



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Industrial**

## **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE EXPLOTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ZEOLITA NATURAL DE LA EMPRESA ZEONATEC S.A. EN EL CANTÓN ISIDRO AYORA DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS**

**AUTOR:** Marco Elías Echeverría Arciniegas

**TUTOR:** Ing. Marco Naranjo Toro

Ibarra – Ecuador

Julio 2013

## 1. RESUMEN

La investigación se realizó en la empresa ZEONATEC S.A. la misma que procesa la zeolita natural y se encuentra ubicada en el cantón Isidro Ayora de la provincia del Guayas, esta planta industrial se encuentra instalada de una forma empírica ya que no cuentan con un adecuado manual de funciones ni procesos estandarizados; las máquinas son nuevas se encuentran en excelentes condiciones técnico-mecánicas y en pleno funcionamiento procesando la zeolita.

La presente investigación cuenta con una metodología de estandarización y el mejoramiento en las áreas de extracción, producción, envasado y almacenado de la zeolita natural, para ello se ha iniciado con un análisis de la situación actual identificando las actividades de cada proceso, haciendo un estudio de tiempos y movimientos y analizando la interacción hombre máquina en las cuatro etapas del proceso, considerando la más importante en el área de molido. Con el estudio desarrollado se ha logrado un diagnóstico en el que se obtiene como resultado que la eficiencia de la planta es de un 92,7 % y un rendimiento de la misma de un 60 %; para realizar la mejora de los procesos se ha realizado algunas modificaciones en las actividades de cada proceso,

eliminando de esta manera las actividades innecesarias que aumentan el tiempo de producción, además se implementó una tolva dosificadora al final del área de molido, la cual automatiza el proceso de envasado mejorando notablemente el tiempo de envasado del producto. Para realizar la estandarización fue necesario diseñar y aplicar formularios para cada etapa de los procesos, implementadas también en cada una de las áreas relacionadas con la producción y transformación del mineral. Por otro lado los formularios para el registro de los procesos productivos de la empresa servirán como constancia para mantener un registro de la producción de la empresa, identificar cada uno de los lotes producidos y de esta manera poder realizar un plan de mejora continua en un futuro.

## 2. INTRODUCCIÓN

La estandarización de procesos de fábricas, se ha convertido en una herramienta fundamental para ser aplicada por muchas empresas del Ecuador y del mundo. Entre los múltiples motivos, la exigencia que impone un mercado globalizado ha hecho cambiar la visión del mundo sobre todo en países en vías de desarrollo como es el Ecuador. La estandarización de procesos en fábricas consiste en registrar y utilizar metódicamente los

mejores pasos para un óptimo desarrollo de los procesos y actividades generando un cambio y mejora en la productividad de múltiples productos.

Antes de poder estandarizar es importante conocer y mejorar los procesos productivos que se desarrollan en una empresa, para esta labor existen diagramas de flujo de procesos, los cuales son muy útiles para el desglose de las actividades en cualquier tipo de procesos. Esta técnica facilita la visión del proceso al poner bajo control las variaciones y desperdicios a los cuales se encuentran sujetos los procesos de fábrica. Este estudio del método de trabajo es necesario para el establecimiento de tiempos de trabajo, determinar las fases de trabajo para planificar producción y estandarizar los procesos de fábrica en la empresa.

La estandarización de procesos es fundamental para una buena planificación de la producción donde se disponga de la información completa para la elaboración de un producto desde la planeación para asegurar que los medios de producción disponibles sean utilizados siguiendo métodos óptimos. También fomentar una correcta comunicación, resguardar el conocimiento técnico y asegurar la calidad de sus productos.

Esto nos llevará a responder preguntas por hoy inciertas en la fábrica tales como:

¿Qué es lo que se va a hacer?, ¿Quién ha de hacerlo?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, y ¿cuándo se va a cumplir con el pedido? Teniendo una total incertidumbre de cuando se despachara el producto en el mismo tiempo en que se hace el pedido por parte del cliente. Lo que se verá con la óptima utilización de los recursos con que cuenta la planta.

Esta implementación influirá de manera directa en los clientes quienes son el pilar principal de toda empresa, toda vez que estos esperan que los tiempos de entrega se cumplan en los plazos establecidos, con calidad y las especificaciones técnicas requeridas.

La gestión estratégica de las empresas en un entorno cada día más competitivo, incierto y globalizante, tiene hoy más que nunca, vital importancia. Mejorar la eficiencia en sus procesos y áreas, incrementar el prestigio y diferenciarse de los competidores, deben formar parte de los objetivos estratégicos de las empresas dedicadas a la extracción y procesamiento de zeolita.

Por esta razón a nivel mundial existe una tendencia orientada a optimizar los procesos, como una técnica para lograr la satisfacción de los clientes, la

identificación, la metodología de levantamiento y documentación para poder estandarizarlos, es aplicable para cualquier proceso que se vaya a ser rediseñado y por ende mejorado.

Para la optimización de los recursos materiales, mecánicos y talento humano es necesario realizar una estandarización, que contribuya a mejorar la calidad, la productividad y la competitividad. Algunas empresas que explotan recursos minerales naturales, se han beneficiado, alcanzando menores costos operativos en la producción y obtienen mayor demanda de sus productos.

Mediante la estandarización de procesos en el área extractiva de la zeolita y en la industrialización, se define la mejor forma de hacer las cosas y reduce la variación para mejorar la gestión y garantizar la plena satisfacción de los requerimientos de clientes internos y externos. Además se logra obtener estabilidad de resultados con procesos repetitivos lo cual determina una actividad sistémica que nunca termina.

La estandarización debe abarcar todos los procesos desarrollados en la empresa o parte de éstos si se refiere a un estudio práctico para poder obtener resultados a corto, mediano y largo plazo. De esta manera se busca establecer la mejor opción de hacer las

cosas para obtener calidad uniforme y productos estandarizados, solo así se mantendrá la preferencia de los clientes, se reduce la variación y logra mayor eficiencia productiva; por otra parte desarrollar un sistema con procesos estandarizados en ZEONATEC S.A. significa construir una nueva estructura con cultura y sabiduría propias de la empresa, las mismas generen un ambiente de confianza y participación del personal, con las consideraciones antes descritas, el estudio se enmarca en los siguientes capítulos.

El Capítulo I, muestra algunos antecedentes históricos de la empresa en estudio y un breve resumen de las actividades y procesos en las áreas de este tipo de empresa.

Como una ayuda adicional se ha desarrollado una distribución propuesta de planta la cual cuenta con los principios adecuados para la misma; y, en la parte final cuenta las conclusiones, recomendaciones, referencia bibliográfica y anexos.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Estandarización de procesos

Es un proceso dinámico por el cual se documenta los trabajos a realizar, la secuencia, los materiales y herramientas de seguridad a usar en los mismos, facilitando la mejora continua para lograr niveles de competitividad mundial.

¿Por qué es necesario?

- Eliminar la variabilidad de los procesos
- Asegurar resultados esperados
- Optimizar el uso de materiales y herramientas
- Mejorar la calidad y seguridad dentro de la organización
- Acondicionar el trabajo y los sistemas de manera que la mejora continua pueda ser introducida.

##### a. Beneficios

- **Seguridad:**

Se eliminan las condiciones de trabajo inseguras al estandarizar la secuencia de operaciones y al retirar elementos innecesarios en la estación de trabajo.

- **Calidad:**

El trabajo estandarizado tiene un enfoque especial en satisfacer las expectativas del cliente, y por ende resalta aquellas actividades críticas que

están destinadas a cumplir con los estándares de calidad.

- **Costo:**

Se eliminan los costos por daños, por pérdidas de material, y se elimina en un alto grado el re-trabajo que es tremendamente costo.

- **Capacidad de Respuesta:**

Disminuye el tiempo de ciclo de cada operación, balancea la carga operativa, de tal forma que se puede aumentar la velocidad de línea y ganar productividad al liberar horas/hombre.

- **Desarrollo Organizacional:**

Las actividades de trabajo estandarizado son desarrolladas por la misma gente que realiza el trabajo, lo que inculca mayor organización en el trabajo y conocimientos de estandarización y mejora continua.(GÓMEZ, 2011)

##### b. Etapas de la estandarización de procesos

El objetivo de desarrollar un proceso de estandarización es fortalecer la habilidad de la organización para agregar valor. El enfoque básico es empezar con el proceso tal y como se realiza en el presente y crear una manera de compartirlo, documentarlo y utilizar lo aprendido.

### **c. Pasos del primer proceso de estandarización**

✓ **Elaboración de normas técnicas:** Para que todo el conjunto de compañías productoras o de bienes y servicios, obtengan los logros de calidad y competitividad es necesario dar cumplimiento a una serie de documentos llamados normas técnicas. La norma técnica es un documento de carácter técnico en el cual se establece un conjunto de reglas, procedimientos, disposiciones y requisitos para los productos, procesos y servicios, para el cumplimiento de un objetivo específico llamado normalización que es de estricto cumplimiento para las entidades, organizaciones y empresas.

✓ **Simplificación:** El proceso de simplificación consiste en la reducción de una cantidad de variedades de un mismo producto o actividades genéricas, sin modificar sus especificaciones originales, de tal manera que se satisfagan las mismas necesidades del mercado con el número de variedades resultantes por este proceso.

✓ **Unificación y tipificación.** Mediante la unificación y tipificación se reúnen varias especificaciones con el objeto de adoptar un mismo sistema para un ámbito determinado, para que

los productos resultantes por este proceso sean el remplazo de los ya existentes. Los objetivos funcionales de la implementación de este método radican en la unificación y tipificación de diseños y procesos productivos para optimizar materiales. (Alfaro, 2009)

### **d. Pasos del Segundo proceso de estandarización:**

✓ **Describir el proceso actual.** El objetivo es describir como se realiza en el presente el proceso, no como debería realizarse. En algunas ocasiones la mejor opción es que una sola persona describa el proceso, en otras puede ser más efectivo involucrar a todo el equipo. Los empleados pueden, por ejemplo, describir como realizan cada paso u observar como realiza el proceso el que mejor lo hace. Es conveniente utilizar diagramas de flujo, fotografías o dibujos que describan el proceso.

✓ **Planear una prueba del proceso.** Se requiere crear un equipo que realice una prueba del proceso como mejor se le conoce en la actualidad, requiere decidir:

- ¿Cuánta gente se involucra en la prueba?
- ¿Cómo serán entrenados los participantes? ¿Quién los entrenara?
- ¿Cómo registraran los participantes sus progresos? ¿Cómo sabrás que funciona y que no?

- ¿Cómo se documentaran el proceso y los cambios que se le hagan?

✓ **Ejecutar y monitorear la prueba.** Se requiere recolectar información y obtener ideas de mejora de los integrantes del equipo:

- ¿Hay instrucciones poco claras o innecesarias?
- ¿Cuáles son los problemas que ocurren?
- ¿Qué cosas ocurren que no están descritas en el diagrama del proceso?
- ¿Han mejorado los resultados?

✓ **Visar el proceso.** Utilizar la información que se haya obtenido para mejorar el proceso, trabajar duro para simplificar la documentación, tratando de mantenerla lo más simple y grafica posible. Detectar maneras de probar o ensayar el proceso y enfatizar los aspectos claves de él. con estrategias como:

- Eliminación del desperdicio
- Reducir los errores del proceso
- Simplificar procesos
- Reducir fuentes de variación
- Someter el proceso a control estadístico

✓ **Mantener y mejorar el proceso.** Si solo unas cuantas personas fueron involucradas en la prueba del proceso, se requiere difundir el uso del nuevo

proceso a los demás. Para hacerlo conviene usar la estrategia de “planear y realizar cambios”

✓ **Difundir el uso del proceso revisado.** Asegurarnos de que todos utilizan el proceso mejorado, animándolos a buscar nuevas mejoras en él. Desarrollar métodos para capturar, probar e implementar las ideas de la gente, desarrollar procedimientos para revisar sistemáticamente el proceso y mejorarlo por lo menos cada seis meses. Mantener los documentos actualizados y asegurarte de que son usados, particularmente para entrenar nuevos empleados. *(Anonimo, Eugenium, 2009)*

#### **e. Identificar los procesos principales**

Esta etapa es fundamental ya que si establecemos los problemas principales podremos establecer las soluciones o mejoras a los procesos que cuentan con mayores dificultades.

#### **f. Análisis de los procesos**

Inicia con un esfuerzo en especificar el propósito de los procesos principales en estudio. La identificación de las necesidades y expectativas del cliente deben involucrar a los consumidores como la principal fuente de información. En muchos casos podría ser provechoso combinar la recolección de datos de las

necesidades y expectativas del cliente, con el análisis de que también se están considerando las mismas. Usualmente es útil desarrollar un diagrama de flujo del proceso que está siendo estudiado.

Al examinar el diagrama de flujo, podemos obtener discernimiento sobre las fuentes de los problemas, como pasos innecesarios, y puntos de retraso. Los procedimientos para desarrollar un diagrama de flujo de procesos incluyen:

❖ **Definición de límites:** Los límites del proceso en estudio deben de ser especificados.

❖ **Recolección de datos:** Se necesita la recolección de datos sobre el proceso y las actividades relacionadas. Aquí los esfuerzos deben incluir una participación directa en las actividades, observación directa de los procesos, y pedir a otros que describan como se lleva a cabo el trabajo.

❖ **Listado de actividades secuenciales:** Los pasos involucrados en el proceso deben ser identificados en el orden en que ocurren, es decir, entrada, proveedor, primeras acciones, salida de la actividad, quien recibe las salidas, etc.

❖ **Estudio del diagrama de flujo:** El dibujar el diagrama de flujo proveerá, información sobre datos que faltan, pasos redundantes, retrasos potenciales, etc.

#### **g. Identificar los problemas**

Esto involucra la utilización de medidas de rendimiento y la recolección de datos del proceso en estudio. Estos datos deben ser utilizados para identificar problemas en efectividad, eficiencia, o para conocer las necesidades y expectativas del cliente. Donde se encuentra una brecha, se establece un problema.

#### **h. Búsqueda de soluciones**

Cuando surgen dificultades o problemas, por lo general la primera reacción es responsabilizar a otros. Así se gastan los recursos equivocadamente tratando de justificar los errores culpando a otros, en vez de invertir estos recursos en la búsqueda de las verdaderas causas de nuestros problemas.

En ocasiones, es útil identificar los criterios con los cuales una solución sería evaluada, antes proponer las soluciones potenciales. Los criterios deben incluir factores como costo, efectividad, eficiencia, tiempo necesario de implementación, etc.



### **i. Implementación.**

La planeación de la implementación debe involucrar la elaboración de un plan de contingencia para lidiar con los problemas que se obtienen si algo sale mal.

### **j. Evaluación**

La evaluación debe involucrar a todos los miembros del equipo. Después de que los resultados son revisados, son valorados, se debe determinar si es necesario regresar a algún paso previo.

*(Moreira, 2011)*

## **3.2. OBJETIVOS DE LA ESTANDARIZACIÓN**

### **a. Racionalización del trabajo.**

Las normas son el elemento de racionalización básico de la producción y de la gestión de la información. Proporcionan una guía útil en cuanto a la forma de plantear procesos productivos y de trabajo.

### **b. Garantía de calidad**

Existe la necesidad de evaluar la calidad de productos, se precisa de un sistema de calidad reconocido. Las normas

representan una referencia imprescindible en lo que respecta a metodologías, técnicas y prácticas, ya que están definidos por la comunidad profesional y científica. Al utilizar una norma e integrarla al presente trabajo se está empleando la experiencia y los resultados de la investigación en el sector. La certificación de calidad es la culminación de este proceso.

Proporcionan solvencia técnica y profesional al trabajo realizado. Los estándares son convenciones sobre criterios de garantía de calidad y la referencia para comparar la calidad de un producto o servicio.

Facilitan y aceleran la puesta en marcha de los proyectos, ya que buena parte de las metodologías y funciones necesarias se recogen en las normas.

Facilitan el mantenimiento y la continuación de lo realizado por otros profesionales.

### **c. Interoperabilidad**

Se realiza a distintos niveles:

**Interoperabilidad de procesos.** Se facilita la continuación o modificación del trabajo por otro equipo o profesional. Interoperabilidad de profesionales, cuyo conocimiento técnico normativo les

permite trabajar en distintos proyectos del sector.

**Interoperabilidad de productos.** Los resultados pueden ponerse fácilmente en comunicación, sin trabajo específico añadido. En el caso de la información, se trata de que diversos proyectos o trabajos compartan abiertamente la información de la que disponen, creando redes de sistemas de información. Solo el uso extensivo del conjunto de normas técnicas precisas puede garantizar esta interoperabilidad.

**Desarrollo técnico y comunicación.** Los beneficios del uso de las normas provienen de la aceptación de las normas como conjunto de reglas que racionalizan nuestro trabajo (objetivo 1). Esta aceptación proviene del ámbito local de las normas, que obliga al productor a la comunicación con la comunidad técnica (órganos emisores, grupos de trabajo, fórums).

Estos dos factores (aceptación y comunicación participativa) son la base de que nuestro trabajo participa en los procesos de desarrollo técnico y científico en uno o varios de sus niveles (usuario, productor, profesional, etc.). Las corporaciones y profesionales ajenos a esta participación realizan productos deficientes, obsoletos e inútiles, al no cumplir las

especificaciones de calidad de la comunidad técnica.

### 3.3. DIAGRAMAS DE FLUJO

El Flujo grama o Diagrama de Flujo, consiste en representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos

Es un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc. (Gómez, 2002)

Son también diagramas que emplean símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso, útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción.

Es una actividad que agrega valor, pues el proceso que representa está ahora disponible para ser analizado, no sólo por quienes lo llevan a cabo, sino también por todas las partes interesadas

que aportarán nuevas ideas para cambiarlo y mejorarlo. (Anónimo, BuenasTareas.com, 2011)

#### **a. Ventajas de los diagramas de flujo**

- ❖ Permiten identificar las oportunidades de cambio en el proceso y desarrollar estimados de costos de la mala calidad.
- ❖ Favorecen la comprensión del proceso a través de mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- ❖ Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los flujos de los reprocesos los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión. (Vasquez, s.f.)
- ❖ Involucra al personal de la organización en la resolución de problemas para reducir resistencia a cambios futuros.

#### **b. Características de los diagramas de flujo**

- **“Sintética:** La representación que se haga de un sistema o un proceso deberá quedar resumido en pocas hojas, de preferencia en una sola. Los

diagramas extensivos dificultan su comprensión y asimilación, por tanto dejan de ser prácticos.

- **De forma visible a un sistema o un proceso:** Los diagramas nos permiten observar todos los pasos de un sistema o proceso sin necesidad de leer notas extensas. Un diagrama es comparable, en cierta forma, con una fotografía aérea que contiene los rasgos principales de una región, y que a su vez permite observar estos rasgos o detalles principales.” (Gómez Cejas, G. 2002)

- **“Permitir al analista asegurarse que ha desarrollado todos los aspectos del procedimiento.** Es un medio para establecer un enlace con el personal que eventualmente operará el nuevo procedimiento.” (Chiavenato, I. 1993).

### **3.4. Tipos de diagramas de flujo**

Existen tres tipos de Flujo gramas o Diagramas de Flujo

- a. **Diagrama de flujo vertical:** También denominado gráfico de análisis del proceso. Es un gráfico en donde existen columnas verticales y líneas horizontales. En la columnas verticales están los símbolos o convencionales (de operación, transporte, control, espera y archivo), los funcionarios involucrados en la rutina, el espacio recorrido para la ejecución y le tiempo invertido. El

diagrama de flujo vertical destaca la secuencia de la rutina y es extremadamente útil para armar una rutina o procedimiento para ayudar en la capacitación del personal y para racionalizar el trabajo.

b. **Diagrama de flujo horizontal:** Es diferente al anterior, al revés de la secuencia que se traslada verticalmente, esta lo hace de manera horizontal; este utiliza los mismos símbolos y convenciones que el vertical. El Diagrama de flujo horizontal destaca a las personas u organismos que participan en una determinada rutina o procedimiento.

c. **Diagrama de flujo de bloques:** Es un diagrama de flujo que representa la rutina a través de una secuencia de bloques, cada cual con su significado y encadenados entre sí. Utiliza una simbología mucho más rica y variada que los diagramas anteriores, y no se restringe a líneas y columnas preestablecidas en el gráfico.

Los analistas de sistemas utilizan mucho este diagrama para representar los sistemas, es decir, para indicar entradas, operaciones, conexiones, decisiones, archivado, etc., que constituyen el flujo o la secuencia de las actividades de los sistemas". (Chiavenato, I. 1993).

#### d. Preguntas útiles al crear un diagrama de flujo

##### ➤ Qué:

- ✓ ¿Qué operaciones son realmente necesarias?
- ✓ ¿Se pueden eliminar algunas operaciones? Combinar o simplificarse?
- ✓ ¿Se debe rediseñar el producto para facilitar la producción?

##### ➤ Quién:

- ✓ ¿Quién realiza cada operación?
- ✓ ¿Puede rediseñarse la operación para utilizar menos habilidad o menos hora hombre?
- ✓ ¿Pueden combinarse las operaciones para enriquecer puestos y mejorar así la productividad o las condiciones de trabajo?

##### ➤ Dónde:

- ✓ ¿Dónde se realiza cada operación?
- ✓ ¿Puede mejorarse la distribución para reducir la distancia que se recorre o para hacer que las operaciones sean más accesibles?

##### ➤ Cuándo:

- ✓ ¿Cuándo se realiza cada operación?

✓ ¿Existe un exceso de retrasos o almacenamiento?

✓ ¿Algunas operaciones ocasionan cuellos de botella?

➤ **Como:**

✓ ¿Cómo se hace la operación?

✓ ¿Pueden utilizarse mejores métodos, procedimientos o equipos?

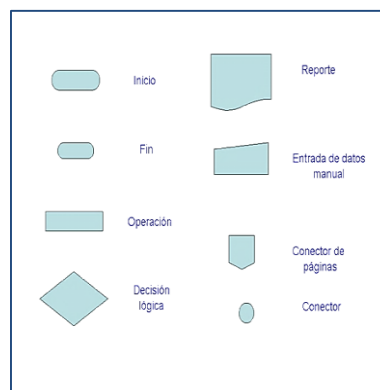
✓ ¿Debe revisarse la operación para hacerla más fácil o para que consuma menos tiempo?

A partir de las respuestas a estas preguntas, se pueden hacer mejoras en los procedimientos, tareas, equipo, materia prima, distribución o información para control administrativos. Básicamente el objetivo es añadir mayor valor al producto o al servicio mediante la eliminación del desperdicio o de actividades innecesarias en todas las etapas.

**e. Símbolos en los diagramas de flujo**

Los símbolos tienen significados específicos y se conectan por medio de flechas que indican el flujo entre los distintos pasos o etapas. Los símbolos más comunes son:

**SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMAS DE FLUJO**



Fuente: **Autor**

**f. Recomendaciones para el uso y aplicación de Diagramas de Flujo**

La redacción del contenido del símbolo de operación debe ser realizada con frases breves y sencillas

- ❖ Evitar usar siglas anotando el nombre completo de las unidades administrativas.
- ❖ El símbolo de documento debe contener el nombre original de la forma que se utilice.
- ❖ El símbolo de conector puede ser alfabético o numérico, pero debe coincidir en los conectores de entrada y salida, cuando existen una gran cantidad de conectores, es conveniente adicionar un color al símbolo.
- ❖ Debe realizarse de forma limpia y ordenada.
- ❖ realizarlas al principio en forma de borrador, sin emplear plantillas.

- ❖ Especificar el objetivo del flujo grama o diagrama de flujo.
- ❖ Pasar de lo conocido a lo desconocido. Es decir, identificar los subsistemas que, según se sabe, debe aparecer y desarrollar los que se relacionan con ellos.
- ❖ Utilizar símbolos autorizados y de una plantilla, o sea un dispositivo de plástico con los símbolos recortados.
- ❖ Empezar a construir el flujo grama o diagrama de flujo en la parte superior de cada página; deben ir de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.
- ❖ Cada página debe tener un encabezado que identifique claramente el proyecto, la gráfica, la flecha (de revisión, si la hay), el autor y el número de páginas.
- ❖ Cuando las líneas de flujo son numerosas en diagramas complejos, utilizar conectores para reducir su número.
- ❖ Establecer el nivel en que van a construirse los flujos gramas o diagramas de flujo.
- ❖ Reunir los flujos de entrada, de modo que las líneas de flujo que aparecen entrando en un símbolo sean las menos posibles, lo mismo se harán con las líneas que salen.

- ❖ Escribir en los símbolos, usando el menor número posible de palabras.

### 3.5. Obtención del número de muestras por método tradicional

Tomando en cuenta que el tiempo de ciclos es mayor a 2 minutos tomamos 5 observaciones preliminares para poder calcular el número de observaciones, en la actividad de extracción del mineral obtenemos los siguientes resultados:

#### a. Calculo del rango

$$Rango = t_{max} - t_{min}$$

Ecuación Calculo del Rango (Salazar López, B)

Obs.	t (hrs)
1	0,25
2	0,22
3	0,27
4	0,25
5	0,23

$$Rango = 0,27 - 0,22$$

$$Rango = 0,05$$

#### b. Calculo de la media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Ecuación Calculo de la media (Salazar López, B)

$$\bar{x} = \frac{1,22}{5}$$

$$\bar{x} = 0,2049$$

**c. Encontrar el coeficiente entre rango y media**

$$\frac{R}{\bar{x}}$$

Ecuación Cálculo del coeficiente (Salazar López, B)

$$\frac{0,05}{0,244}$$

$$0,2049$$

Comparamos el coeficiente obtenido en esta operación en la siguiente tabla:

**TABLA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE OBSERVACIONES**

TABLA PARA CÁLCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: (Salazar López, B.)

Según el cálculo tradicional para obtener el número de muestras nos da como

resultado un tamaño de muestra de 12 observaciones por elemento.

**4.RESULTADOS**

**4.1. Problemas detectados**

**a. Proceso de Extracción**

Se realiza doble inspección de la pureza y calidad del mineral por lo que considero que es innecesario realizar dos inspecciones, no se realiza la limpieza del área de la cual se va a extraer por lo que el mineral sale con cierta cantidad de suciedad, no se realiza una inspección preventiva de las máquinas y herramientas a utilizar.

**b. Proceso de Molido**

Al hacer la inspección del mineral luego de haber pasado la zaranda que retira la arcilla o partículas de tierra es necesario parar el proceso continuo de la maquinaria la cual considero innecesaria tomando precauciones en la extracción, la clasificación del mineral al final del proceso se realiza manualmente cuando ya hay maquinas que realizan esta actividad automáticamente, no se realiza una inspección preventiva del estado de las máquinas de este proceso.

**c. Proceso de Envasado**

No se encuentran ordenados y clasificados los sacos para el envasado de cada uno de los productos terminados, el envasado se lo realiza manualmente tomando el producto del suelo lo que provoca que el tiempo de envasado aumente y se puede contaminar el mineral con impurezas que están en el suelo.

#### **d. Proceso de Almacenado**

En este proceso los problemas encontrados no están relacionados directamente con las actividades que se desarrollan en el proceso, sino en el inadecuado manejo de la bodega y la forma de almacenar el producto.

### **4.2. Cambios realizados**

#### **a. Proceso de Extracción**

El mineral que se está extrayendo ya ha sido analizado para garantizar la pureza por lo que no es necesario inspeccionar el mineral.

Al mismo instante que se realiza la excavación se coloca el mineral en la volqueta reduciendo el tiempo y optimizando el recurso tiempo.

Se realiza la limpieza del área seleccionada por lo que se garantiza un mineral más limpio al momento de procesar.

El mantenimiento preventivo de las volquetas evita paros por fallas mecánicas.

Con los cambios realizados en el proceso del área de extracción podemos evidenciar que el tiempo del proceso ha disminuido en 0,36 horas que representa un 20,85% del tiempo anterior

#### **b. Proceso de Molido**

El momento de la excavación se realiza la limpieza del área de donde se va a extraer el mineral por lo que después de pasar por la zaranda no es necesario detener el proceso y realizar una inspección

Se implementó una zaranda clasificadora al final del proceso de molido por lo que ya no es necesario hacer la clasificación manualmente y el mineral se clasifica automáticamente.

Antes de iniciar el molido se revisa que el sistema ciclón que evita la fuga de partículas de zeolita de los molinos esté funcionando para evitar desperdiciar el mineral

Con las mejoras realizadas en el proceso se puede demostrar que con la propuesta el tiempo de producción para el proceso de molido se reduce en un 20,8% del tiempo actual.

#### **c. Proceso de Envasado**



Los sacos para el envasado del mineral están previamente clasificados y seleccionados según la orden de trabajo emitida para el trabajo.

Se implementó la tolva de envasado la cual automatiza el proceso de envasado y hace el trabajo más rápido que cuando se lo hacía manualmente con palas.

Ya no es necesario seleccionar el mineral ya que la zaranda clasifica el mineral y la transporta hasta la tolva de envasado por lo que se reduce el tiempo en este proceso.

Después de implementar las mejoras en el proceso podemos observar que el tiempo se reduce en un 15,9% del tiempo actual del proceso de envasado.

En este proceso no se ha realizado cambios ya que el proceso tiene actividades muy exactas y específicas las cuales no se puede modificar, en este proceso con lo único que podemos contribuir es estableciendo los parámetros necesarios y correctos para realizar el almacenamiento del producto terminado, y el formato del registro para el manejo del producto terminado y de la materia prima que se encuentre en la bodega.

#### **4.3. Ajustes y cambios de parámetros de almacenamiento**

El operario debe asegurarse que el área donde se van a colocar los sacos de zeolita estén libres de humedad y de basuras para mantener un producto de calidad, la forma de almacenar los sacos de mineral es en pilos de 50 sacos que se los conforma con una base de 5 sacos y con una altura de 10 sacos que se los conoce como amarres, cada amarre debe estar conformado solo con sacos que contengan el mineral con las mismas especificaciones es decir peso y granulometría, al envasar en sacos de diferentes marcas también se debe hacer los amarres con sacos de la misma marca, los sacos se los coloca acostados con la imagen de la marca hacia arriba para evidenciar que producto es al momento de distribuir o entregar el producto.

#### **4.4. Cálculo de la eficiencia**

La eficiencia del proceso de producción de zeolita con los tiempos de la propuesta de estandarización se puede calcular como la relación de número total de horas estándares, al número total de horas estándares permitidos de la propuesta, o sea:

AREAS	TIEMPO	TIEMPO PERMITIDO
Planta	6,08 horas	6,38 horas
Cantera	1,32 horas	1,38 horas

$$E = \frac{\sum t * 100}{\sum tp}$$

*Ecuación Calculo de la Eficiencia (Muños Negrón, 2009)*

$$E = \frac{740}{7,76}$$

$$E = 95,36\%$$

T = tiempo

Tp = tiempo permitido

Se realizó el cálculo de la eficiencia separando los tiempos propuestos de la planta de producción y de la cantera del mineral teniendo como resultado una mejora de la eficiencia de un 10,86%.

#### 4.5. Cálculo del rendimiento de la planta

El rendimiento lo calcularemos a partir de la implementación propuesta que se le daría a la capacidad instalada que tiene la planta, la siguiente tabla nos ayuda a entender el índice de rendimiento:

PRODUCCION	CAPACIDAD
3,85 toneladas/ día	5 toneladas/ día

$$IR = \left( \frac{3,85 \text{ toneladas}}{5 \text{ toneladas}} \right) * 100$$

*Ecuación Calculo del Rendimiento de Planta (Mayers, F.E)*

$$IR = \left( \frac{3,85 \text{ toneladas}}{5 \text{ toneladas}} \right) * 100$$

$$IR = 77\%$$

Luego de realizar la implementación de la propuesta de estandarización de los procesos de producción de la empresa podemos obtener una mejora en el rendimiento del 17% de la planta.

Esto quiere decir que los ingresos por lote de producción aumentan, ya que el costo de una tonelada de zeolita natural envasado cuesta 250 dólares, al multiplicar por la cantidad de producción actual que son 3 toneladas tenemos un ingreso de 750, y si realizamos la misma operación con la cantidad de producción propuesta después de la estandarización de procesos tenemos un ingreso de 962,5 dólares.

#### 4.6. Principios Básicos de Distribución en Planta

Con el fin de obtener la Distribución más eficiente de una manera sistemática, es preciso considerar los siguientes seis principios básicos:

##### 1. Principio de la integración de conjunto.

La distribución óptima será aquella que integre al hombre, materiales, máquinas y cualquier otro factor de la manera más

racional posible, de tal manera que funcionen como un equipo único. No es suficiente conseguir una distribución adecuada para cada área, sino que debe ser también adecuada para otras áreas que tengan que ver indirectamente con ella.

## **2. Principio de la mínima distancia recorrida.**

En igualdad de circunstancias, será aquella mejor distribución la que permita mover el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas. Al trasladar el material se debe procurar el ahorro, reduciendo las distancias de recorrido; esto significa que se debe tratar de colocar operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras.

## **3. Principio de la circulación o recorrido.**

En igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que tenga ordenadas las áreas de trabajo en la misma secuencia en que se transforman o montan los materiales. Este es un complemento del principio de la mínima distancia y significa que el material se moverá progresivamente de cada operación a la siguiente, sin que existan retrocesos o movimientos transversales, buscando un progreso constante hacia su terminación sin interrupciones e interferencias. Esto no implica que el

material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita el movimiento en una sola dirección.

## **4. Principio del espacio cúbico.**

En igualdad de circunstancias, será más económica aquella distribución que utilice los espacios horizontales y verticales, ya que se obtienen ahorros de espacio. Una buena distribución es aquella que aprovecha las tres dimensiones en igual forma.

## **5. Principio de satisfacción y seguridad**

Será aquella mejor distribución la que proporcione a los trabajadores seguridad y confianza para el trabajo satisfactorio de los mismos. La seguridad es un factor de gran importancia, una distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

## **6. Principio de flexibilidad**

La distribución en planta más efectiva, será aquella que pueda ser ajustada o reordenada con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo posible. Las plantas pierden a menudo dinero al no poder adaptar sus sistemas de producción con rapidez a los cambios constantes del entorno, de ahí que la importancia de este principio es cada vez mayor.

## 5. CONCLUSIONES

- Como se pudo observar en el diagnóstico inicial, y recolección de datos históricos de cumplimiento de pedidos encontramos que la empresa tiene problemas de retraso de entrega de pedidos, por lo que es necesario realizar una estandarización de procesos tomando en cuenta las herramientas de estudio de tiempos y movimientos, proyectándonos en aumentar el nivel de eficiencia y rendimiento de la planta de producción.
- Los datos obtenidos para realizar este estudio fueron obtenidos y fundamentados en el estudio de tiempos y movimientos, de igual forma se realizaron observaciones presenciales y directas, por lo que se estuvo en contacto con el personal quienes pudieron darnos detalles exactos de las actividades que se realizan en el proceso de producción.
- En la aplicación de los conocimientos obtenidos durante el desarrollo del presente estudio se ha detectado operaciones e inspecciones que son realmente innecesarias durante el proceso productivo las mismas que evitaban la máxima utilización y eficiencia de la producción.
- Se realizó la propuesta de una implementación de máquinas existentes en el mercado las cuales ayudarían a realizar algunas actividades de una manera más rápida y de esta manera aumentar el nivel de eficiencia y mejorar el rendimiento de la planta.
- Aplicando la propuesta de estandarización podemos observar que la eficiencia de la planta aumentaría hasta un 10,89 % y el rendimiento de planta hasta un 17% con el cual daríamos cumplimiento al objetivo por el cual se desarrolló este trabajo.

## 6. RECOMENDACIONES:

- Implementar este estudio para de esta forma obtener mejoras a corto plazo y con una mínima inversión.
- Tomar como referencia el presente trabajo para desarrollar un estudio similar en las distintas áreas y departamentos que no se han incluido en el estudio realizado.
- Realizar una implementación de normas de seguridad para prevenir accidentes y enfermedades laborales.