	30
3.2.1.1 Etapa de Preparación	31
3.2.1.2 Etapa de Mezclado.	31
3.2.1.3 Etapa de Control de Calidad.	31
3.2.1.4 Etapa de Envasado.....	31
3.2.1.5 Etapa de Almacenamiento.	31
3.2.2. Diseño del Tanque Agitado.....	31

3.2.3. Implementación del Tanque Agitado.....	34
3.3. CONTROL DE CALIDAD	35
3.3.1. Nuevo Proceso de Medición y Mejoramiento.....	35
3.4. ANÁLISIS DE ECOTOXICIDAD DE PRODUCTOS	36
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL TANQUE AGITADO.....	38
4.2. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y DE CALIDAD.....	39
4.3. ANÁLISIS DE ECOTOXICIDAD DEL JABÓN LÍQUIDO	41
5. CONCLUSIONES	42
6. RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Correlación entre el Número de Potencia y el Número de Reynolds.....	22
Figura 2. Ciclo PHVA.....	24
Figura 3. Esquema Metodológico	25
Figura 4. Estado Actual del Proceso Productivo.....	26
Figura 5. Nuevo Proceso de Control de Calidad	30
Figura 6. Esquema de Diseño del Tanque Agitado	33
Figura 7. Indicador de Calidad.....	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Estado Actual del Proceso.....	26
Tabla 2.	Detalles de Producción.....	27
Tabla 3.	Devoluciones	29
Tabla 4.	Nueva Estructura de Procesos	31
Tabla 5.	Dimensiones del Tanque Agitado	32
Tabla 6.	Razones de Proporcionalidad del Tanque Agitado.....	33
Tabla 7.	Análisis de Ecotoxicidad para el Jabón Líquido.....	37
Tabla 8.	Comparativo de Tiempos de Proceso	38
Tabla 9.	Comparativo de Devoluciones.....	39
Tabla 10.	Comparativo de Productividad.....	40
Tabla 11.	Inversión de Mejoramiento del Proceso de Producción.....	40

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. TANQUE AGITADO	46
ANEXO B. MANUAL DE PROCESO DE PREPARACIÓN DE MEZCLA	48
ANEXO C. MANUAL DE PROCESO DE MEZCLADO	50
ANEXO D. MANUAL DE PROCESO DE ENVASADO	52
ANEXO E. MANUAL DE PROCESO DE ALMACENAMIENTO	54
ANEXO F. MANUAL DE PROCESO DE MEDICIÓN Y MEJORAMIENTO	56

RESUMEN

TÍTULO:

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE ASEO MÁS ECOLÓGICOS EN LA EMPRESA FULHERS SERVICE & CIA. LTDA.*

AUTOR:

EDNA PATRICIA BAYONA VALLEJO**

PALABRAS CLAVE:

Tanque Agitado, Proceso de Producción, Productos de Aseo.

DESCRIPCIÓN:

Dentro de un contexto mundial de creciente conciencia por el impacto ambiental de la actividad industrial, mecanismos como el etiquetado verde permiten promover desde las empresas y para los consumidores, prácticas que disminuyan la contaminación ambiental. La empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. dedicada a proveer servicios de aseo e interesada en ofrecer un producto diferenciado, se interesó por incursionar en los productos con etiquetado verde, de acuerdo a la actual legislación colombiana. Este trabajo muestra cómo mas allá de los retos técnicos, una empresa interesada en este tipo de innovación debe encargarse de garantizar la gestión de su proceso productivo mediante metodologías como la PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) y con la introducción de tecnologías que aseguren el uso de cantidades precisas en los insumos y tiempos de procesamiento definidos para garantizar prácticas de calidad en la elaboración de sus productos.

El proceso presentaba problemas de homogeneidad en los productos finales y repetitividad en las etapas del proceso productivo, además de pérdidas de material y falta de trazabilidad, lo que dificultaba medir el impacto de introducir nuevos productos, como el jabón con etiqueta verde.

La implementación de un tanque agitado, la formalización de los procedimientos y la introducción de un nuevo proceso de Control de Calidad, mejoraron la productividad del proceso de fabricación de productos de aseo en un 60% y redujeron en un 80% la devolución del producto, lo que permitió ofrecer la calidad requerida de los productos ante el cliente y contar con mecanismo de control para la estimación de manera más precisa del impacto en la introducción de nuevos productos.

* Trabajo de grado

*Trabajo de Grado

**Facultad de ingenierías fisicoquímicas. Escuela de ingeniería Química. Director : MCs. Ing. Química Luis Mariano Idarraga.

ABSTRACT

TITLE:

EVALUATION AND IMPROVEMENT IN THE MANUFACTURING PROCESS OF MORE ECOLOGICAL CLEANING PRODUCTS IN THE COMPANY "FULHERS SERVICE & CIA. LTDA."

AUTHOR:

EDNA PATRICIA BAYONA VALLEJO

KEYWORDS:

Stirred Tank, Manufacture Process, Grooming Products.

DESCRIPTION:

In the current global context of growing conscience on environment impact from industry, the green label scheme from companies, targeted to the customers, can help to promote practices that decrease environmental contamination. Fulhers Service & Cia. Ltda. Is a company of cleaning services interested on offering a unique product which complies with the green label legislation in Colombia. The present investigation shows how this kind of innovation needs to deal not only with technical challenges but management, because the company must to have a guaranteed over its productive process with methodologies like PDCA (Plan, Do, Check, Act) and technologies on equipment that ensure usage of accurate raw materials quantity and well defined procesing time to make of the manufacturing process a controlled activity.

There were some productive process problems related with homogeneity of the final product and repeatability on productive process stages, also losses of material and absence of a tracing strategy, making difficult to measure the real impact of introducing a new product like the liquid soap with green label.

The implementation of a stirred tank, standardization of current processes and the introduction of a quality control have improved the productivity of the manufacturing process of cleaning products by 60% and decreased rejected product by 80%, offering the required quality to the clients and helping to have a control on impact estimation over introduction of new products.

* Work degree

**Facultad de ingenierías fisicoquímicas. Escuela de ingeniería Química. Director : MCs. Ing. Química Luis Mariano Idarraga.

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de un desarrollo humano sostenible, que permita disminuir el impacto ambiental de la actividad económica humana, se ha convertido en la última década en una prioridad. Si bien, las iniciativas internacionales para generar políticas mundiales de sostenibilidad pueden rastrearse a partir la década de los setenta, más recientemente la Declaración de Rio (1992) y el Protocolo de Kioto (1997) resultan claros ejemplos de la importancia que representa para el mundo la regulación de las prácticas industriales para disminuir la afectación al medio ambiente¹.

En general, el sector de la industria química tiene uno de los mayores retos pues es considerada un agente importante en la contaminación ambiental. Las empresas dedicadas a la fabricación de detergentes han adquirido una responsabilidad especial dentro de este marco de compromiso con el medio ambiente⁴, por eso se evidencia, principalmente desde la operación en los países desarrollados, todo un cambio de mentalidad ya sea por efectos de las políticas nacionales o por presión del mercado, pues la conciencia ecológica de los consumidores también ha cambiado.

Dentro de ese contexto actual, la empresa colombiana Fulhers Service & Cia. Ltda., dedicada a la fabricación de productos de limpieza encontró en la oportunidad de elaborar productos ecológicos la forma de operar de manera responsable con el medio ambiente, pero también una forma de generar una ventaja competitiva que la haga destacarse dentro del mercado. Por otra parte, según fuentes de la misma empresa, el crecimiento de la demanda en los últimos dos años ha sido del 20% y esta situación ha exigido que la planta ajuste su proceso productivo.

En el momento, el proceso de elaboración de productos de aseo es artesanal y no cuenta con la trazabilidad necesaria para determinar su impacto ambiental. La mezcla se realiza en tanques plásticos donde se procede a la agitación con la ayuda de una cuchara de madera de gran tamaño. La adición de la materia prima se hace basada en una medición imprecisa a partir de la experiencia empírica del operario.

Para mejorar y estandarizar el proceso de producción, con el fin de fabricar productos ecológicos, se decidió diseñar y construir un tanque agitado y establecer una serie de protocolos de fabricación que permitan tener la información suficiente para medir el impacto de la fabricación de nuevos productos.

El tanque es de acero inoxidable y cuenta con su respectivo agitador eléctrico para garantizar un tiempo de mezclado y la viscosidad del producto que se requiere. Adicionalmente, se va a asegurar la integridad de la fórmula de cada producto mediante la introducción de equipo de pesado y el cumplimiento de un protocolo de producción.

Una vez se garanticen las dos variables importantes del proceso, tiempo de agitación y composición química del producto, se pasa a analizar la viabilidad de la introducción de nuevos productos de aseo que cumplan con la norma ecológica de Colombia. Para lograr este objetivo debe levantarse un documento de formulación de los productos y valorar su impacto toxicológico mediante el cálculo del Volumen Crítico individual de Dilución-Toxicidad de acuerdo a la norma NTC5131¹¹. Se pretende realizar el análisis de ecotoxicidad al jabón líquido por ser el producto de mayor demanda, con más ingredientes y el candidato a ser primero con una versión con sello ecológico.

Para los productos que no cumplan con la norma técnica de etiqueta ambiental, se debe proceder a un análisis cuantitativo para determinar los cambios de concentración o los cambios en el uso de insumos para así sentar la propuesta a las directivas de la empresa. La propuesta elaborada dentro de esta investigación corresponde al resultado de los cambios en el proceso de producción y en las prácticas de manufactura dispuestas en la empresa.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar y mejorar el proceso de fabricación de productos de aseo de la empresa Fulhers Service & Cia Ltda..

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar oportunidades de mejoramiento dentro del proceso productivo de la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda.
- Diseñar, construir y poner en marcha un tanque de proceso de acuerdo a las restricciones físicas y económicas dispuestas por la empresa.
- Estandarizar el proceso de fabricación de productos de aseo utilizado por la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. para cada uno de los productos desde su formulación hasta el envasado.
- Implementar protocolos de fabricación para cada una de las etapas del proceso.
- Realizar el análisis de ecotoxicidad del producto de mayor demanda y proponer una formulación con el fin de volverlo más ecológico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ETIQUETADO VERDE

De acuerdo a la importancia que ha cobrado la problemática ambiental en la opinión pública, la industria ha respondido y se ha asegurado de responder a los consumidores con productos más amigables con el medio ambiente. Inicialmente desde el sector alimenticio con toda una corriente de alimentos orgánicos que ofrecían un cultivo libre de fertilizantes o pesticidas sintéticos y orientados a la producción a pequeña escala.

De forma similar otro tipo de industrias como la eléctrica y en particular la de detergentes empezó a incluir en sus procesos el uso de las denominadas tecnologías limpias. Estas tecnologías van encaminadas a reducir no solo el impacto directo que sus productos tienen en el medio ambiente sino también el impacto que la operación de producción tiene sobre el planeta. En esa medida realizan reemplazo de energía para habilitar el consumo de energías renovables, introducen políticas de reciclaje y minimizan la emisión de gas carbónico a la atmósfera.

En un primer momento estas iniciativas industriales que a su vez requirieron de regulación estatal se dieron en los países desarrollados. Ejemplos de legislaciones para lograr un etiquetado que diferencie este tipo de productos, amigables con el planeta, se encuentran actualmente en países como Estados Unidos (Sello Verde), la Unión Europea (Ecolabel), Alemania (Angel Azul) y Japón (Eco-Mark)⁶. Sin embargo, luego de unos años y habiendo adquirido la madurez técnica, este tipo de prácticas llegaron a Colombia. Desde la resolución 1555 de 2005, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible regula la identificación de productos que cumplan con la norma en cuanto al uso sostenible de los recursos

naturales, el empleo de materias primas, procesos de producción con uso óptimo de energía, entre otros compromisos.

En Colombia, la manufactura de químicos orientados a los productos de aseo y detergentes está regida por la Ley 9 de 1979 y otro grupo de decretos adicionales que regulan de alguna forma la manipulación de productos químicos y el manejo de residuos (Ley 55 de 1993, Decreto 1281 de 1994, Decreto 1669 de 2002, Decreto 4741 de 2005, Resolución 2400 de 1979). Además el INVIMA, mediante la notificación sanitaria obligatoria para productos de higiene doméstica y la certificación de normas y de capacidad de producción a fabricantes de productos de aseo, ofrece un marco técnico de aprobación para las empresas que se dedique a la fabricación de detergentes y jabones.

En el caso del Sello Ambiental Colombiano (SAC) el ministerio de ambiente otorga la licencia para su uso de acuerdo a la normatividad de la norma NTC5131 aplicable a los productos detergentes de limpieza. Estos productos deben cumplir con la normativa antes expuesta y exigida por las entidades de control del gobierno de Colombia y adicionalmente con unos requisitos específicos.

La sumatoria de volúmenes individuales críticos de dilución toxicidad (VID tox.) no deben superar unas cotas establecidas dependiendo si el detergente es para dilución en agua o es líquido. Se debe asegurar que el agente tensioactivo utilizado en el detergente tenga una clasificación de biodegradable en condiciones anaerobias o demostrar que posee un 60% de biodegradabilidad. No se deben utilizar ingredientes que aparezcan en la categoría de peligroso, algunos de ellos son el glutaraldehído, los nitroalmizcles, el EDTA entre otros.

Los envases en caso de tratarse de un detergente para uso directo deben cumplir con el límite del valor de empaque, el cálculo se realiza de acuerdo a una dosis recomendada estipulado en la norma. Por último, se definen las directrices de

rotulado que hacen obligatorio incluir instrucciones de uso por parte del fabricante, así como indicaciones generales de seguridad para este tipo de productos.

2.2. SURFACTANTES

El componente activo de todo detergente moderno es denominado químicamente surfactante. Este elemento es una molécula compuesta por dos estructuras una hidrofílica y otra hidrofóbica. Esta característica es la que determina su utilización como agente desengrasante o detergente. Al tener una sección polar, esta forma fácilmente puentes de hidrógeno con el agua, mientras su sección no polar crea enlaces de van der Waals con las moléculas no polares grasas⁷. Los grupos de moléculas del surfactante en particular tienden a agruparse sobre las moléculas grasas y formar micelas, el número de monómeros por micela, la concentración crítica y la temperatura son características particulares a cada surfactante.

Dentro de la familia de surfactantes existen grupos de acuerdo a su carga y polaridad; los más comunes son, los surfactantes aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros. En la mayoría de productos comerciales de uso doméstico se utilizan surfactantes aniónicos⁸. Los surfactantes no iónicos se emplean como co-surfactante siempre en presencia de uno de característica aniónica.

Un detergente contiene entre un 15% y un 40% de surfactante⁶, por lo cuál, el riesgo de contaminación de medios acuáticos y de suelos es muy alto. En particular los surfactantes aniónicos y catiónicos, dada la característica de carga positiva o negativa en la cabeza hidrofílica de la molécula, presentan un gran potencial de adherirse a tejidos u organismos una vez estén libres en el medio ambiente.

Ejemplo de esto, se encuentra en los surfactantes anionicos, siendo el mas utilizado en la industria durante el siglo veinte y hasta la década de los noventa en

todo el mundo el Alquilbenceno Sulfonato de Sodio Ramificado (ABS), reemplazado por su variante lineal (LAS). Debido a los bajos costos que representaban y a el buen resultado como detergente su uso en la industria se generalizo, en detrimento del medio ambiente, pues el surfactante ABS es completamente resistente al ataque biológico debido a su estructura molecular y los surfactantes tipo LAS son resistentes en condiciones aerobias⁹. Lo que bajo el criterio de las más recientes legislaciones en torno al tema ecológico, se convierte en un uso inviable, que atenta contra la sostenibilidad de la práctica industrial moderna.

2.3. TANQUE DE PROCESO

Se entiende por tanque agitado todo recipiente dispuesto para la inducción de movimiento de un material en una forma específica, normalmente un patrón circulatorio. Mientras que la mezcla es una distribución aleatoria dentro y a través de una o más fases inicialmente separadas. En un tanque de proceso el líquido es bien agitado y se mezcla muy rápidamente. Debido a que los impulsores, que en este tipo de tanque están ubicados en la parte central, producen corrientes de alta velocidad y se puede identificar como el fluido completa un lazo de circulación y vuelve a entrar nuevamente al impulsor¹⁰.

La potencia requerida para mover el impulsor se puede predecir a partir del número de Reynolds (Re) y el número de potencia (NP) teniendo en cuenta que se cumplan las razones de proporcionalidad del tanque diseñado.

El número de Reynolds es un valor adimensional que se utiliza para modelar el comportamiento de los fluidos en escenarios específicos y esta descrito por la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu}$$

Ecuación 1

Dónde:

Da: Diámetro del impulsor

N: Velocidad angular

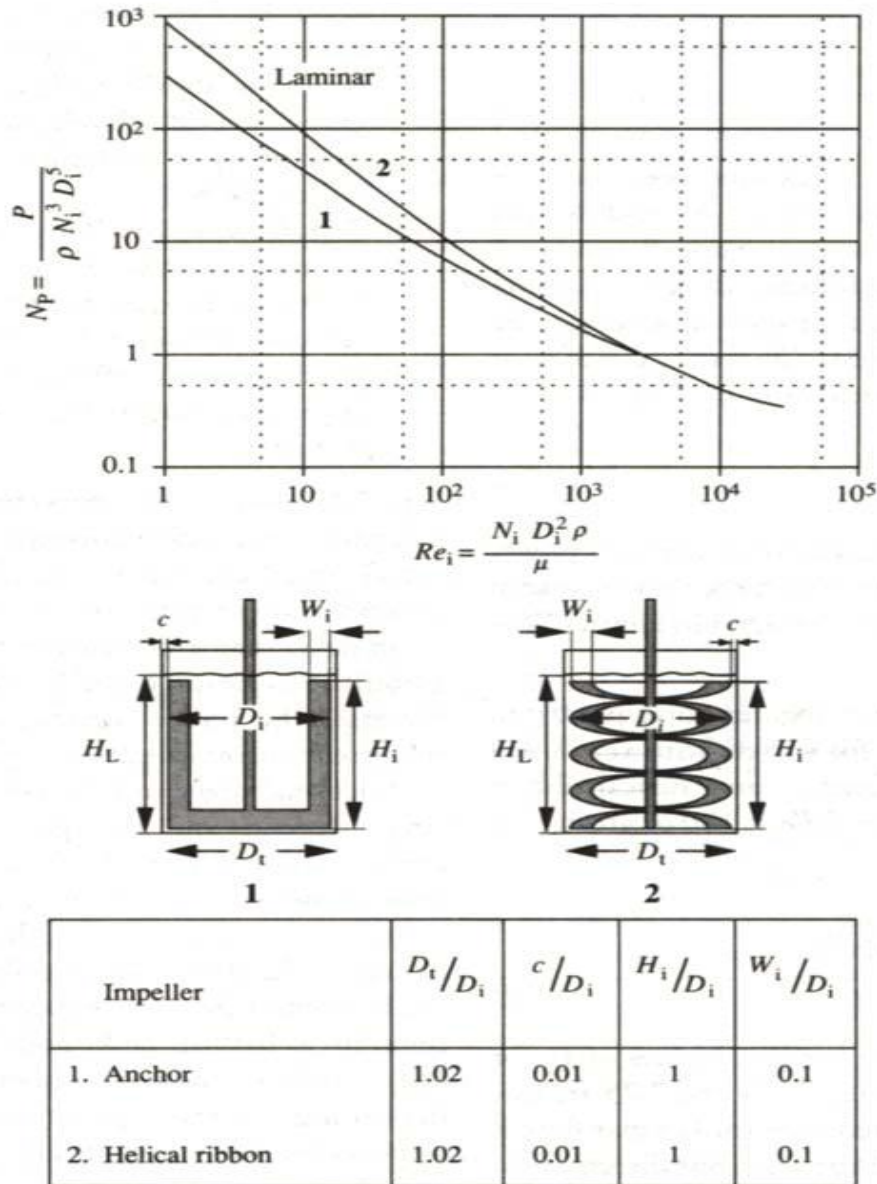
ρ : Densidad del líquido

μ : Viscosidad del líquido

El número de potencia (NP) se utiliza junto a las revoluciones del motor, la densidad del fluido y el diámetro de las aspas del impulsor para calcular el consumo de potencia.

Para determinar el número de potencia (NP) se utiliza la siguiente figura:

Figura 1. Correlación entre el Número de Potencia y el Número de Reynolds



Fuente: Pauline M. Doran. Bioprocess Engineering Principles. 1995

La ecuación que se debe utilizar para este caso es la siguiente:

$$P = N_p n^3 D_a^5 \rho$$

Ecuación 2

Dónde:

P: Potencia requerida

NP: Número de Potencia

n: Velocidad Angular

Da: Diámetro del tanque

ρ : Densidad del líquido

2.4. CICLO PHVA

El ciclo PHVA es un ciclo dinámico que tiene la capacidad de desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo.

Está asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto como en otros procesos del sistema de gestión de calidad.

Esto aplica por igual a los procesos estratégicos de alto nivel, como planificación de los sistemas de gestión de la calidad o la revisión por la dirección y a las actividades operacionales simples llevadas a cabo como una parte de los procesos de realización del producto¹³.

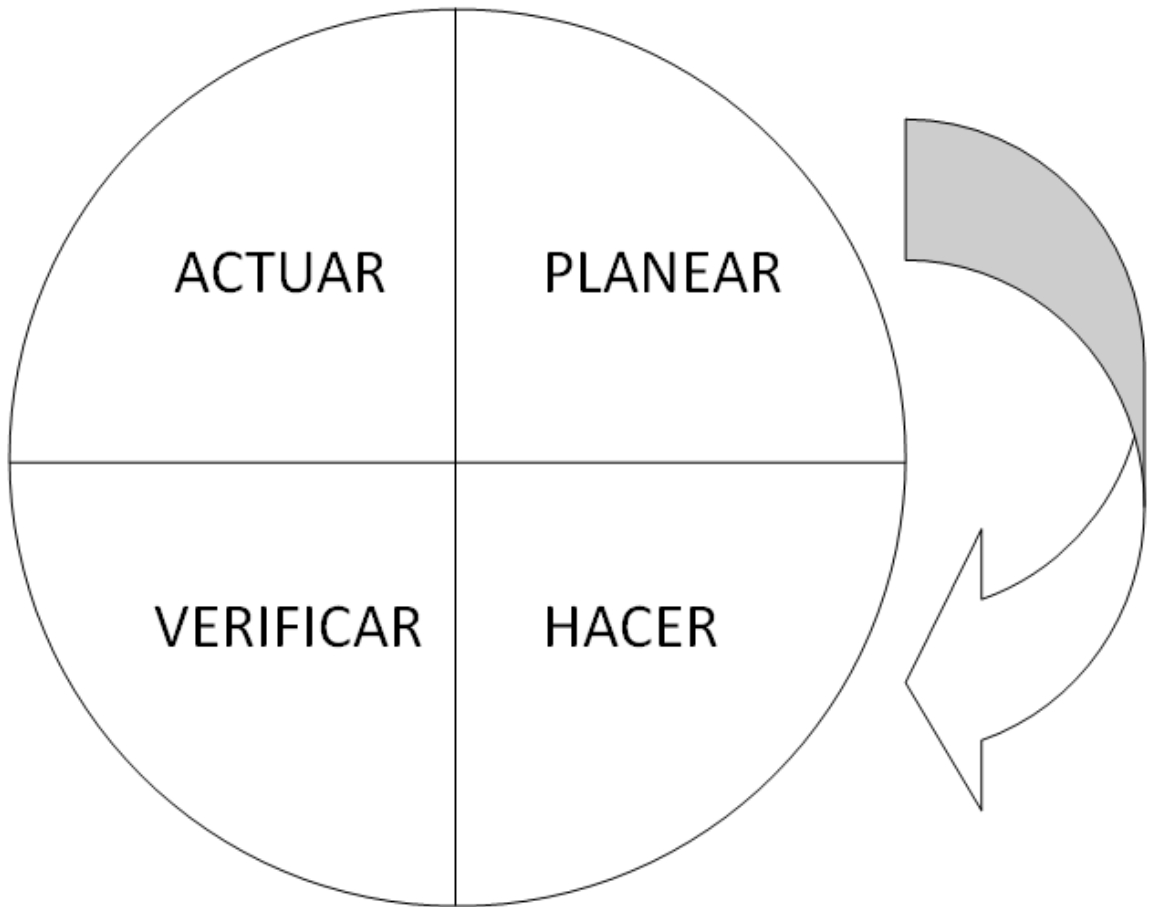
1. Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

2. Hacer: implementar los procesos.

3. Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

4. Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Figura 2. Ciclo PHVA

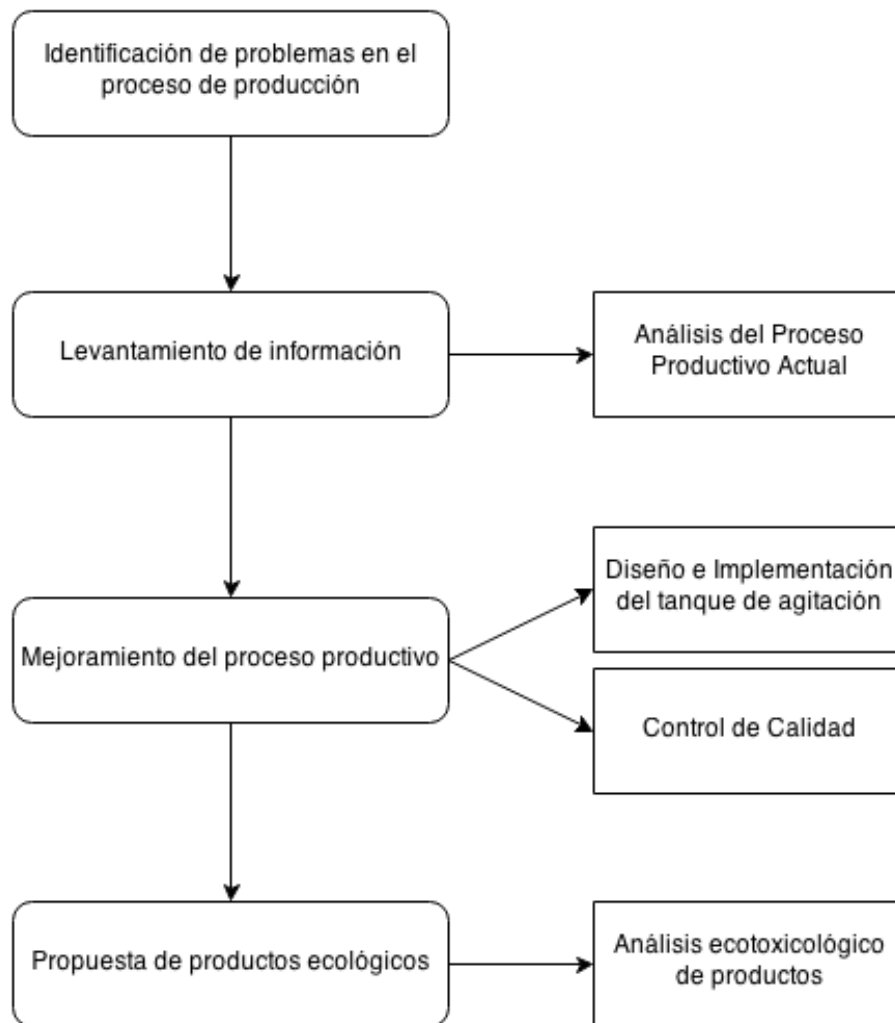


Fuente: Orientación sobre el concepto uso del Enfoque basado en procesos para los sistemas de gestión. 2003

3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describen las etapas que se llevaron a cabo con el fin de mejorar el actual proceso de producción de la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. y para determinar los cambios requeridos para una futura incursión en productos de categoría ecológica dentro del mismo segmento de mercado, correspondiente a la fabricación de jabones y detergentes.

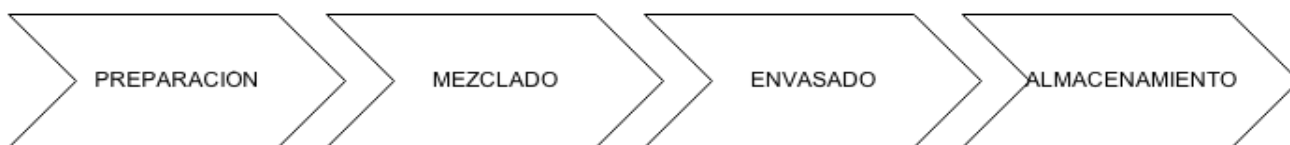
Figura 3. Esquema Metodológico



3.1. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL

La empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. no cuenta con una definición o un control de sus procesos de producción. A continuación, se describe el proceso tal como se realiza en la actualidad.

Figura 4. Estado Actual del Proceso Productivo



A partir de esta información se proceden a definir de acuerdo al ciclo PHVA las actividades involucradas en el proceso de producción.

Tabla 1. Estado Actual del Proceso

Proceso	Subproceso/Actividades
Proceso de Producción	Preparación
	Mezclado
	Envasado
	Almacenamiento y despacho

3.1.1. Descripción de la Producción. La empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. incursionó en la elaboración de productos de limpieza al identificar una ventaja estratégica sobre sus competidores del sector de servicios de aseo. A pesar de contar con clientes establecidos, una evaluación preliminar por parte de las directivas determinó que autoproversearse de los insumos requeridos en la labor misional de la empresa significaría un ahorro en los gastos y brindaría una característica diferenciadora que se vería reflejada en los tiempos de respuesta y

en la calidad del servicio, al contar con productos que apoyaran la operación de la empresa.

De acuerdo a la experiencia de cerca de dos años, la empresa ha conseguido llegar a valores de producción estable. A continuación se muestra el volumen de producción de cada uno de los productos fabricados y usados por la empresa:

Tabla 2. Detalles de Producción

Producto	Presentación	Litros/mes
Ambientador	1 L – 4 L – 16 L	500
Blanqueador	1 L – 4 L – 16 L	500
Cera Líquida	1 L – 4 L – 16 L	500
Desengrasante	1 L – 4 L – 16 L	400
Jabon Líquido	1 L – 4 L – 16 L	1.000

Fuente: Fulhers Service & Cia. Ltda.

3.1.1.1 Etapa de Preparación. Es la primera etapa del proceso productivo, involucra la participación del operario y de los equipos de pesado y tanques de mezclado. La actividad inicia de acuerdo a una orden de pedido entregada del Área de Servicios. Su insumo principal es la fórmula del producto que se va a manufacturar y el acopio de cada uno de los ingredientes. Este procedimiento se puede describir en los siguientes pasos:

1. El operario se encarga de realizar el mantenimiento preliminar de los tanques de mezclado.
2. El operario realiza el acopio y medición de ingredientes de acuerdo a la fórmula del producto solicitado.
3. Si no hay existencia de alguno de los ingredientes requeridos para el producto se debe interrumpir el proceso hasta que se gestione la compra, de lo contrario se pasa a la siguiente etapa.

3.1.1.2 Etapa de Mezclado. En esta etapa se procede a realizar la operación unitaria de mezclado de materias primas. Es la etapa más importante de todo el proceso productivo y actualmente presenta una alta dependencia del conocimiento empírico del personal operativo, debido a la ausencia de controles. Intervienen en esta etapa tanques de almacenamiento, recipientes alimentadores y cucharas de madera. Este procedimiento se puede describir en los siguientes pasos:

1. El operario y un asistente se encargan de agregar a la mezcla cada uno de los ingredientes especificados en el orden y cantidades definidas de acuerdo a la formulación.
2. De acuerdo a la experiencia del operario se procede a uno o varios ciclos de mezclado.
3. Si la formulación lo requiere el proceso se detiene un tiempo determinado para retomar la preparación posteriormente, debido a que las disoluciones de algunas sustancias son muy demoradas.
4. Luego de cumplir con la formulación, el operario determina, basado en su experiencia, si el producto ya está terminado para pasar a la siguiente etapa.

3.1.1.3 Etapa de Envasado. En esta etapa del proceso productivo se entrega el producto en su envase primario. En la operación del proceso intervienen equipos como embudos, tamices y envases de plástico. Este procedimiento se puede describir en los siguientes pasos:

1. El operario y un asistente se encargan del vaciado del producto desde los tanques de almacenamiento.
2. De acuerdo a la característica del producto y de ser necesario, se procede a una separación de la parte sólida que se haya formado.

3.1.1.4 Etapa de Almacenamiento. Es la última etapa del proceso productivo y se identificó que no hay un lugar adecuado de almacenamiento. El procedimiento se puede describir de la siguiente forma:

1. Una vez se finaliza el llenado de envases primarios se procede a almacenarlos en espera de su despacho.

3.1.2. Devoluciones. Debido a la falta de tiempo de agitación y rigurosidad en el proceso de mezclado, los productos han generado insatisfacción en los clientes. De acuerdo a fuentes de la empresa, el proceso de envasado es la etapa en donde se han detectado productos defectuosos que obligan al reproceso de los mismos. A continuación se describe una estimación de devoluciones de los productos:

Tabla 3. Devoluciones

Producto	Cantidad/mes	Defecto
Ambientador	50 L	Baja concentración
Blanqueador	50 L	Baja concentración
Cera Líquida	50 L	Separación de fases
Desengrasante	100 L	Separación de fases
Jabon Líquido	100 L	Separación de fases

Fuente: Fulhers Service & Cia. Ltda.

3.2. MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO

El primer paso para lograr la evaluación completa del impacto al elaborar productos ecológicos es levantar un protocolo del estado actual del procedimiento. En este protocolo se deben involucrar los insumos, fórmulas y procesos de elaboración de cada uno de los productos. Luego se deben determinar qué tan contaminantes son y de acuerdo a esto proponer un nuevo modelo productivo orientado a reducir la contaminación de los productos de aseo elaborados por la empresa. Esta evaluación se hace de acuerdo a la norma técnica vigente¹¹ en

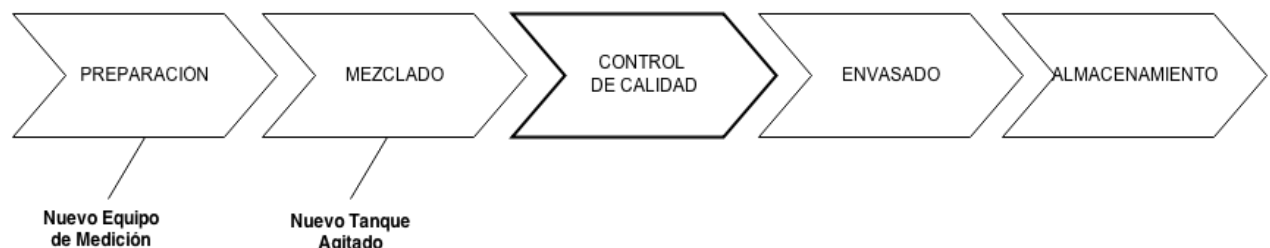
Colombia para la producción de jabones y detergentes con responsabilidad ecológica.

Luego de determinar los cambios que se deben hacer en los insumos y las fórmulas se debe modificar el equipo de agitación empleado. Para esto se lleva a cabo el diseño y construcción de un tanque agitado que permita escalar la producción para dar respuesta a la creciente demanda y además facilitar la implantación de un modelo medible que permita llevar la trazabilidad de los lotes de producción y permitir la introducción de los cambios necesarios para la creación de la nueva línea de jabones ecológicos.

Posteriormente se planteará un manual de procedimiento y se proveerá a la empresa con un mecanismo que permita recopilar el histórico de producciones de tal forma que cualquier mejora o innovación que se haga en el futuro, tenga un fundamento numérico que ayude a tomar decisiones de parte de las directivas con base en argumentos económicos.

3.2.1. Cambios en el Proceso Productivo. A partir de los puntos de mejora identificados en el análisis, se observa que existen nuevas definiciones funcionales que afectan el proceso productivo existente. A continuación se esquematiza el proceso basado en estos cambios:

Figura 5. Nuevo Proceso de Control de Calidad



3.2.1.1 Etapa de Preparación. Para asegurar la integridad de la formulación de cada producto se pretende implementar un equipo de pesado y medición de volúmenes y el cumplimiento del protocolo de producción.

3.2.1.2 Etapa de Mezclado. Diseñar e implementar un tanque agitado y establecer el protocolo de fabricación que permitan tener la información suficiente para medir el impacto de la fabricación de nuevos productos.

3.2.1.3 Etapa de Control de Calidad. Se busca incluir una etapa de control de calidad con la intención de tener una trazabilidad del proceso, la calidad de los productos y medir el impacto de la fabricación de nuevos productos.

3.2.1.4 Etapa de Envasado. Asegurar que no haya pérdida de masa mediante un sistema de envasado adecuado.

3.2.1.5 Etapa de Almacenamiento. Adecuar un lugar único de almacenamiento.

De esta manera, la definición de procesos y actividades quedaría de la siguiente forma:

Tabla 4. Nueva Estructura de Procesos

Proceso	Subproceso/Actividades	Abreviatura
Proceso de Producción	Preparación	PRD-PR
	Mezclado	PRD-MZ
	Envasado	PRD-EV
	Almacenamiento	PRD-AL
Control de Calidad	Control de Documentos	GCA-CD
	Medición y Mejora	GCA-ME

3.2.2. Diseño del Tanque Agitado. La primera consideración que se tuvo para diseñar el tanque agitado fueron las características de los líquidos que se van a manipular. Debido a la variedad de propiedades químicas de varios de los

insumos utilizados, tales como, sales, ácidos y sustancias alcalinas, el material del tanque debe resistir el contacto sin generar reacciones secundarias. Por lo anterior, se decidió usar acero inoxidable 134 debido a su resistencia para este tipo de sustancias.

A partir de la experiencia empírica¹² con tanques de agitación para líquidos con número de Reynolds muy bajos se eligió el impulsor de doble cinta helicoidal como el diseño más apropiado para las necesidades de agitación de los productos de la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda..

El volumen es de 50 Litros que triplica el volumen por cada lote de producción que se fabricaba y el impulsor tiene una velocidad de 40 rpm.

Debe cumplirse las razones de proporcionalidad (tabla 6) para poder calcular el número de potencia (NP) dado un número de Reynolds (Re) de acuerdo a las propiedades del fluido que se pretende agitar.

Tabla 5. Dimensiones del Tanque Agitado

Abreviatura	Valor (cm)
Wi	4
C	1
Di	38
Dt	40
Hi	39
HI	40

Dónde:

Wi: Ancho de la cinta helicoidal.

C: Distancia entre el impulsor y el tanque.

Di: Diámetro del impulsor.

Dt: Diámetro del tanque.

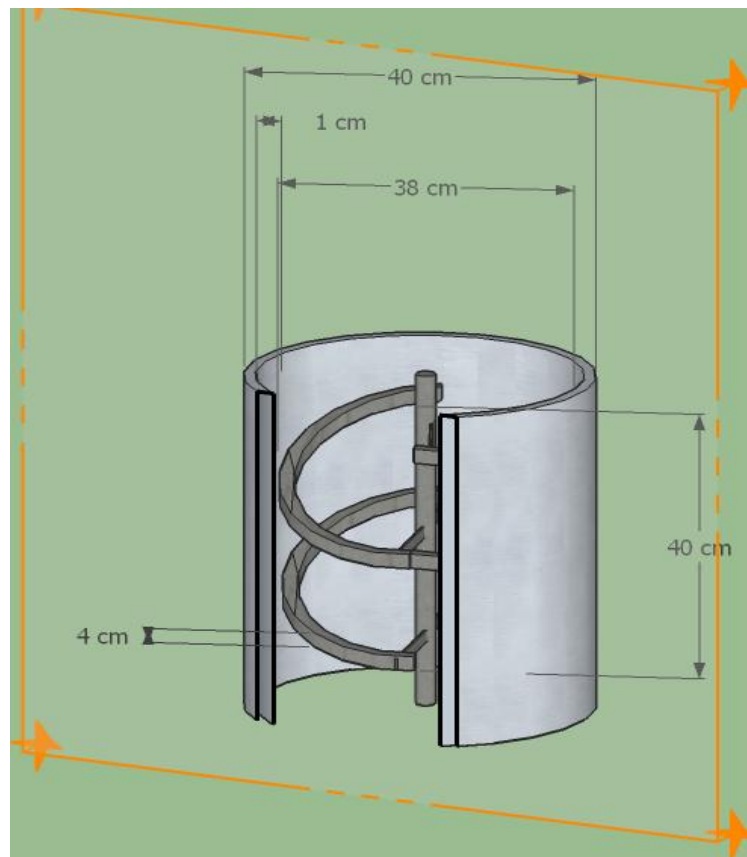
Hi: Altura del impulsor.

HI: Altura máxima del líquido.

Tabla 6. Razones de Proporcionalidad del Tanque Agitado

Proporción	Cálculo (cm)	Resultado
Dt/Di	40/38	1,05
C/Di	1/38	0,02
Hi/Di	39/38	1,02
Wi/Di	4/38	0,1

Figura 6. Esquema de Diseño del Tanque Agitado



Una vez cumplidas las restricciones de diseño se puede encontrar el número de Reynolds dadas las características fisicoquímicas del fluido. Para el caso específico de la empresa, se usó el número de Reynolds del producto más viscoso que se fabrica, el jabón líquido; de acuerdo a la ecuación 1.

$$\text{Re} = \frac{D_a^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

$$\text{Re} = \frac{0,16\text{m}^2 \cdot 0,66\text{s}^{-1} \cdot 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{6,8 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \cdot \text{s}} = \frac{116,16 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}}{6,8 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}}$$

$$\text{Re} = 17,0823$$

Debido a que es un numero de Reynolds bajo podemos utilizar la gráfica para calcular la potencia mínima que se requiere para agitar exitosamente mezclas empleando el tanque descrito. Para esto usamos la ecuación 2:

$$P = N_p \cdot n^3 \cdot D_a^5 \cdot \rho$$

$$P = 2,5 \cdot (0,66\text{s}^{-1})^3 \cdot (0,4\text{m})^5 \cdot 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P = 8,0958 \text{ W}$$

Esto nos permite predecir que el motor que se encargará de mover el impulsor debe tener no menos que 1 HP de potencia. De esta forma y de acuerdo a las necesidades de la empresa, el motor irá ubicado en la parte inferior del tanque debido a que resulta más fácil de trasladar como una unidad completa a diferencia de los agitadores ubicados en la parte superior, los cuales necesitan ser empotrados.

3.2.3. Implementación del Tanque Agitado. De acuerdo a los problemas encontrados en el proceso productivo de la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. se procedió a implementar un tanque agitado como parte del proceso de mezclado, como puede observarse en el Anexo A. El propósito es disminuir los tiempos de producción y mejorar la calidad del producto terminado.

Para este propósito y con el fin de apoyar el ingreso del equipo de agitación en el proceso, se definió un manual de procedimiento en el marco de la documentación que se desarrolló para dar cumplimiento a la metodología PHVA y como paso previo a una futura implementación de un sistema de gestión de calidad.

Este documento relaciona las actividades, los responsables y los documentos involucrados en la ejecución del proceso de mezclado, que de acuerdo a la definición es la etapa en la que interviene el tanque agitado. El detalle de este documento puede consultarse a partir del Anexo B.

3.3. CONTROL DE CALIDAD

3.3.1. Nuevo Proceso de Medición y Mejoramiento. Con la intención medir el impacto al introducir la fabricación de nuevos productos, debe tenerse una base de mediciones incluidas en el proceso. Encaminado esto a cumplir con el ciclo PHVA, parte central de todo sistema de gestión. El proceso de Medición y Mejora entrará a cumplir con la etapa de verificación del proceso, con base en mediciones sobre las características del producto fabricado, para el caso con las propiedades fisicoquímicas que se esperan de los productos de aseo.

Las propiedades de estos productos se ven afectadas por las condiciones experimentales tales como concentración, temperatura, pH y fuerza iónica, y estas propiedades son las que deben ser medidas al momento de determinar su calidad, a partir de los siguientes procedimientos:

1. Determinación de densidad aparente.
2. Características visuales (Aspecto y color).
3. Prueba de alcalinidad.

Teniendo en cuenta que los indicadores de gestión son en la actualidad el parámetro estándar dentro de los procesos de mejoramiento y en la investigación actual entraría a apoyar el esquema PHVA en la etapa de verificación, pues estos representan la cuantificación del resultado de los procesos y además proporcionan información sobre aspectos críticos o de importancia vital para la conducción de la empresa¹⁴.

Ya que el ciclo de control se está implementando en el proceso de producción, se va a implementar el uso de los siguientes indicadores:

$$\text{Productividad de la mano de obra} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{hr. - hom. trabajadas}}$$

Ecuación 3

$$\text{Calidad del producto} = \frac{\text{unidades defectuosas}}{\text{unidades producidas}}$$

Ecuación 4

Luego de la introducción de estos indicadores como parte de las herramientas de diagnóstico del comportamiento de la empresa, la toma de decisiones y la medición de la calidad del producto se verán apoyadas por el histórico de un dato numérico que permite medir de forma concreta la evolución y el impacto de nuevas medidas en el área productiva.

3.4. ANÁLISIS DE ECOTOXICIDAD DE PRODUCTOS

De acuerdo a la norma NTC 5131 las propiedades determinantes para garantizar la fabricación de productos amigables con el medio ambiente son la toxicidad crónica y el factor de degradación. De acuerdo a la norma, la suma de los ingredientes de un detergente no debe superar un nivel permitido de toxicidad por

volumen de agua. Esta fórmula se definió como parte de la normatividad europea Ecolabel y está incluida en la colombiana.

$$VCD_{tox}(ingrediente.i) = \frac{peso(i) \times DF(i)}{TF_{cronica}(i)} \times 1000$$

Ecuación 5

Dónde:

Peso(i): peso del ingrediente en gramos por unidad funcional.

DF(i): factor de degradación de acuerdo a la lista DID.

TFcrónica(i): factor de toxicidad del ingrediente en miligramos por litro.

De los productos que se elaboran en la empresa, debido a su demanda y a su alto contenido de productos sintéticos, se seleccionó el jabón líquido para su reemplazo y para la fabricación de una versión con sello ecológico, dado su impacto ambiental y su uso extensivo en la prestación de los servicios de aseo de la empresa.

El análisis de ecotoxicidad correspondiente al jabón líquido, de acuerdo a la ecuación 5 es:

Tabla 7. Análisis de Ecotoxicidad para el Jabón Líquido

Producto	DF	TFcrónica	Volumen Critico Individual
Benzoato de sodio	0,05	0,0018	0,044
Quimigel (Carbopol)	1	1,2	0,017
TEA (Trietanolamina)	0,05	0,016	0,025
Glicerina	0,05	0,177	0,011
Disolvente	0,05	1	6x10-4
Fragancia	0,5	0,002	6
Genapol	0,05	0,011	0,727
Texapon	0,05	0,0391	0,166
Colorante	1	0,01	0,08
Agua Total	-	-	-
		Total	7.071,524

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL TANQUE AGITADO

Luego de implementar el tanque agitado en el proceso productivo, se pudo identificar una disminución en el tiempo de proceso de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 8. Comparativo de Tiempos de Proceso

Producto	Tiempo Antes del Tanque (min)	Tiempo Después del Tanque (min)	Mejoramiento
Ambientador	180	20	88,89%
Blanqueador	180	20	88,89%
Cera Líquida	180	30	83,33%
Desengrasante	450	90	80%
Jabon Líquido	540	90	83,33%

Dado el grado de mejoramiento introducido en el proceso gracias al uso del tanque agitado y las actividades asociadas, se observa un potencial de incremento en los niveles de producción de cada uno de los productos, es decir, al pretender aumentar la producción los tiempos de proceso no serian un factor influyente en el cumplimiento.

La implementación del nuevo equipo también contribuye a mantener un proceso homogéneo y repetible. En estos momentos el proceso productivo es susceptible de ser analizado a partir de los indicadores planteados por el proceso de Medición y Mejoramiento, pero también, de ser analizado a partir de nuevos indicadores.

Al garantizar la manipulación del proceso de agitación mediante equipo mecanizado, la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. ha reducido su nivel de reproceso y devoluciones en 100% en la mayoría de los productos, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 9. Comparativo de Devoluciones

Producto	Cantidad/mes Antes del Tanque	Cantidad/mes después del Tanque	Mejoramiento
Ambientador	50	0	100%
Blanqueador	50	0	100%
Cera Líquida	50	0	100%
Desengrasante	100	50	50%
Jabon Líquido	100	50	50%

4.2. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y DE CALIDAD

Luego de la implementación del proceso de Medición y Mejoramiento, el equipo de producción se relacionó con la recolección y el análisis de información relevante al proceso productivo, tal como el tiempo de proceso, el número de defectos y número de horas/hombre. De esta manera y después de dar seguimiento a los registros del área se pudo concluir que no solo el reproceso y el tiempo de producción se vieron afectados, también los costos, pues a medida que se desperdicia menos materia prima y que se tarda menos tiempo en procesar los productos el valor invertido en la manufactura de los productos se reduce y por ende aumenta la ganancia en su comercialización.

A partir de la implementación del tanque agitado, que conllevó a una disminución de tiempos proceso, lo que implicó la reducción del número de horas/hombre invertidas en la fabricación de cada producto, se pudo determinar, que el ahorro en costos de producción es el inicio de la recuperación de la inversión, de acuerdo al siguiente análisis teniendo en cuenta la ecuación 3:

Tabla 10. Comparativo de Productividad

Producto	Litros/Bach	Horas Antes/Batch	Horas Después/Batch	Productividad Antes	Productividad Después	Producción Litros/mes	Horas/hombre Consumidas mes Antes	Horas/hombre Consumidas mes Después	Horas/hombre Optimizadas al mes	Costo hora/hombre optimizadas (costo hora \$3,901)
Ambientador	50	3	0,33	0,28	0,84	500	30	3,3	26,7	104.157
Blanqueador	50	3	0,33	0,28	0,84	500	30	3,3	26,7	104.157
Cera	50	3	0,5	0,28	1,67	500	30	5	25	97.525
Desengrasante	50	7,5	1,5	0,11	0,44	400	60	12	48	187.248
Jabón Líquido	50	9	1,5	0,09	0,56	1.000	180	30	150	585.150
									Total	1.078.236

Esto indica que la empresa Fulher Service & Cia Ltda., se va a ahorrar \$1.078.236 pesos de mano de obra en un mes de producción.

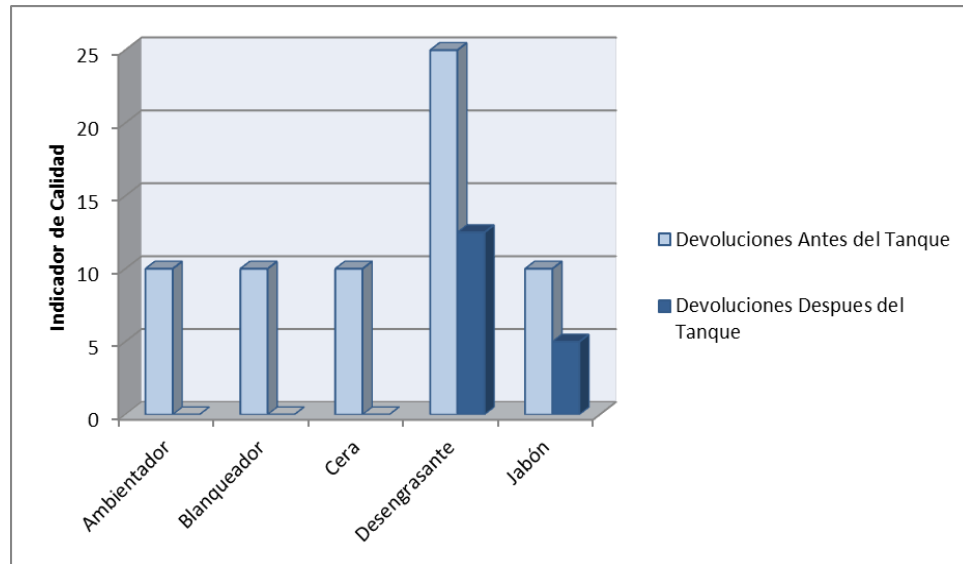
Tabla 11. Inversión de Mejoramiento del Proceso de Producción

Gasto	Valor
Documentación	50.000
Tanque agitado	2.300.000
Equipo medición	350.000
Nuevos contenedores	330.000
Total	2.930.000

Teniendo en cuenta los gastos generados en la implementación del proyecto, se puede concluir que en 3 meses aproximadamente la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda., solo con el ahorro en mano de obra, podrá recuperar la inversión de acuerdo al detalle de los gastos del proyecto y la proyección para introducirse en el mercado productos verdes, permite pensar en una mejora sustancial en la calidad, la imagen y la ampliación del mercado.

Para el caso del indicador de calidad, el comportamiento fue igualmente positivo, su verdadero impacto tiene que ver con la imagen ante el cliente. Este indicador tuvo el siguiente comportamiento, de acuerdo a la ecuación 4:

Figura 7. Indicador de Calidad



4.3. ANÁLISIS DE ECOTOXICIDAD DEL JABÓN LÍQUIDO

A partir del resultado del análisis de Ecotoxicidad de 7071,524 y de acuerdo al criterio ecológico el jabón líquido no debe superar los 1000 L/g. de producto, para productos de uso directo, se sugiere:

- Disminuir la composición de surfactantes de un 20,26% a un 15% en la composición total de la formulación.
- Teniendo en cuenta que las fragancias y los colorantes sintéticos aportan un alto índice de toxicidad, sustituirlas por fragancias y colorantes de origen natural.
- Eliminar aditivos que tengan una finalidad estética en el producto terminado tal como los ingredientes que producen brillo.

5. CONCLUSIONES

A partir de las modificaciones implementadas en el proceso de fabricación de productos de aseo en la empresa Fulhers Service & Cia Ltda., se obtuvo una reducción significativa en los tiempos de proceso y el mejoramiento de la calidad de todos los productos.

La utilización del tanque agitado, reduce la posibilidad de errores en el proceso de producción y facilita la implementación de sistemas de control.

Con el uso del tanque agitado se mejoró en un 60% los indicadores de productividad y se redujo en un 80% la devolución del producto por parte del personal de servicio y clientes.

Con la estandarización y el cumplimiento de los protocolos de fabricación, se asegura la repetitividad y homogeneidad del producto terminado con el fin de generar una trazabilidad del proceso.

La implementación de procesos que cumplan con la metodología PHVA garantizan una trazabilidad, que sumada a la continua revisión de los procesos más importantes dentro de la empresa, permitirán un mejoramiento permanente y enfocado en un proceso productivo con alto grado de calidad.

Al realizar del análisis de Ecotoxicidad del jabón líquido, se pudo determinar en qué grado tóxico se encontraba y de qué forma podía modificarse la formulación para cumplir con la norma NTC 5131.

6. RECOMENDACIONES

Tomando como base el análisis del proceso productivo de la empresa Fulhers Service & Cia. Ltda. para la elaboración de productos de aseo, se definieron puntos específicos dentro del proceso productivo que se someterían a cambios con miras a facilitar la futura incursión en el desarrollo de productos de aseo ecológicos. Los siguientes puntos se identificaron como mejoras:

- Definir una actividad de inventariado fuera del proceso de preparación para optimizar la ejecución del proceso.
- Actualizar las fórmulas de acuerdo a la experiencia del personal operativo y levantar los protocolos de elaboración de cada producto.
- Incluir un nuevo proceso de verificación de variables esperadas en el que además de las pruebas sobre el producto, se proceda a consignar los valores en un registro permanente.
- Realizar un análisis de toxicidad de los productos para medir su impacto ambiental, en particular su efecto en los cuerpos de agua.

BIBLIOGRAFÍA

AMACHER, Gregory S.; KOSKELA, Erkki y OLLIKAINEN, Markku. Environmental quality competition and eco-labeling. En: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND MANAGEMENT. 3.vol. 47, no. 2, p. 284-306.

BOURNE, J.R., BUTLER, H. Some characteristics of helical impellers in viscous liquids. A.I.Ch.E. Symposium Series 10. 1965; 89-96.

CAMPUZANO, S.; CAMACHO, J. y ALVAREZ, A. - Caracterización del desecho tóxico producido en PYMES que fabrican detergentes. En: - GESTIÓN y AMBIENTE. vol. - 9, p. - 77-88.

COATES, Joseph F. Beyond interdependence: The meshing of the world's economy and the earth's ecology: Jim MacNeill, Pieter Winsemius, and Taizo Yakushiji, Oxford University Press, New York, NY, 1991, 159 pp. En: TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE. 1.vol. 48, no. 1, p. 107-108.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Manual de Condiciones de Gestión y uso del Sello Ambiental Colombiano. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2005. 13 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 1555 (20, octubre, 2005). Por medio de la cual se reglamenta el uso del Sello Ambiental Colombiano. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2005. 14 p.

HALL, George M. y HOWE, Joe. Sustainability of the chemical manufacturing industry—Towards a new paradigm? En: EDUCATION FOR CHEMICAL ENGINEERS. 12.vol. 5, no. 4, p. e100-e107.

IANNACONE J, ALVARIÑO L. Efecto del detergente doméstico alquil aril sulfonato de sodio lineal (LAS) sobre la mortalidad de tres caracoles dulceacuícolas en el Perú. Ecología Aplicada 2002;1:81-87.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello ambiental Colombiano. Bogotá: ICONTEC, 2011. 23 p. (NTC 5131).

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION Iso. Documento ISO/TC 176/SC 2/N 544R2. Orientación sobre el concepto y uso del “Enfoque basado en procesos” para los sistemas de gestión. 2003.

MCCABE, Warren L.; SMITH, Julian C.; HARRIOT, Peter. Operaciones unitarias en ingeniería química. México D.F.: McGraw-Hill, 2007. 1189 p. ISBN 970-10-6174-8.

PACHECO, Juan C. Indicadores integrals de gestión. Colombia. Mc Graw Hill, 2002. 53 p.

PLETNEV, Michael Y. Chemistry of Surfactants. En: STUDIES IN INTERFACE SCIENCE. vol. 13, 1-97.

YU, Y., ZHAO, J. y BAYLY, A.E. 2008. Development of Surfactants and Builders in Detergent Formulations. En: Chinese Journal of Chemical Engineering 16, 517-527.


ANEXOS

ANEXO A. TANQUE AGITADO





ANEXO B. MANUAL DE PROCESO DE PREPARACIÓN DE MEZCLA

	Manual de Procedimientos	Página 1 de 2
PREPARACIÓN		PRD-PR-MAN-01

1. Propósito

Asegurar que los insumos, los equipos y la formulación del producto están completos y en estado favorable para la correcta elaboración del producto.

2. Alcance

Revisión de la idoneidad de los recipientes y equipos que van a realizar la mezcla, esto involucra el área de almacén y la zona de mezclado. En caso de que no se encuentren las cantidades o los insumos requeridos se debe generar una solicitud al Área de Compras.

3. Responsabilidades

3.1. Líder de Producción.

Recibir las ordenes de pedido del área de servicios.
 Autorizar la elaboración de los productos.
 Aprobar la salida de los productos terminados

3.2. Técnico de Producción.

Garantizar el buen funcionamiento de los equipos.
 Elaborar el producto de acuerdo a la fórmula y su procedimiento.

3.3. Auxiliar de Producción.

Consultar la guía de fabricación del producto.
 Verificar las existencias de los insumos.

4. Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas.

Entradas

Insumo	Origen
Orden de Pedido	Área de Servicios
Formulación de Producto	Área de Producción
Guía de fabricación.	Área de Producción

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Producto terminado	Área de Servicios
Orden de Producción	Área de Producción

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.
 El producto terminado es en este caso un conjunto de productos que se identifican con el consecutivo de la Orden de Producción.

Trazabilidad.
 La Orden de Producción identifica de manera única la elaboración de los productos a solicitud del área de servicio e incluye dentro de su información la orden de pedido a la que está relacionada.

4.4 Proceso

PREPARACIÓN

PRD-PR-MAN-01

(#)	(Quien)	(Actividad)
4.4.1	Líder de Producción	Genera la Orden de Producción según disponibilidad a partir de la Orden de Pedido.
4.4.2	Técnico de Producción	Verifica el correcto estado de los tanques de mezclado.
4.4.3	Auxiliar de Producción	Consulta la guía de fabricación del producto y verifica que los insumos y sus cantidades están completas
4.4.4	Tecnico de Producción	Si no está completo, anota los faltantes y lo regresa al líder de producción, ir a 4.4.1.
4.4.5	Tecnico de Producción	Programa la puesta en producción

5. Cambios


Revisión No.

Ciáusula	Cambio
1	Primera versión del documento

6. Referencias

Código	Documento
	Orden de Pedido
	Orden de Producción
	Guía de Fabricación del Producto

ANEXO C. MANUAL DE PROCESO DE MEZCLADO

	Manual de Procedimientos	Página 1 de 2										
MEZCLADO		PRD-MZ-MAN-02										
<p>1. Propósito</p> <p>Realizar la mezcla de los insumos especificados para cada producto con el fin de dar cumplimiento a una Orden de Producción.</p> <p>2. Alcance</p> <p>Intervención de los equipos de la zona de mezclado y del personal técnico que opera este equipo. De acuerdo al producto se involucrarán mayores tiempos de mezcla y recipientes contenedores.</p> <p>3. Responsabilidades</p> <p>3.1. Técnico de Producción.</p> <p>Controlar los tiempos de mezclado. Controlar los procedimientos de acuerdo al insumo. Garantizar la completitud del proceso de mezclado.</p> <p>3.2. Auxiliar de Producción.</p> <p>Medir las cantidades de insumo. Manipular los contenedores de carga y descarga del tanque agitador.</p> <p>4. Procedimiento</p> <p>4.1 Entradas y Salidas.</p> <p>Entradas</p> <table border="1"><thead><tr><th>Insumo</th><th>Origen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Orden de Producción</td><td>Área de Producción (Lider de Producción)</td></tr><tr><td>Insumos químicos</td><td>Bodega</td></tr></tbody></table> <p>Salidas</p> <table border="1"><thead><tr><th>Servicio o Producto</th><th>Destino</th></tr></thead><tbody><tr><td>Producto terminado</td><td>Área de Envasado</td></tr></tbody></table> <p>4.2 Identificación y Trazabilidad.</p> <p>Identificación.</p> <p>El producto terminado es en este caso un conjunto de productos que se identifican con el consecutivo de la Orden de Producción.</p> <p>Trazabilidad.</p> <p>La Orden de Producción identifica la fecha de mezclado, los responsables y detalles del procedimiento para facilitar el análisis posterior del ciclo de producción del producto.</p> <p>4.4 Proceso</p>			Insumo	Origen	Orden de Producción	Área de Producción (Lider de Producción)	Insumos químicos	Bodega	Servicio o Producto	Destino	Producto terminado	Área de Envasado
Insumo	Origen											
Orden de Producción	Área de Producción (Lider de Producción)											
Insumos químicos	Bodega											
Servicio o Producto	Destino											
Producto terminado	Área de Envasado											

MEZCLADO

PRD-MZ-MAN-02

(#)	(Quien)	(Actividad)
4.4.1	Auxiliar de Producción	Pesa la cantidad de material requerido
4.4.2	Técnico de Producción	Autoriza, orienta y vigila la puesta en el tanque de cada uno de los insumos
4.4.3	Técnico de Producción	Si la Guía de Fabricación lo requiere, se deja reposar la mezcla
4.4.4	Técnico de Producción	Si no se han terminado de mezclar todos los insumos, se vuelve a 4.4.1
4.4.5	Auxiliar de Producción	Descarga el producto del tanque de mezclado a un contenedor temporal
4.4.6	Auxiliar de Producción	Limpia el tanque para eliminar cualquier residuo del producto
4.4.7	Auxiliar de Producción	Rotula el contenedor temporal y lo ubica en la zona de envasado
4.4.8	Técnico de Producción	Actualiza la Orden de Producción con la información de mezclado


Revisión No.

Ciáusula	Cambio
1	Primera versión del documento

5. Referencias

Código	Documento
	Orden de Producción
	Guía de Fabricación del Producto

ANEXO D. MANUAL DE PROCESO DE ENVASADO

	Manual de Procedimientos	Página 1 de 2
ENVASADO		PRD-EV-MAN-03

1. Propósito
 Depositar en los envases primarios y almacenar en bodega el resultado de producción de las etapas anteriores.

2. Alcance
 Intervención de los contenedores y envases desde la zona de mezclado a la de envasado. De acuerdo a las características de cada producto y a la presentación se requerirá un manejo diferencial de su envasado.

3. Responsabilidades

3.1. Técnico de Producción.
 Autoriza la entrega del producto terminado.

3.2. Auxiliar de Producción.
 Transporta el contenedor temporal al área de envasado.
 Deposita en envases primarios el producto.

3.3. Auxiliar de Bodega.
 Realiza la Orden de Entrada.

4. Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas.

Entradas

Insumo	Origen
Orden de Producción	Área de Producción (Lider de Producción)
Producto Terminado	Área de Producción

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Orden de Entrega	Área de Bodega

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.
 El producto terminado y envasado que se identifica con el consecutivo de la Orden de Producción.

Trazabilidad.
 La Orden de Entrega en bodega hace relación a la Orden de Producción y de esta forma permite hacer el seguimiento entre los dos procesos.

4.4 Proceso

ENVASADO

PRD-EV-MAN-03

(#)	(Quien)	(Actividad)
4.4.1	Auxiliar de Producción	Realiza el transporte del producto en el recipiente temporal hacia el área de envasado
4.4.2	Auxiliar de Producción	Si se requiere se procede a hacer un tamizaje del producto terminado, de lo contrario se continua en 4.4.3
4.4.3	Auxiliar de Producción	Vacia el producto en los envases primarios
4.4.4	Técnico de Producción	Diligencia la información de la Orden de Entrega
4.4.5	Auxiliar de Producción	Hace entrega de los envases con el producto en la bodega
4.4.6	Auxiliar de Bodega	Recibe el producto envasado y da constancia de la entrada en bodega en la Orden de Entrega

5. Cambios


Revisión No.

Ciáusula	Cambio
1	Primera versión del documento

6. Referencias

Código	Documento
	Orden de Producción
	Orden de Entrega

ANEXO E. MANUAL DE PROCESO DE ALMACENAMIENTO

	Manual de Procedimientos	Página 1 de 2
ALMACENAMIENTO		PRD-AL-MAN-04

1. Propósito

Asegurar que el producto envasado este almacenado en las condiciones adecuadas de acuerdo a sus características técnicas y que su entrega coincide con los requerimientos de la Orden de Pedido.

2. Alcance

Se debe garantizar la integridad del producto mientras este en Área de Bodega. Incluye el uso de equipos para trasladar los envases secundarios desde y hacia la zona de almacenamiento.

3. Responsabilidades

3.1. Auxiliar de Producción.
Entrega los productos terminados y envasados en la bodega.

3.2. Auxiliar de Bodega.
Genera la Orden de Entrada
Almacena los envases de los productos terminados en la bodega
Genera la Orden de Salida

4. Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas.

Entradas

Insumo	Origen
Orden de Entrega	Área de Envasado
Producto Envasado	Área de Envasado

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Producto almacenado	Área de Servicios
Orden de Entrada	Área de Servicios

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.
El producto almacenado se identifica con un consecutivo correspondiente a la Orden de Entrada.

Trazabilidad.
La Orden de Entrada relaciona la Orden de Entrega emitida por el Área de Envasado. En cada Orden estan relacionadas el numero de pedido para identificar el origen del requerimiento.

4.4 Proceso

(#)	(Quien)	(Actividad)
4.4.1	Auxiliar de Bodega	Genera la Orden de Entrada.
4.4.2	Auxiliar de Bodega	Si el pedido es de entrega inmediata, ir a 4.4.6
4.4.3	Auxiliar de Bodega	Consulta la guía de almacenamieno del producto
4.4.4	Auxiliar de Bodega	Deposita los envases primarios en envases secundarios para su almacenamiento.
4.4.5	Auxiliar de Bodega	Registra en la Orden de Entrada la ubicación final de los envases secundarios del producto

(#)	(Quien)	(Actividad)
4.4.6	Auxiliar de Bodega	Si el pedido cuenta con una solicitud de entrega, se genera la Orden de Salida


5. Cambios**Revisión No.**

Cláusula	Cambio
1	Primera versión del documento

6. Referencias

Código	Documento
	Orden de Entrada
	Orden de Salida
	Guía de Almacenamiento de Productos

ANEXO F. MANUAL DE PROCESO DE MEDICIÓN Y MEJORAMIENTO

	Manual de Procedimientos	Página 1 de 2
MEDICIÓN Y MEJORA		PRD-ME-MAN-05

1. Aprobar o rechazar el producto.

2. Propósito

Asegurar que el producto terminado, como resultado del proceso de mezclado, tiene las características esperadas de acuerdo a la Guía de Producción del producto. Además, garantizar la retroalimentación al proceso con el fin de ajustar los procedimientos a las necesidades de la organización.

3. Alcance

Intervienen los productos terminados, equipos de medición y reactivos en el Área de Producción. El Técnico de Producción se encarga de tomar muestras del producto para su evaluación en sitio.

4. Responsabilidades

4.1. Líder de Producción.
Determina las medidas frente a un producto rechazado.
Autoriza el traslado del producto analizado.

4.2. Técnico de Producción.
Realizar las pruebas de calidad de acuerdo al producto.
Aprobar o rechazar el producto.

5. Procedimiento

4.1 Entradas y Salidas.

Entradas

Insumo	Origen
Orden de Producción	Área de Mezclado
Formulación de Producto	Área de Producción
Guía de Fabricación.	Área de Producción

Salidas

Servicio o Producto	Destino
Producto Analizado	Área de Envasado
Orden de Producción	Área de Envasado

4.2 Identificación y Trazabilidad.

Identificación.
El producto terminado es en este caso un conjunto de productos que se identifican con el consecutivo de la Orden de Producción.

Trazabilidad.
La Orden de Producción identifica de manera única la elaboración de los productos a solicitud del área de servicio y la información de las pruebas de calidad pertinentes al producto.

4.4 Proceso

(#)	(Quién)	(Actividad)
4.4.1	Técnico de Producción	Consulta la guía de fabricación del producto para determinar las pruebas que se deben realizar.

(#)	(Quien)	(Actividad)
4.4.2	Técnico de Producción	Realiza las pruebas y registra en la Orden de Producción su resultado.
4.4.3	Técnico de Producción	Si el producto aprueba la evaluación de calidad, ir a 4.4.5
4.4.4	Líder de Producción	Decide junto al Técnico de Producción las acciones correctivas en caso de obtener un producto rechazado
4.4.5	Técnico de Producción	Registra el resultado de los análisis en la Orden de Producción
4.4.6	Líder de Producción	Ordena el traslado del producto al siguiente proceso
4.4.7	Técnico de Producción	Analiza los registros históricos del proceso productivo con intención de proponer cambios que beneficien la mejora de los indicadores

6. Cambios

Revisión No.

Cláusula	Cambio
1	Primera versión del documento

7. Referencias

Código	Documento
	Orden de Producción
	Guía de Fabricación del Producto