



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Mecánica Industrial**

**“IMPLEMENTACIÓN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
EN RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO
TERMINADO DE UNA PLANTA TRITURADORA”**

Jaime Alejandro Gómez Scala

Asesorado por la Ingeniera Industrial María del Rosario Colmenares

Guatemala, noviembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“IMPLEMENTACIÓN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
EN RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO
TERMINADO DE UNA PLANTA TRITURADORA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JAIME ALEJANDRO GÓMEZ SCALA

ASESORADA POR: INGENIERA INDUSTRIAL MARÍA DEL ROSARIO
COLMENARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Carlos Rene Berges Carío
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodriguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO DE UNA PLANTA TRITURADORA”

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Mecánica Industrial con fecha de 16 de noviembre de 2004.

Jaime Alejandro Gómez Scala

DEDICATORIA

A:

Dios y la Virgen María Auxiliadora	Por ser el creador de vida y fuente de inspiración infinita.
Mis padres	Jaime Gómez Ortega (+), por haber sido ejemplo de vida con sus acciones; Marta Scala, por ser el timonel que guía el barco de mí vida con sacrificios y amor.
Mis hermanos	Marlen Lucrecia y Aldo Javier por ser mis mejores amigos, gracias por el apoyo y paciencia.
Mis sobrinos	Natalia Estefanía y José Rodrigo, por ser la alegría que irradia mi vida
Mi nonno	Aldo Scala, por ser la fuente de inspiración para seguir esta profesión. Gracias por todas sus enseñanzas.
Mi tía	Olga Graciela Motta, por ser especial y apoyarme en todo momento.
Mis primos	Claudia Beatriz y Aldo Roberto, por ser como mis hermanos; gracias por todo el cariño ofrecido.
William Rodríguez	Gracias por sus sabios consejos.
Dora Rene Guerra	Por ser una persona que siempre ha estado a mi lado, brindándome su apoyo y cariño.
Mis amigos y compañeros de la Universidad	Especialmente a Fredy, Víctor, Marlon, Fernando y Sonia; infinitas gracias por compartir momentos de estudio, de gozo y de alegría.
Mi amigo Víctor Contreras	Por su invaluable amistad.

Las familias

López Llerena, Villatoro Llerena,
Llerena Morales, Chang Meneses,
Llerena Ruano, Waldheim Alvarado,
Bran Alonso, Solís Dubón; gracias por
la amistad incondicional.

AGRADECIMIENTO

A:

Universidad de San Carlos de
Guatemala

Ingeniera María Colmenares

Especialmente a la Escuela de Mecánica
Industrial, de la Facultad de Ingeniería.

Gracias por todo su apoyo y
orientación, en la elaboración de este
trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. RESEÑA DE LA EMPRESA

1.1. Historia de la organización	1
1.1.1 Visión	1
1.1.2 Misión.....	3
1.1.3 Valores.....	3
1.1.4 Normas de conducta.....	4
1.1.5 Metas	5
1.1.6 Propósitos	6
1.2. Organigrama.....	6
1.2.1 Descripción de los departamentos de la empresa	7
1.3. Descripción de puestos de trabajo	7
1.4. Instalaciones.....	10
1.5. Ubicación de la empresa	11

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Concepto de calidad.....	13
2.1.1 Evolución histórica del concepto de calidad.....	15
2.1.2 El significado de un plan de calidad	16
2.1.3 Importancia de la calidad como filosofía	17
2.1.4 Gestión de calidad	18

2.1.5 Calidad de las operaciones	19
2.2. Sistema de aseguramiento de la calidad	20
2.2.1 Aseguramiento de calidad.....	20
2.2.2 Sistema de calidad.....	21
2.2.3 Elementos del sistema	22
2.2.3.1 Cultura organizacional	22
2.2.3.2 Política de calidad	23
2.2.3.3 Estructura organizacional.....	23
2.2.3.4 Personal	24
2.2.3.5 Procedimientos	25
2.2.3.6 Fases de implementación del sistema de aseguramiento de calidad	26
2.2.4 Importancia del aseguramiento de la calidad en la materia prima y producto terminado.....	29
2.2.4.1 Especificaciones del producto	31
2.3. Tipos de Datos	35
2.4. Definición de la población.....	36
2.5. Teoría de Muestreo	37
2.5.1 Muestreo probabilística	38
2.5.2 Muestreo no probabilística	38
2.5.3 Importancia del Procedimiento de Muestreo	39
2.5.4 Tipos de muestreo	39
2.5.5 Selección del tamaño de la muestra	44
2.6. Supervisión de la calidad mediante gráficas o diagramas	45
2.6.1 Tipos de gráficos de control.....	50
2.6.1.1 Gráficos de control por variables	51
2.6.1.2 Gráficos de control por atributos.....	51
2.6.2 Límites de control	54

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Producto	57
3.1.1 Descripción del proceso	59
3.1.2 Diagrama de Flujo	62
3.1.3 Maquinaria	65
3.1.4 Especificaciones del producto terminado	67
3.2. Calidad de la materia prima para obtener un producto de calidad	69
3.3. Factores que determinan la calidad en producto terminado	70
3.3.1 Descripción de la materia prima	71
3.3.2 Localización de las minas en Guatemala	73
3.3.3 Reglamento de la explotación minera en Guatemala	75
3.4. Descripción de la cantera minera	75
3.5. Descripción del control actual de la materia prima y producto terminado	76

4. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

4.1 Aseguramiento en la recepción de materia prima	77
4.1.1 Cualidades de la materia prima para su aceptación	78
4.1.1.1 Plan de muestreo para la aceptación	80
4.1.2 Diseño del sistema de calidad	84
4.2 Aseguramiento de producto terminado	88
4.2.1 Inspección por especificaciones	89
4.2.2 Inspección del empaque	90
4.2.3 Registro de datos para gráficos de control por atributos	91

5. MEJORA CONTINUA DE LA IMPLEMENTACIÓN

5.1. Realización de auditorías de calidad	95
5.2. Mejoramiento continuo	98
5.2.1 Ventajas del mejoramiento continuo	100
5.2.2 Desventajas del mejoramiento continuo	100
5.2.3 El proceso del mejoramiento continuo	100
5.2.4 Consejo directivo del mejoramiento continuo.....	102
5.2.5 Participación total de la administración	102
5.2.6 Participación de los empleados	102
5.2.7 Participación individual.....	103
5.2.8 Equipos de mejoramiento	103
5.2.9 Actividades con participación de los proveedores.....	103
5.3. Recurso humano para realizar la inspección.....	103
5.3.1 De los supervisores.....	103
5.3.2 De los supervisores de calidad	104
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1	Ubicación de la empresa.....	12
2	Diagrama de Pareto	46
3	Histograma de Person.....	47
4	Diagrama causa y efecto.....	48
5	Diagrama de dispersión.....	48
6	Gráfico de control	50
7	Diagrama de flujo	64
8	Resumen de diagrama de flujo.....	65
9	Localización de minas en Guatemala.....	73
10	Rocas de piedra caliza	79

Tablas

I. Etapas del concepto de calidad	15
II. Clasificación de calizas	34
III. Tipos de datos para graficar	36
IV. Ventajas y desventajas de tipos de muestreo	43
V. Hoja de verificación	46
VI. Datos estratificados	49
VII. Uso del carbonato de calcio en la industria	57
VIII. Descripción del proceso de carbonato de calcio	62
IX. Descripción de la maquinaria	65
X. Descripción de la materia prima	71
XI. Localización de minas en Guatemala	73
XII. Información del lote y nivel	81
XIII. Nivel de calidad	82
XIV. Tipo de inspección, lote y muestra	83
XV. Hoja de control de calidad	92

GLOSARIO

Aseguramiento de calidad	Conjunto de actividades planeadas y sistemáticas que lleva a cabo una empresa, con el objeto de brindar la confianza apropiada de que un producto cumple con los requisitos de calidad especificados.
Auditoría de calidad	Examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen con las disposiciones pre-establecidas y si éstas son implantadas eficazmente.
Calcita	Carbonato de calcio, muy abundante, que cristaliza en formas del sistema hexagonal, generalmente blanco puro, a veces transparente.
Cantera	Sitio de donde se saca piedra, greda u otra sustancia análoga para varias obras.
Clorita	Mineral de color verdoso y brillo anacarado, compuesto de un silicato y un aluminato hidratados de magnesia y óxido de hierro.
Cultura organizacional	Conjunto de características que identifican a la empresa, incluyendo su personal, objetivos, tecnología, dimensiones, promedio de edad, políticas y prácticas, logros y fracasos.

Clima organizacional	Grado en que el entorno o ambiente es favorable o desfavorable para los integrantes de la organización.
Dolomita	Roca semejante a la caliza y formada por el carbonato doble de cal y magnesia. Es más común que la verdadera caliza.
Estalactitas	Roca calcárea en forma de cono irregular y con la punta hacia abajo, que se forma en el techo de las cavernas por la filtración lenta de aguas con carbonato cálcico en disolución.
Estalagmitas	Roca calcárea en forma de cono con la punta hacia arriba, que se forma en el suelo de una caverna al gotear desde una estalactita agua con carbonato cálcico en disolución.
Grafito	Mineral untuoso, de color negro y lustre metálico, constituido por carbono cristalizado en el sistema hexagonal.
Mesh	Unidad de medida del tamaño de malla en molienda en seco. Es equivalente a 0.1323 micrones.
Mica	Mineral compuesto de hojuelas brillantes, elásticas, sumamente delgadas, que se rayan con la uña. Es un silicato múltiple con colores muy diversos y que forma parte integrante de varias rocas.

Molienda	Proceso donde mediante un molino, generalmente de martillos, se realiza la molienda de la piedra hasta alcanzar un tamaño de partícula de malla 325. El molino se opera mediante un motor eléctrico de alto caballaje.
Muestra	Parte o porción extraída de un conjunto, por métodos que permiten considerarla como representativa de él.
Norma NMX-CC-001	Norma mexicana que contiene un vocabulario básico de calidad.
Organógeno	Estudio de la formación y desarrollo de los órganos.
Política de calidad	Conjunto de directrices y objetivos generales de una empresa relativos a la calidad y que son formalmente expresados, establecidos y aprobados por la alta dirección.
Triturar	Moler o desmenuzar una materia sólida, sin reducirla extremadamente a polvo.
Sistema de calidad	Estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos, establecidos para asegurar que los productos, procesos o servicios cumplan satisfactoriamente con el fin que están destinados.

RESUMEN

El aseguramiento de la calidad es una actitud y una manera de vivir; para transformar una organización en una corporación de calidad total única y superior, se debe reconocer y promover estándares de calidad total en todos sus procesos y cada una de sus acciones cotidianas.

El aseguramiento de la calidad es un sistema y como tal, es un conjunto organizado de procedimientos bien definidos y entrelazados armónicamente, que requiere de determinados recursos para funcionar, con el fin de obtener productos de calidad.

Es de suma importancia la aplicación de aseguramientos de calidad en las industrias guatemaltecas para poder competir con empresas extranjeras. Esto va a proporcionar una guía para cualquier trabajador que desee emplearse en la recepción de la materia prima y producto terminado

Guatemala, es un país rico en recursos naturales, con la posibilidad de utilizar la minería en una forma más profesional y que no cause daños ecológicos al ambiente y que produzca una mano de obra calificada y especializada. A pesar de la globalización, esta actividad productiva puede desarrollarse y ser un producto de exportación que al realizarse en una forma profesional puede dar mejores incentivos a las personas involucradas en su producción.

El presente trabajo de graduación titulado “Implementación de aseguramiento de la calidad en recepción de materia prima y producto terminado en una planta trituradora”, pretende investigar la forma en que se debe determinar una calidad óptima en la materia prima que se produce para que sirva en la producción de pegamento de piso, piso cerámico, alimentos y decoración. Adicionalmente, garantizar la materia prima y producto terminado

dentro de una empresa trituradora de carbonato de calcio por medio de la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad para que el producto llene las expectativas, sea satisfactorio, confiable e incluso económico para el consumidor, con lo cual se pretende aumentar la demanda y la productividad de la empresa.

OBJETIVOS

General

Garantizar la materia prima y producto terminado dentro de una empresa trituradora de carbonato de calcio, por medio de la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad para que el producto llene las expectativas, sea satisfactorio, confiable e incluso económico para el consumidor, con lo cual se pretende aumentar la demanda y la productividad de la empresa.

Específicos

1. Describir la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad.
2. Proveer técnicas de ingeniería industrial que puedan implementarse en una planta trituradora de carbonato de calcio.
3. Implementar técnicas de muestreo para el buen funcionamiento del sistema de aceptación o rechazo en la materia prima y producto terminado.
4. Establecer un sistema técnico básico de inspección de los puntos críticos.
5. Mantener un control de calidad mediante la retroalimentación del sistema.
6. Aumentar los niveles de aceptación por parte del cliente con respecto al producto de la empresa.

7. Implementar un programa de mejora continua para el buen funcionamiento del programa de aseguramiento de calidad.

INTRODUCCIÓN

La implementación de aseguramiento de calidad persigue la reducción de costos, mejora de productividad, retención de clientes y un alto estándar de calidad. Estas y otras características son las que han hecho que muchas empresas estén implementándolas dentro de sus organizaciones.

Normalmente, la mayoría de los enfoques de calidad se han dedicado al estudio del mejoramiento en la planta de producción olvidando aspectos relacionados con departamentos como Compras, Mantenimiento, Cobros, Mercadotecnia, Ventas, etc. Esto produce una desventaja ya que no sólo es importante tener un proceso óptimo si se descuidan otros factores que involucran una mejor calidad de producto. Esta es la razón por la que se decidió investigar la materia prima en una planta trituradora de carbonato de calcio.

Guatemala, es un país rico en recursos naturales con la posibilidad de utilizar la minería en una forma más profesional y que no cause daños ecológicos al ambiente y que produzca una mano de obra calificada y especializada. A pesar de la globalización, esta actividad productiva puede desarrollarse y ser un producto de exportación que al realizarse en una forma profesional puede dar mejores incentivos a las personas involucradas en su producción.

El presente trabajo de graduación pretende en esta forma investigar la forma en que se debe determinar una calidad óptima en la materia prima que se produce para que sirva en la producción de pegamento de piso, piso cerámico, alimentos y decoración.

Para ello se va a describir la forma en que se va a controlar y asegurar el proceso para mejorar la calidad del producto, en la producción, recepción y entrega del mismo.

1. RESEÑA DE LA EMPRESA

1.1 Historia de la organización

En 1998, fue fundada la empresa trituradora, la idea inició cuando detectaron una carencia en el mercado de la venta de granito desarrollando e integrando estrategias de satisfacción al cliente, con la idea de cubrir un vacío de mercado existente. Desde entonces, se ha consolidado en su trayectoria, sin embargo la empresa no cuenta con un sistema de aseguramiento de calidad en la recepción de materia prima y producto terminado.

La recepción de materia prima y la trituración existente se obtuvo mediante la observación, ya que no hay ningún documento escrito de la planificación.

La empresa ha permanecido en el mercado, hoy en día son muchos los clientes que compran su producto. Ella cuenta en la actualidad con más de 8,700 metros cuadrados de instalaciones distribuidas en áreas para maquinaria, bodegas, oficinas, carga y descarga. Su personal, altamente motivado y bien formado, garantiza la atención personalizada de unos clientes.

1.1.1 Visión

La visión de la empresa es: ser una empresa líder en productos especiales, manteniendo un nivel de excelencia y mejora continua, para ofrecer mejor calidad y superar las expectativas de nuestros clientes. Por supuesto implementando nuestros servicios y el perfeccionamiento de los existentes, para obtener una presencia penetrante en el mercado.

De acuerdo a la visión de la empresa, se establecen varias líneas estratégicas que permite el cumplimiento de la misma.

- a. **Liderazgo de mercado:** Ser una empresa que ostenta el primero o segundo lugar en participación de mercado en todas las categorías de carbonato de calcio en las que participa.
- b. **Enfoque en clientes y consumidores:** Ser una empresa que consistentemente excede las expectativas de sus clientes y consumidores, a través de la permanente innovación y desarrollo de sus productos, y servicios de reconocida calidad superior.
- c. **Competitividad:** Ser una empresa reconocida por sus prácticas de negocio, destacada por su ejecución en el punto de venta, eficiente gestión de manufactura y cadena de suministros, que le dan una ventaja competitiva en costos.
- d. **Opción laboral de preferencia:** Ser una empresa reconocida por valorar y desarrollar el talento humano y de preferencia de los mercados laborales.
- e. **Creación de valor:** Ser una empresa que alcanza consistentemente sus objetivos de rentabilidad y retorno sobre inversión, garantizando el crecimiento sostenible de largo plazo.
- f. **Responsabilidad social corporativa:** Ser una empresa cuyas prácticas de negocio son consistentes con su código de ética, sus compromisos ambientales, el desarrollo del país y de las comunidades en las que actúa.

1.1.2 Misión

Nuestra misión es proporcionar el mejor producto, ofreciendo calidad y resultados tangibles en todas las actividades que la empresa en términos de volumen y rentabilidad, en beneficio de sus clientes, colaboradores, accionistas y las comunidades en donde actúa.

La misión de la empresa enfoca toda la capacidad, tiempo y experiencia en lo siguiente:

- a. **Excelente servicio integral al cliente:** siendo proactivos en la entrega de los productos, planificando adecuadamente las soluciones, para luego desarrollarlas y materializarlas de manera óptima.
- b. **Administrando eficientemente nuestros activos:** capacitados para administrar los bienes
- c. **Sólido equipo humano:** con los conocimientos y habilidades apropiadas, así como con los proveedores.

1.1.3 Valores

Uno de los valores de la empresa es: "compromiso, que significa para empresa ética y profesionalismo, interés por la problemática social de nuestro entorno, disposición de servicio." Esta realidad permite apreciar que dentro de la empresa se trabaja con lo siguiente:

- a. **Enfoque:** Enfoque orientado hacia los procesos. Así como la rápida resolución de los mismos, mejorando el resto de procesos que funcionan de manera correcta.

Lo que repercute positivamente en las capacidades de la empresa, y su capacidad para adaptarse el exigente y cambiante mercado.

- b. **Innovación:** mejoramiento continuo, entender y trabajar en la cadena de valor: proveedores-organización-cliente, y directamente en los procesos que configuran esta cadena, sumando las diferentes iniciativas de mejora.
- c. **Trabajo en equipo:** Alcanzar y mantener el éxito en la empresa, con todo el recurso humano, interaccionando con los diferentes departamentos.
- d. **Comunicación:** influencia de la administración con los jefes de línea para la realización de los planes, obteniendo una respuesta positiva de sus empleados mediante la comunicación, la supervisión y la motivación.
- e. **Éxito:** Superar las expectativas, disfrutar lo que se hace, celebrar los logros, aprendemos de los errores y creer en el éxito comercial.
- f. **Sensibilidad:** Satisfacer a los clientes, alentando la flexibilidad, escuchando, pensando y actuando.
- g. **Profesionalismo:** Ser dignos de confianza, entregar con normas exigentes, asumir la responsabilidad.
- h. **Honestidad e integridad:** Alentar la franqueza, construir confianza en los demás, agradecer las opiniones y responder abiertamente.
- i. **Respeto a los demás:** Valorar las habilidades y opiniones de otros. Trabajamos, constructivamente con todos nuestros socios, estar comprometidos a trabajar como equipo.

1.1.4 Normas de conducta

Entre las normas de conducta de la empresa productora de carbonato de calcio se pueden mencionar los siguientes:

- a. Importancia de ejecutar el trabajo bien desde la primera vez,
- b. Creencia en una calidad,
- c. El cliente es primero,
- d. Creencia en la innovación,
- e. Creencia en la comunicación honesta,
- f. Excelencia a través del mejoramiento continuo,
- g. Sentido de pertenencia a la organización,
- h. Cada uno se siente dueño de la organización,
- i. Respeto mutuo,
- j. Integridad,
- k. Trabajo en equipo,
- l. Igual oportunidad para todos,
- m. Los errores son tomados como oportunidad de mejoramiento,
- n. Conducta ética responsable,
- o. Protección ambiental,
- p. Desarrollo de habilidades de liderazgo,
- q. Liderazgo participativo.

1.1.5 Metas

Entre las metas de la organización se menciona lo siguiente:

- a. Aumentar en un 10% la participación en el mercado.
- b. Introducción de mejoras continuas, hasta llegar a cero defectos.
- c. Incrementar la productividad en un 5%.
- d. Mejorar las oportunidades por medio de entrenamiento y comunicación.

1.1.6 Propósitos

La empresa productora de carbonato de calcio hace énfasis en propósitos para los cuales ha sido creada, entre ellos se puede mencionar:

- a. Aumentar el nivel de vida de los empleados
- b. Satisfacer al consumidor,
- c. Producir una calidad,
- d. Producir el mayor retorno de la inversión para los accionistas,
- e. Líder en innovación,
- f. Entregas confiables,
- g. Entregas a tiempo,
- h. Buenas relaciones humanas,
- i. Elaborar productos con gran valor para el consumidor,
- j. Elaborar productos al alcance de todos,
- k. Proveer fuentes de trabajo,
- l. Protección al medio ambiente,

1.2 Organigrama

El organigrama de la empresa productora de carbonato de calcio está dirigida por un gerente general, seguidamente, se encuentran las divisiones de: producción que cuenta con: operarios; especificaciones con: supervisión; bodega con: estibador; recursos humanos con: selección de personal y con seguridad e higiene; mantenimiento con: mecánico y limpieza. El organigrama de la empresa se describe en el anexo.

1.2.1 Descripción de los departamentos de la empresa

- a. Mantenimiento: departamento responsable del buen funcionamiento del sistema de maquinaria, apoya directamente al departamento de producción evitando contratiempos de la producción. Cuenta con una persona encargada, tres mecánicos y dos personas de limpieza.
- b. Recursos humanos: es responsable de seleccionar al personal idóneo, inducción, y capacitación y realizar los contratos; vela por el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Cuenta con una persona encargada de selección de personal, una para seguridad e higiene, dos secretarias y dos peritos contadores.
- c. Bodega: es el encargado del manejo de inventarios tanto de materia prima, producto en proceso y de producto terminado. Cuenta un jefe, tres estibadores y una secretaria.
- d. Producción: Departamento responsable de transformar el producto y del cumplimiento de la demanda en tiempo determinado. Cuenta con un jefe, ocho operarios y un supervisor.
- e. Especificaciones: Controla el cumplimiento de rangos de requerimientos, y la calidad del producto. Cuenta con un jefe y un supervisor

1.3 Descripción de puestos de trabajo

La empresa trituradora de mármol cuenta con los puestos siguientes

- a. Gerente general: Sus funciones consisten en representación de la empresa, ejecución de las políticas de la empresa. Sus actividades son aprobación de programas y presupuestos, estudio de contratos, relaciones públicas con los clientes y proveedores así como con otras empresas.

- b. Jefe de mantenimiento: Mantiene en buen estado: maquinaria, equipo y la planta en general, crea programas de mantenimiento, controlar el trabajo del personal de mantenimiento, supervisar el manejo y utilización del equipo y herramientas y los repuestos, controlar el tiempo perdido, reportar el trabajo realizado.
- c. Mecánico: Mantener en buen estado la maquinaria y el equipo, realizar el mantenimiento de la maquinaria y equipo a su debido tiempo, reportar las fallas y ajustes realizados.
- d. Encargado de limpieza: Mantener limpia la empresa, limpiar todos los servicios de la planta y oficinas, hacer limpieza de todas las oficinas, mantener limpia todas las áreas de la planta.
- e. Recursos humanos: Formulación, coordinación y revisión de las políticas de personal, formular los objetivos y políticas de personal y someterla a discusión con el ejecutivo. Vigilar con la ayuda de los jefes de línea que las políticas y normas de la empresa en materia de personal, interpretar las normas y políticas de personal, auxiliar a la gerencia interpretando y explicando las actividades y los puntos de vista de personal, asesorar y auxiliar a los demás jefes de línea.
- f. Encargado de seguridad e higiene: Velar por el bienestar de los trabajadores dentro de la empresa y en beneficio de la misma, crear programas de seguridad en el trabajo, proporcionar el equipo necesario par el trabajo, mantener el equipo necesario en caso de emergencia, llevar récord de accidentes, extender permisos por enfermedad.
- g. Encargado de reclutamiento de personal: Proporcionar el personal adecuado a la empresa, reclutar y seleccionar personal, capacitar y adiestrar al personal, evaluar puestos de trabajo, llevar récord del trabajo del personal.

- h. Jefe de bodega: mantener el control de las bodegas de materia prima e insumos y las bodegas de producto terminado, crear controles de inventarios de todos los productos, crear un sistema para el movimiento del material de trabajo, recibir y entregar producto terminado.
- i. Estibadores: Estibar el producto de acuerdo al color y el tamaño,
- j. Jefe de producción: Sus funciones principales es velar porque el proceso sea eficiente. Adicionalmente realiza actividades como: controlar el trabajo del personal, atender los reclamos de los clientes, realizar las especificaciones de cada pedido, controlar las entregas de producto terminado.
- k. Operarios: Atender las máquinas, poner la materia prima en la máquina, recibir el producto que va saliendo de los embudos, velar por las especificaciones del producto, avisar de cualquier problema al supervisor, mantener comunicación con los estibadores.
- l. Jefe de control de especificaciones: Velar porque el producto cumpla con los requerimientos de los clientes, controlar el trabajo de sus subordinados, atender los reclamos de los clientes, realizar las especificaciones de acuerdo a los pedidos, controlar la entrega del producto terminado.
- m. Supervisores: Velar porque la producción salga bien, realizar el programa de producción, supervisar el trabajo de los operarios y estibadores, controlar que el material de trabajo sea suficiente, controlar las especificaciones, atender las llamadas de atención por defectos de especificaciones, llevar reporte diario.
- n. Contador: Llevar la contabilidad de la empresa, llevar control de inventarios de la empresa, control de facturas, pago de impuestos, llevar control de sueldos y salarios.

- o. **Secretaria:** Representar al jefe ante clientes, proveedores y personal de la empresa, realizar la correspondencia, contactar con los clientes, proveedores y personas que se relacionan con la empresa, archivar toda la papelería a su cargo, atender a las visitas que lleguen a la empresa, atender las llamadas telefónicas.

1.4 Instalaciones

La empresa cuenta con cinco grandes departamentos con sus respectivas instalaciones adecuadas de acuerdo al área de trabajo las cuales se describen a continuación:

- a. **Producción:** área de transformación del producto, es aquí donde se realiza el proceso de trituración de mármol. Cuenta con instalaciones adecuadas.
 - i. Techo de dos aguas de lámina galvanizada
 - ii. Puertas de metal
 - iii. Piso de cemento
 - iv. Ventilación adecuada
 - v. Iluminación adecuada

- b. **Especificaciones:** Aquí se lleva el control de las especificaciones de carácter operativo que se utilizan para satisfacer el cumplimiento de los requerimientos que se han establecido, el cual cuenta con equipos adecuados para su verificación. Sus instalaciones son las mismas que las de producción.

- c. **Bodega:** Es donde se encuentra el producto terminado. Sus instalaciones son las mismas que las de producción.

- d. **Recursos humanos:** Área donde se lleva los procesos administrativos de la empresa. Sus instalaciones son diferentes que las anteriores
 - i. Techo de losa
 - ii. Puertas de madera
 - iii. Piso de granito
 - iv. Ventilación adecuada
 - v. Iluminación adecuada
 - vi. Paredes pintadas

- e. **Mantenimiento:** Centro de operaciones de mantenimiento. Sus instalaciones son iguales que las de producción.

1.5 Ubicación de la empresa

La empresa está ubicada en la Aldea Lo de Mejía, del municipio de San Juan Sacatepéquez como se muestra en el mapa del departamento de Guatemala y está a una distancia de 40 kilómetros de la ciudad capital. En la siguiente página se muestra el mapa.

Figura 1. Ubicación de la empresa



FUENTE: www.guatemala.com

El departamento de Guatemala está compuesto por 17 municipios que son: 1. Guatemala, 2. Santa Catarina Pinula, 3. San José Pinula, 4. San José del Golfo, 5. Palencia, 6. Chinautla, 7. San Pedro Ayampuc, 8. Mixco, 9. San Pedro Sacatepéquez, 10. San Juan Sacatepéquez, 11. San Raymundo, 12. Chuarrancho, 13. Fraijanes, 14. Amatitlán, 15. Villa Nueva, 16. Villa Canales, 17. Petapa

2. MARCO CONCEPTUAL

Con el desarrollo tecnológico y económico surgen industrias que no pueden permitirse el lujo de tener un fallo de calidad. Se asume que es más rentable prevenir los fallos de calidad que corregirlos o lamentarlos, de esa forma se incorpora la nueva idea en las empresas industriales, bajo la denominación de aseguramiento de la calidad.

El aseguramiento de la calidad es un sistema y como tal, es un conjunto organizado de procedimientos bien definidos y entrelazados armónicamente, que requiere de determinados recursos para funcionar con el fin de obtener productos de calidad.

La función de la calidad en las empresas industriales se enriquece en esta etapa con competencias de contenido más amplio y más creativo. La lleva a cabo personal más calificado y adquiere más autoridad, mejorando su estatus laboral.

El aseguramiento de la calidad no sustituye al control de calidad (etapa anterior) sino que lo absorbe y lo complementa. Dentro de la organización el aseguramiento de la calidad sirve como herramienta de gestión.

2.1 Concepto de calidad

Cuando se menciona el término calidad, por lo general lo asociamos con productos o servicios excelentes, que satisfacen las expectativas y, más aún, las rebasan. Tales expectativas se definen en función del uso que se dará al producto o servicio en cuestión y de su respectivo precio de venta.

Calidad: Es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícita o explícitamente formuladas. Entre los elementos que conforman estas necesidades figuran la seguridad, la disponibilidad, la mantenibilidad, la confiabilidad, la factibilidad de uso, la economía, es decir precio, y el ambiente.

Besterfield, (1995) “Sí bien es cierto que la calidad es estudiada con la institución, también es cierto que el recurso humano es quién la lleva a cabo y no deberá ser considerada como la responsabilidad de una sola persona o de una sola área, sino mas bien como una tarea que todos deben compartir. De ella participan tanto los empleados como las autoridades de la institución, por ello la responsabilidad se distribuye entre las diferentes áreas facultadas para tomar decisiones”

Laudoyer, (1998) “El desarrollo de la calidad es un viaje propuesto a la empresa hacia el destino de la ‘excelencia’, que jamás se alcanza porque siempre se redefine a medida que se avanza, pero que debe mientras tanto, permanecer como faro que guía”.

No existe ninguna receta para el desarrollo de la calidad. Esta depende de la especificidad de cada empresa por los siguientes aspectos:

- a. Tamaño
- b. Criterio de actividad
- c. Posicionamiento oferta/cliente
- d. Personalidad del (de los) director (es)
- e. Grado de administración participativa
- f. Recursos disponibles
- g. Historia.

2.1.1 Evolución histórica del concepto de calidad

A lo largo de la historia el término calidad ha sufrido numerosos cambios que conviene reflejar en cuanto su evolución histórica. Para ello, se describe a continuación cada una de las etapas el concepto que se tenía de la calidad y cuáles eran los objetivos a perseguir.

Tabla I. Etapas del concepto de calidad

Etapas	Concepto	Finalidad
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello.	Satisfacer al cliente. Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho crear un producto único.
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (se identifica producción con calidad)	Satisfacer una gran demanda de bienes. Obtener beneficios.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (eficacia + plazo = calidad)	Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
Posguerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera	Minimizar costes mediante la calidad Satisfacer al cliente Ser competitivo
Postguerra (resto del mundo)	Producir, cuanto más y mejor	Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra
Control de calidad	Técnicas de inspección en producción para evitar la salida de bienes defectuosos	Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	Satisfacer al cliente. Prevenir errores. Reducir costes. Ser competitivo

FUENTE: Calidad total y productividad. Pagina 107.

Esta evolución nos ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se proporciona al cliente y, en definitiva, a la sociedad, y cómo poco a poco se ha ido involucrando toda la organización en la consecución de este fin. La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto si no que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

2.1.2 El Significado de un plan de calidad

La realización de un plan de calidad en una empresa se establece como una experiencia de innovación en la que, con la autoimplicación de todos los miembros, se persigue la mejora constante y generalizada de todos los componentes en cualquier circunstancia y en todo momento. Se trata, en definitiva, de reorientar la trayectoria de dicha empresa desde una redefinición permanente de su razón de ser, y hacia su funcionamiento global a la búsqueda de la calidad total.

Por su parte, Deming se refiere a un “sistema de conocimiento profundo”, como parte esencial de los procesos de mejora. Dicho sistema incluiría la apreciación de lo que es un sistema, del conocimiento de la teoría de la modificación, y del conocimiento de la psicología. Las instituciones necesitan, no sólo innovar su forma de funcionar, sino que han de reinventar su propia organización. Para llevar a cabo procesos de mejora de esta índole, la formación resulta, cada vez más, una imperiosa necesidad.

El análisis del desempeño humano se fundamenta principalmente en dos tendencias.

La primera, tiene sustento en las teorías de la humanización de la administración, preocupadas no sólo por el comportamiento individual del hombre sino también por el comportamiento organizacional. En la segunda, consideramos las exigencias de la certificación de las instituciones basadas en normas internacionales.

Las organizaciones tendrán que responder a dichas exigencias, basadas en el concepto de calidad en el desempeño humano, que significa “llevar a cabo actividades con excelencia“. Para llevarlas a cabo con excelencia, se requiere de la revisión de la asociación entre factores como la productividad, y la salud física y mental.

Todo lo anterior, lo podemos resumir de la siguiente manera: un hombre que goza de motivación, así como de un equilibrio en su salud mental y psicológica, logrará un desempeño humano con calidad.

2.1.3 Importancia de calidad como filosofía

La calidad como filosofía es un sistema de mejoramiento de la producción que ayuda a alcanzar las metas propuestas, a reducir costos y por consiguiente incrementar la productividad empresarial.

- a. Generar constancia de propósito en mejorar los productos y los servicios para ser competitivos.
- b. Adoptar la nueva filosofía del mejoramiento incesante.
- c. No depender más en inspecciones masivas, usar estadísticas con muestras.
- d. Acabar con la práctica de desarrollar contratos de compra basándose exclusivamente en el precio y reducir el número de proveedores.

- e. Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y de servicio.
- f. Instituir la capacitación y el entrenamiento en el trabajo.
- g. Instituir el liderazgo y mejorar la supervisión del mejoramiento.
- h. Desterrar los temores, trabajar eficientemente.
- i. Mejorar la comunicación y derribar las barreras que existen entre las áreas de la organización.
- j. Eliminar los slogans, las exhortaciones y las metas numéricas para la fuerza laboral y mejorar la productividad.

2.1.4 Gestión de calidad

Estos puntos sirven en cualquier parte, tanto en las pequeñas organizaciones como en las más grandes, en las empresas de servicios y en las dedicadas a la fabricación, sirven para un departamento o para toda la organización. Las teorías de Deming se obtienen de observaciones directas, de ahí la certeza de su conocimiento:

- a. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio
- b. Adoptar la nueva filosofía
- c. Dejar de depender de la inspección en masa para lograr calidad.
- d. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio solamente, en vez de ello minimizar los costos totales trabajando con un solo proveedor.
- e. Mejorar constante y continuamente todos los procesos de planificación, producción y servicio.
- f. Implantar la formación en el trabajo.
- g. Adoptar e implantar el liderazgo.
- h. Desechar el miedo

- i. Derribar las barreras entre las áreas de staff
- j. Eliminar los slogans, exhortaciones y metas para la mano de obra
- k. Eliminar los cupos numéricos para la mano de obra y los objetivos numéricos para la dirección y eliminar las barreras que privan a las personas de sentirse orgullosas de su trabajo.
- l. Eliminar la calificación anual o el sistema de méritos.
- m. Estimular la educación y la auto mejora de todo el mundo
- n. Generar un plan de acción para lograr la transformación

2.1.5 Calidad de las operaciones

La calidad como filosofía de empresa y política de gerencia se debe originar en el más alto nivel e involucrar a toda la organización y a todo su personal, y no sólo está relacionada al producto únicamente como se dice tradicionalmente. La calidad es estratégica.

Es por eso que debemos iniciar el proceso de calidad desde el nivel más alto del organigrama como promulgadora de políticas tendientes a lograr los objetivos empresariales y transmitir esta filosofía a todos los departamentos de la organización. En las operaciones es donde se ejecuta este proceso y el seguimiento inicial puede tomar tiempo hasta que la adopción de la filosofía sea total en la empresa. Esta secuencia se puede indicar de la siguiente manera:

- a. Calidad de la organización
- b. Calidad del diseño del producto
- c. Calidad de las compras de materiales directos e indirectos
- d. Calidad del almacenaje y distribución física interna de entrada
- e. Calidad del proceso de transformación
- f. Calidad de la planta

- g. Calidad del trabajo
- h. Calidad del producto y servicio fabricado
- i. Calidad del almacenaje y distribución física interna de salida
- j. Calidad de las ventas y la comercialización
- k. Calidad de respuesta del mercado a nuestro producto

Estas operaciones de producción, logística y ventas deben complementarse adecuadamente con la calidad del proceso financiero y de mercadeo, pero, sobre todo integradamente con la calidad del recurso humano, el activo más valioso de toda la organización.

2.2 Sistema de aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad es un aspecto importante de las operaciones de producción en toda la historia, pero es en la década de los años veinte cuando se consolida el término.

Los pioneros del aseguramiento de calidad, Walter Shewhart, Harold Dodge y George Edwards fueron miembros de este grupo. Fue allí donde se acuñó el término de aseguramiento de calidad. La elaboración de gráficas de control por parte de Shewhart, de técnicas de muestreo por Dodge y de técnicas de análisis económicos para resolver problemas fueron la base del moderno aseguramiento de la calidad.

2.2.1 Aseguramiento de la calidad

Desde su definición, la palabra "asegurar" implica afianzar algo, garantizar el cumplimiento de una obligación, transmitir confianza a alguien, afirmar, prometer, comprobar la certeza de algo, cerciorarse.

De acuerdo con esto, a través del aseguramiento, la organización intenta transmitir la confianza, afirma su compromiso con la calidad a fin de dar el respaldo necesario a sus productos y/o servicios.

La norma NMX-CC-001¹ (1995) define al aseguramiento de la calidad como el "conjunto de actividades planeadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de calidad, y demostradas según se requiera para proporcionar confianza adecuada de que un elemento cumplirá los requisitos para la calidad". Menciona además que el aseguramiento de la calidad interno proporciona confianza a la dirección de la empresa, y el externo, en situaciones contractuales, proporciona confianza al cliente.

2.2.2 Sistemas de calidad

El sistema de aseguramiento de la calidad es un conjunto de elementos que le permiten a la organización acceder a la posibilidad de implantar dentro de sus procesos, actividades de mejora que eventualmente reeditarán en una mejor calidad de sus productos y/o servicios.

El sistema de calidad debe ser tan amplio como sea necesario para alcanzar los objetivos de calidad y debe estar diseñado principalmente para satisfacer las necesidades de la administración interna de la organización, es más amplio que los requisitos de un cliente, quien evalúa únicamente la parte del sistema que le concierne.

De lo anterior se deduce que la implantación de un sistema de calidad en una organización implica un cambio total en la forma de hacer las cosas, en la cultura de una organización.

¹ Aseguramiento, gestión y control de calidad.

Requiere reorganizar las funciones, procesos, actividades en función del sistema de calidad; por lo mismo, se hace necesario canalizar recursos al sistema que le permitan alcanzar los objetivos básicos de calidad.

2.2.3 Elementos del sistema

Para el cumplimiento de los resultados esperados es necesario considerar los siguientes elementos del sistema:

2.2.3.1 Cultura organizacional

La cultura organizacional es el conjunto de valores, necesidades, expectativas, creencias, políticas y normas aceptadas y practicadas por una organización. Se denomina cultura organizacional al modo de vida propio que cada organización desarrolla en sus miembros. La cultura de una organización no es estática, sino que experimenta alteraciones con el transcurso del tiempo, dependiendo de las condiciones internas y externas.

Algunas organizaciones logran renovar constantemente su cultura manteniendo su integridad y su personalidad. Cambiar la estructura organizacional no es suficiente para cambiar una organización. La única manera viable de cambiarla es cambiar su cultura, es decir, los sistemas en los cuales las personas viven y trabajan. Para que las organizaciones puedan sobrevivir y desarrollarse y para que exista la renovación y la revitalización, debe cambiarse la cultura organizacional.

Además de la cultura organizacional, el clima organizacional constituye el medio interno de una organización y su atmósfera psicológica particular.

El clima organizacional está íntimamente ligado a la moral y a la satisfacción de las necesidades humanas de sus miembros. Puede ser saludable o malsano, cálido o frío, negativo o positivo, satisfactorio o insatisfactorio, dependiendo de cómo se sienten los participantes con respecto a la organización. Está constituido por aquellas características que distinguen la organización de otras e influyen en el comportamiento de las personas en la organización.

2.2.3.2 Política de calidad.

La política de calidad se encuentra definida como las directrices y objetivos generales de una organización, concernientes a la calidad los cuales son formalmente expresados por la alta dirección. La política de calidad es un elemento de la política general (corporativa) de la empresa y está autorizada por la alta dirección.

La política de calidad debe ser relevante para las metas de la organización del proveedor y para las expectativas y necesidades de sus clientes. Se recomienda también que la política de calidad sea fácil de entender, relevante para la organización, ambiciosa pero que pueda alcanzarse. Dado que el compromiso con la política de calidad comienza desde la cima de la organización, la dirección debe demostrar dicho compromiso de manera visible, activa y continua.

2.2.3.3 Estructura organizacional.

La estructura organizacional está representada por las responsabilidades, autoridades y relaciones, configuradas de acuerdo a una estructura, a través de la cual una organización desempeña sus funciones.

Todas las organizaciones, independientemente de su naturaleza o campo de trabajo, requieren de un marco de actuación para funcionar. Este marco lo constituye la estructura orgánica, más conocida como organigrama, que no es sino una división ordenada y sistemática de sus unidades de trabajo, atendiendo al objeto de su creación.

Es conveniente que las funciones relacionadas con el sistema de calidad, estén establecidas claramente dentro de toda la estructura organizacional. También es recomendable que estén definidas las líneas jerárquicas de autoridad y de comunicación.

2.2.3.4 Personal

Con relación a esto, se establece que la dirección de la organización debe identificar los requerimientos de recursos y proporcionarlos de manera suficiente y apropiados para la implantación de la política de calidad y el logro de los objetivos de calidad, estos recursos incluyen recursos humanos y habilidades especializadas; asimismo, la dirección debe determinar el nivel de competencia, experiencia y capacitación necesarios para asegurar la capacidad del personal.

Generalmente, las normas de calidad no se preocupan del factor humano, sino que se enfocan más al aspecto técnico. Existen diversas teorías de motivación presentadas por pensadores de distintas épocas (Douglas McGregor, Abraham Maslow, David McClelland, William Ouchi, etc.), los cuales observan al trabajador y su motivación por el trabajo.

Ellos también identifican diversos factores que influyen en mayor o menor medida en el desempeño laboral y pueden pasar a clasificar al trabajador como flojo y pasivo (teoría "x"), a considerar que siente satisfacción por el trabajo (teoría "y"), según teoría de Abraham Maslow.

2.2.3.5 Procedimientos.

A fin de mantener el nivel de calidad adecuado en la organización, es conveniente que el sistema de calidad sea organizado de tal manera que se ejerza un control adecuado y continuo sobre todas las actividades que afectan a la calidad. Para cumplir la política y los objetivos de calidad, es necesario el desarrollo, emisión y mantenimiento de procedimientos operativos que coordinen las diferentes actividades.

Estos procedimientos documentados deben especificar los objetivos y la ejecución de las diferentes actividades que tienen efecto en la calidad. Todos los procedimientos documentados deben estar redactados de manera simple, sin ambigüedades y entendibles, indicándose además los métodos a emplear y los criterios que deben cumplir.

El objetivo de la documentación es que el proceso operativo sea sustancialmente independiente de los individuos, de modo que cualquier persona capacitada y experimentada pueda hacer que el sistema funcione. La existencia de documentos formaliza el sistema operativo de la compañía, lo cual deriva en la estabilidad de las acciones y un entendimiento común de los procesos implicados. El sistema define con claridad la autoridad y las responsabilidades; crea actividades que pueden verificarse y evidencias objetivas que permiten instituir los procesos de auditoría.

Esto permite que la dirección se comunique de manera comprensible con todo el personal siempre que necesite un cambio en las políticas de calidad. La documentación sirve también para inducir y capacitar al nuevo personal, ya que garantiza que éste siempre reciba el mismo tipo de capacitación y fomenta un desempeño uniforme cuando se cambia de personal.

2.2.3.6 Fases de implementación del sistema de aseguramiento de la calidad

Fase 1

- a. Estudio de la necesidad de apoyo externo.
- b. Estudio de la posibilidad de que la misma empresa, posea personal calificado para poder desarrollar todo el proyecto.
- c. Contratación de un consultor, para la asesoría técnica.
- d. Determinación del personal a dedicar al departamento de calidad.

Fase 2

- a. Toma de datos, revisión de documentos, evaluación y planificación de actividades.
- b. Recolección de todos los datos de la empresa. (personal, instalaciones, homologaciones, etc.)
- c. Revisión de los documentos que se poseen. (procesos, hojas de seguimientos, controles, etc.), porque probablemente sean aprovechables.
- d. Determinar qué productos se van a certificar (instalaciones, etc.)
- e. Elección de la norma contra la que se certificarán.
- f. Diagnóstico previo del nivel de aseguramiento de la calidad.
- g. Planificación de las actividades a realizar.
- h. Solicitud de concesiones de ayuda para la implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad a través de las diferentes administraciones.

- i. Tiempo estimado para realizar esta fase de 3 a 4 semanas.

Fase 3

- a. Elaboración del manual de calidad, el cual debe incluir los siguientes capítulos, que son requisitos del sistema de calidad:
 - i. Organización, responsabilidades de la dirección
 - ii. Sistema de la calidad
 - iii. Revisión de contratos.
 - iv. Control de diseño.
 - v. Control de la documentación.
 - vi. Compras.
 - vii. Control de los productos.
 - viii. Identificación y trazabilidad de los productos.
 - ix. Control de los procesos.
 - x. Inspecciones y ensayos.
 - xi. Control de los equipos de inspección y ensayo.
 - xii. Estados de inspección y ensayos.
 - xiii. Control de productos no conformes.
 - xiv. Acciones correctoras y preventivas.
 - xv. Manipulación, almacenamiento y embalaje.
 - xvi. Control de los registros de calidad.
 - xvii. Auditorías internas de la calidad.
 - xviii. Formación.
 - xix. Servicios posventa.
 - xx. Técnicas estadísticas.
- b. El manual deberá ser diseñado para ser enriquecido por los comentarios
- c. Tiempo estimado para su elaboración de 4 a 6 semanas.

Fase 4

- a. Elaboración del manual de procedimientos generales, procedimientos técnicos, normas e instrucciones de trabajo.
- b. Elaboración del manual de procedimientos generales, se detallaron de forma concreta, las actividades recogidas en el manual de calidad, indicando la sistemática a seguir en cada caso y los responsables de llevar a cabo las mismas.
- c. Los procedimientos técnicos, instrucciones de trabajo, pautas de inspección y control, etc., deben respaldar las actividades productivas y de evaluación, y recoger los criterios para la toma de decisiones.
- d. Tiempo estimado de esta fase de 8 a 16 semanas

Fase 5

- a. Implantación del sistema de calidad.
- b. Emisión de los documentos para cada área.
- c. Explicación detallada a todo el personal que este implicado en el sistema de calidad de sus tareas.
- d. Implantación del sistema en cada área. (comercial, planificación, obras, etc.)
- e. Calibración de los equipos necesarios.
- f. Creación de archivos.
- g. Seguimiento del grado de cumplimiento del sistema mediante auditorías internas.
- h. Realizar antes de la siguiente fase una auditoría externa por un consultor.
- i. Tiempo estimado de esta fase de 6 a 12 meses.

Fase 6

- a. Auditoría interna del sistema de calidad, mediante auditores externos o personal interno calificado.
- b. Elección de la empresa que se desea que los certifique.
- c. Formulación de la solicitud.
- d. Oferta para la certificación.
- e. Cuestionario de evaluación preliminar.
- f. Examen de la documentación por parte de la empresa certificadora.
- g. Visita previa para información de las desviaciones, si las hubiera, y acciones correctoras a aplicar.
- h. Auditoría del sistema.
- i. Tiempo estimado de esta fase de 3 a 4 meses.

Fase 7

- a. Informe de la auditoría, y si no existen desviaciones mayores, se hace un plan de acciones correctoras y se emite el certificado.
- b. Obtención del certificado.
- c. Este certificado tiene una validez de 3 años.
- d. Seguimiento con auditorías anuales.

2.2.4 Importancia del aseguramiento de la calidad en la materia prima y producto terminado.

Con el fin de asegurar la calidad de los productos terminados, se debe revisar la calidad de cada una de las materias primas. Solamente se utilizan aquellos proveedores aprobados. Estos proveedores han demostrado su disposición a suministrar un producto que está dentro de las especificaciones aprobadas. Los proveedores también reciben auditorías formales de control de calidad y aseguramiento de la calidad.

Se utilizan procedimientos establecidos en cada una de las materias primas para revisar su calidad al momento de su ingreso. Entre estos procedimientos se encuentra el método de muestreo, la frecuencia de los análisis, los métodos de análisis y los valores de rangos aceptables. Los resultados de estas pruebas se grafican con el fin de seguir las tendencias e identificar los posibles cambio en las propiedades de las materias primas.

Los materiales de cualquier producto son esenciales para la fabricación del mismo, motivo por el cual, si se adquieren materiales de mala calidad, el producto, aunque tenga los mejores procesos productivos, no contará con buenas características de calidad. Los materiales son las piezas más importantes en cualquier sistema de calidad y la adquisición de los mismos tiene que controlarse por medio de herramientas estadísticas de un sistema de calidad para que se pueda garantizar la satisfacción total de cualquier producto

El aseguramiento de la calidad de los productos y servicios en los mercados internos e internacionales es hoy factor decisivo en la subsistencia de las empresas. Los sistemas de aseguramiento de la calidad más antiguos tenían mucho en común y en años recientes los países, más que las empresas, decidieron constituir sus propios modelos de normas para productos y servicios. Cada país, estimuló sus negocios locales para que se utilizaran estos modelos cuando estableció sistemas de aseguramiento de calidad.

La desventaja radicaba que no se podía garantizar que la calidad tal como se definía en un país, se adecuara a los requerimientos del otro. Por dicha causa comenzaron a adoptarse en muchos países modelos de normas similares.

La importancia de la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad radica en que son normas prácticas, no normas académicas. Por su sencillez han permitido su aplicación generalizada sobre todo en pequeñas y medianas empresas. Siendo la calidad hoy uno de los factores esenciales de la competencia en cualquier actividad, se ha generado la necesidad de implementar sistemas normalizados de aseguramiento de la calidad.

2.2.4.1 Especificaciones del producto

El carbonato de calcio es el principal componente de la piedra caliza y se presenta en estado natural en dos formas cristalinas, calcita y aragonita. Los grados de carbonato de calcio micronizado que se utilizan en la industria nacional, varían desde ultrafino (malla 500) hasta grueso (malla 16). El tamaño de la partícula del grado ultrafino, promedia menos de un micrón. Los grados finos promedian de uno a siete micrones con un máximo de 45 micrones.

El límite entre el grado fino y el grueso no está bien definido, pero es aceptado que para grados finos, el 95% pase la malla 325 (44 micrones). Las principales aplicaciones del carbonato de calcio micronizado, son como carga o relleno, o bien, para modificar algunas características del producto final: propiedades mecánicas, propiedades físicas y/o para reducir costos en el producto final mediante la sustitución de productos más caros.

Las funciones de carga o relleno, permiten que los productos terminados presenten características funcionales superiores. Por ejemplo, en papel de escritura, permite una hoja más brillante y más blanca; en la industria del plástico mejora la resistencia al impacto y facilita el procesamiento del plástico.

Un buen producto para el mercado en consecuencia, debe tener, un control adecuado de las especificaciones de tamaño de partícula, blancura y dureza entre otros.

El carbonato de calcio precipitado, se utiliza en aplicaciones que requieren de muy alta pureza y tamaños ultrafinos de partículas. Algunas de las aplicaciones en que se utiliza se encuentran en la industria del papel (papel cigarrillo), como extendedor de esmaltes en la industria de pinturas, y como carga para la formulación de plásticos.

Las rocas carbonáticas son materias primas muy importantes y ampliamente utilizadas en la industria, aunque los sectores de la construcción y de la fabricación de cemento son, generalmente, los principales consumidores. La evaluación estratégica de los recursos y reservas de rocas carbonáticas requiere algo más que una simple evaluación geológica de la misma y debe incluir la determinación de sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas.

Las especificaciones físicas, como la durabilidad y el tamaño, son más importantes si la roca es usada en su forma natural, como agregado en construcción. Las especificaciones químicas son más relevantes si la roca es sometida a procesos como en la producción de cal o cemento. Muchas aplicaciones industriales y agrícolas requieren de ambas especificaciones tanto físicas como químicas. Por ejemplo, como insumo en la fabricación de vidrio tiene que cumplir rígidas especificaciones químicas y una cerrada gradación por tamaño.

Las especificaciones físicas se enfocan en las propiedades naturales de la roca como también en las propiedades impartidas durante su procesamiento.

Las propiedades naturales son intrínsecas, como dureza, composición, textura, color, porosidad y densidad. Las propiedades de la caliza procesada son derivadas de la forma física de gradación de tamaño y como resultado de la trituración, clasificación por mallas, lavado, y clasificación por aire. Obviamente los resultados del procesamiento están directamente relacionados con las características naturales de la roca.

Las especificaciones químicas para rocas de carbonato, generalmente, son para aplicaciones y/o industrias específicas. Resulta importante entender que las propiedades químicas no están necesariamente relacionadas con las propiedades físicas. De todos modos, las especificaciones de la caliza y la dolomita pueden ser desarrolladas de diversas maneras, incluyendo test y evaluaciones sumamente rígidas, acuerdos mutuos entre vendedor y comprador, una práctica común en un área y otros.

También la especificación puede ser para describir una fuente de caliza en particular, como cuando el comprador no está seguro de que componentes son importantes para una aplicación en particular. En estas circunstancias de incertidumbre, las especificaciones finales resultan de varios muestreos de diferentes calizas; la selección se basa en la que mejor funciona.

El carbonato de calcio (CaCO_3) se presenta en formas muy diversas: cáscara de huevo, conchas, perlas, corales, creta, piedra caliza, mármol, estalactitas, estalagmitas siendo su composición química: CO_2 44%, CO 56%.

La clasificación de calizas según el contenido de carbonato de calcio, puede verse en la siguiente tabla.

Tabla II. Clasificación de calizas según el contenido de carbonato de calcio

Categoría	Porcentaje CaCO ₃
Muy alta pureza	>98.5
Alta pureza	97.0 – 98.5
Media pureza	93.5 – 97.0
Baja pureza	85.0 – 93.5
Impura	<85.0

Fuente: Mineralogy and Petrology Group, British Geological Survey

En el siguiente enunciado se presentan en forma resumida los principales productos que se derivan a partir de las calizas o rocas carbonáticas y sus principales aplicaciones. Algunos de los productos derivados de la caliza son los siguientes:

- a. Caliza masiva para roca de aplicación (mármol).
- b. Caliza triturada para uso químico.
- c. Caliza triturada para agregado.
- d. Caliza molida en tamaño grueso a mediano para cargas de bajo valor.
- e. Caliza molida en tamaño grueso a mediano para cargas no funcionales de valor medio.
- f. Caliza molida en tamaño fino a ultrafino para cargas funcionales de valor medio.
- g. Caliza molida en tamaño fino a ultrafino de alto valor.
- h. Caliza calcinada con arcillas para la fabricación de cemento.
- i. Cal quemada.
- j. Cal hidratada.
- k. Cal con CO₂.
- l. Carbonato de calcio precipitado.

2.3 Tipos de datos

Los datos estadísticos que se deben obtener para cualquier control de calidad de manufactura, pueden clasificarse en dos tipos:

- a. Variables o datos continuos: son datos sobre una característica que es medible y puede tomar cualquier valor a lo largo de cierto intervalo, tal como el diámetro de la piedra a ser triturada, expresada en pies.
- b. Atributos o datos discretos: son datos sobre una característica que solo puede tomar ciertos valores precisos que generalmente, se obtienen de calibradores que definen si pasa o no.

De acuerdo con los dos tipos de datos estadísticos se tiene dos tipos de gráficos de control: para mediciones por variables y por atributos. Las gráficas de control por variables o por atributos requieren la selección de muchas muestras de un tamaño relativamente muy pequeño, en lugar de tener que seleccionar muy pocas muestras formadas por un número relativamente grande de unidades.

La recopilación de los datos es una etapa importante, porque, cualquier error o desviación puede ser causa de conclusiones equivocadas, por lo que se debe entrenar, convenientemente, al encargado de recopilar los datos en la empresa procurando que sea siempre la misma persona. Si la forma de evaluar una característica de calidad se varía, los gráficos de control y, especialmente, los límites de control varían necesariamente.

En la siguiente página se presentan los tipos de datos útiles para graficar.

Tabla III. Tipos de datos para graficar

Método o ensayo	Cualidad	Dato obtenido	Tipo de dato
Control de piedra	Color de piedra	Color	Variable
Control proceso	Tiempo trituración	Minutos	Variable
Control de P.T.	Diámetro	Pulgadas	Variable
Control de peso	peso	Quintal	Variable

Fuente: Propuesta de proyecto

2.4 Definición de la población

Es todo conjunto de elementos, finito o infinito, definido por una o más características, de las que gozan todos los elementos que lo componen, y sólo ellos. En muestreo se entiende por población a la totalidad del universo que interesa considerar, y que es necesario que esté bien definido para que se sepa en todo momento que elementos lo componen.

No obstante, cuando se realiza un trabajo puntual, conviene distinguir entre población teórica: conjunto de elementos a los cuales se quiere extrapolar los resultados, y población estudiada: conjunto de elementos accesibles en nuestro estudio. En ocasiones resulta posible estudiar cada uno de los elementos que componen la población, realizándose lo que se denomina un censo, es decir, el estudio de todos los elementos que componen la población.

La realización de un censo no siempre es posible, por diferentes motivos:

- a. economía: el estudio de todos los elementos que componen una población, sobre todo si esta es grande, suele ser un problema costoso en tiempo, dinero, etc.
- b. Que las pruebas a las que hay que someter a los sujetos sean destructivas.

- c. Que la población sea infinita o tan grande que exceda las posibilidades del investigador.

Si la numeración de elementos, se realiza sobre la población accesible o estudiada, y no sobre la población teórica, entonces el proceso recibe el nombre de marco o espacio muestral.

2.5 Teoría de muestreo

El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. El error que se comete debido a hecho de que se obtienen conclusiones sobre cierta realidad a partir de la observación de sólo una parte de ella, se denomina error de muestreo. Obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos.

- a. **Muestra:** conjunto de unidades o elementos de análisis sacados del marco. Los estadísticos emplean la palabra muestra para describir una porción escogida de la población. Matemáticamente, se puede describir muestras y poblaciones al emplear mediciones como la Media, Mediana, la moda, la desviación estándar. Cuando estos términos describen una muestra se denominan estadísticas.
- b. **Unidades de muestreo:** número de elementos de la población, no solapados, que se van a estudiar. Todo miembro de la población pertenecerá a una y sólo una unidad de muestreo.

c. **Unidades de análisis:** objeto o individuo del que hay que obtener la información.

d. **Marco muestral:** lista de unidades o elementos de muestreo.

En todas las ocasiones en que no es posible o conveniente realizar un censo, lo que hacemos es trabajar con una muestra, entendiendo por tal una parte representativa de la población. Para que una muestra sea representativa, y por lo tanto útil, debe de reflejar las similitudes y diferencias encontradas en la población, ejemplificar las características de la misma. Cuando se dice que una muestra es representativa indicamos que reúne aproximadamente las características de la población que son importantes para la investigación

2.5.1 Muestreo probabilístico

Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos que se basan en el principio de equiprobabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño “n” tienen la misma probabilidad de ser elegidas.

Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables.

2.5.2 Muestreo no probalbilístico

A veces, para estudios exploratorios, el muestreo probabilístico resulta excesivamente costoso y se acude a métodos no probabilísticas.

Aún estando conscientes de que no sirven para realizar generalizaciones, pues no se tiene certeza de que la muestra extraída sea representativa, ya que no todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

En general se seleccionan a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando que la muestra sea representativa.

2.5.3 Importancia del procedimiento de muestreo

Muchos son los apartados dentro de la estadística y áreas relacionadas, expuestos a esta problemática. Pero, la importancia del procedimiento de muestreo a la hora de utilizar los conocimientos generados gracias a la mediación de la estadística.

Por otro lado, la extracción de muestras es fundamental para las investigaciones por encuestas y ocurre que éstas dominan el panorama de la investigación social de tal forma que su campo de aplicación no sólo ya es enorme, sino que continúa en expansión. Es más debe verse ya claramente que el muestreo es parte esencial de todo procedimiento científico.

A pesar de la importancia del muestreo en la investigación, existen serias deficiencias en la utilización de las muestras por parte de los investigadores. Existen dos supuestos generalizados que mueven a investigadores de diversas ciencias a descuidar la fase del muestreo en sus estudios.

2.5.4 Tipos de muestreo

Dentro de los métodos de muestreo probabilísticos más utilizados en investigación encontramos los siguientes tipos:

a. Muestreo aleatorio simple

El procedimiento empleado es el siguiente: 1) se asigna un número a cada individuo de la población y 2) a través de algún medio mecánico (bolas dentro de una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generadas con una calculadora u ordenador, etc.) se eligen tantos sujetos como sea necesario. Esto se hace necesario para completar el tamaño de muestra requerido. Este procedimiento, atractivo por su simpleza, no se usa cuando la población que se está manejando es muy grande.

Ejemplo:

Se enumera a los empleados del 100 al 150, se selecciona al azar 10 números colocados dentro de una caja, de esta forma todos los empleados tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

b. Muestreo estratificado

Trata de obviar las dificultades que presentan los anteriores ya que simplifican los procesos y suelen reducir el error muestral para un tamaño dado de la muestra. Consiste en considerar categorías típicas diferentes entre sí (estratos) que poseen gran homogeneidad respecto a alguna característica (se puede estratificar, por ejemplo, según la profesión, el municipio de residencia, el sexo, el estado civil, etc.). Lo que se pretende con este tipo de muestreo es asegurar de que todos los estratos de interés estarán representados adecuadamente en la muestra.

Cada estrato funciona independientemente, pudiendo aplicarse dentro de ellos el muestreo aleatorio simple o el estratificado para elegir los elementos concretos que formarán parte de la muestra.

En ocasiones las dificultades que plantean son demasiado grandes, pues exige un conocimiento detallado de la población (tamaño geográfico, sexos, edades, entre otros).

Ejemplo:

Una empresa tiene tres departamentos, cada uno con un número similar de empleados, tomando como base el caso anterior, en vez de seleccionar 10 empleados en total se seleccionarán 10 empleados de cada departamento, de esta forma todos los empleados tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

c. Muestreo sistemático

Este procedimiento exige, como el anterior, numerar todos los elementos de la población, pero en lugar de extraer “n” números aleatorios sólo se extrae uno. Se parte de ese número aleatorio “i”, que es un número elegido al azar, y los elementos que integran la muestra son los que ocupa los lugares $i, i+k, i+2k, i+3k, \dots, i+(n-1)k$, es decir se toman los individuos de k en k , siendo k el resultado de dividir el tamaño de la población entre el tamaño de la muestra: $k=N/n$. El número “i” que se emplea como punto de partida será un número al azar entre 1 y k .

El riesgo este tipo de muestreo está en los casos en que se dan periodicidades en la población ya que al elegir a los miembros de la muestra con una periodicidad constante (k) podemos introducir una homogeneidad que no se da en la población. Imaginemos que estamos seleccionando una muestra sobre listas de 10 individuos en los que los 5 primeros son varones y los 5 últimos mujeres, si empleamos un muestreo aleatorio sistemático con $k=10$ siempre se seleccionará o sólo hombres o sólo mujeres, no podría haber una representación de los dos sexos.

Ejemplo:

Una máquina embolsa 400 sacos de harina al día, se desea verificar el peso correcto, para este caso se aplicará el método sistemático.

Este método consiste en seleccionar 5 bolsas a cada media hora durante las 8 horas de trabajo, con este método se tiene una muestra de todo el día.

d. Muestreo polietápico o por conglomerados

Los métodos presentados hasta ahora están pensados para seleccionar directamente los elementos de la población, es decir, que las unidades muestrales son los elementos de la población. En el muestreo por conglomerados la unidad muestral es un grupo de elementos de la población que forman una unidad, a la que llamamos conglomerado. Las unidades hospitalarias, los departamentos universitarios, una caja de determinado producto, etc., son conglomerados naturales.

En otras ocasiones se pueden utilizar conglomerados no naturales como, por ejemplo, las urnas electorales. Cuando los conglomerados son áreas geográficas suele hablarse de "muestreo por áreas". El muestreo por conglomerados consiste en seleccionar aleatoriamente un cierto número de conglomerados (el necesario para alcanzar el tamaño muestral establecido) y en investigar después todos los elementos pertenecientes a los conglomerados elegidos.

Ejemplo

Un inspector desea investigar el peso de paquetes empacados que se encuentran dentro de una caja. Cada caja contiene 16 paquetes, por lo que cada caja puede verse como un conglomerado. Para ello seleccionará 4 cajas y pesa los 16 paquetes de cada una, haciendo una muestra de 64 paquetes.

El siguiente cuadro escribe las y los inconvenientes de los distintos tipos de muestreo probabilístico.

Tabla IV. Ventajas y desventajas de los distintos tipos de muestreo Probabilístico

Tipos	Característica	Ventajas	Inconvenientes
Aleatorio simple	Se selecciona una muestra de tamaño n de una población de N unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida de n/N	Sencillo y de fácil comprensión. Cálculo rápido de medias y varianzas. Se basa en la teoría estadística, y por tanto existen paquetes informáticos para analizar los datos	Requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población. Cuando se trabaja con muestras pequeñas es posible que no represente a la población adecuadamente.
Sistemático	Conseguir un listado de los N elementos de la población Determinar tamaño muestral n . Definir un intervalo $k = N/n$. Elegir un número aleatorio, r , entre 1 y k ($r =$ arranque aleatorio). Seleccionar los elementos de la lista.	Fácil de aplicar. No siempre es necesario tener un listado de toda la población. Cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia conocida, asegura una cobertura de unidades de todos los tipos.	Si la constante de muestreo está asociada con el fenómeno de interés, las estimaciones obtenidas a partir de la muestra pueden contener sesgo de selección

Continuación

Estratificado	En ciertas ocasiones resultará conveniente estratificar la muestra según ciertas variables de interés. Para ello debemos conocer la composición estratificada de la población objetivo a hacer un muestreo. Una vez calculado el tamaño muestral apropiado, este se reparte de manera proporcional entre los distintos estratos definidos en la población usando una simple regla de tres.	Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de unas variables seleccionadas. Se obtienen estimaciones más precisa Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo que a la o las variables estratificadoras se refiere	Se ha de conocer la distribución en la población de las variables utilizadas para la estratificación.
Conglomerados	Se realizan varias fases de muestreo sucesivas (polietápico) La necesidad de listados de las unidades de una etapa se limita a aquellas unidades de muestreo seleccionadas en la etapa anterior.	Es muy eficiente cuando la población es muy grande y dispersa. No es preciso tener un listado de toda la población, sólo de las unidades primarias de muestreo.	El error estándar es mayor que en el muestreo aleatorio simple o estratificado. El cálculo del error estándar es complejo

Fuente: Control estadístico de calidad.1980.E. Grant y R. S. Leavenworth. Ed. Cecsca.

2.5.5 Selección del tamaño de la muestra

Partiendo de la importancia que tiene para cualquier profesional e investigador conocer varios conceptos importantes de la estadística para poder desarrollar exitosamente una investigación de cualquier índole, una solución a este problema consiste en medir solo una parte de la población que se llama muestra y tomar el peso medio en la muestra como una aproximación del verdadero valor del peso medio de la población.

El tamaño de la población es la cantidad de elementos de esta y el tamaño de la muestra es la cantidad de elementos de la muestra. Las poblaciones pueden ser finitas e infinitas. Los datos obtenidos de una población pueden contener toda la información que se desee de ella.

De lo que se trata es de extraerle esa información a la muestra, es decir a los datos muestrales sacarle toda la información de la población.

La selección de la muestra debe obtener toda la información deseada para tener la posibilidad de extraerla, esto sólo se puede lograr con una buena selección de la muestra y un trabajo muy cuidadosos y de alta calidad en la recogida de los datos.

Es bueno señalar que en un momento una población puede ser muestra en una investigación y una muestra puede ser población, esto esta dado por el objetivo de la investigación

Se debe escoger muestras homogéneas como sea posible, para que cada una de ellas refleje las causas comunes o asignables que puedan estar presentes en ese momento.

2.6 Supervisión de la calidad mediante gráficas o diagramas

Se utilizan ampliamente siete herramientas sencillas de control de calidad, para supervisar la calidad. Son fundamentales en el Kaizen y en el método de mejoramiento de Juran. Dichas herramientas también se ajustan muy bien al proceso creativo de solución de problemas:

a. Hoja de verificación

El uso de esta hoja de verificación en la producción es sencillo y el personal las puede interpretar con facilidad. Esta hoja se puede ampliar para incluir tiempos, de manera que se puedan vigilar y analizar los datos a través del tiempo y encontrar tendencias, patrones, si los hay. A continuación se presenta ejemplo de una hoja de verificación.

Tabla V. Hoja de verificación

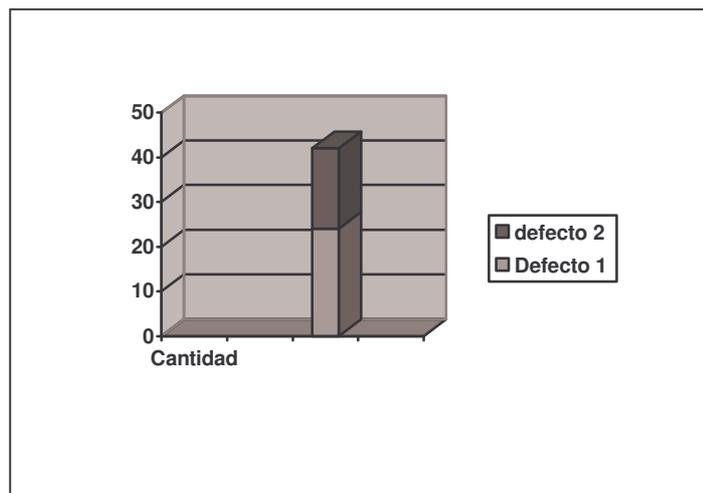
Tipo de defecto	Verificación	Total
Color inadecuado	liiii iiii iiii iiii iiii	24
Tamaño inadecuado	liiii iiii iiii iii	18
Total rechazados		42

FUENTE: Probabilidad y estadística, pagina 54.

b. Diagrama de Pareto

Este diagrama nos ayuda a analizar los datos que reunimos en la hoja de verificación. Esta ayuda visual muestra claramente la magnitud relativa de los defectos y se puede usar para identificar oportunidades de mejora. Determina que los defectos fuera de especificación son los que abarcan un 80% causado por el 20% de problemas. La gráfica muestra como dos características suman 42 veces los errores.

Figura 2. Diagrama de Pareto

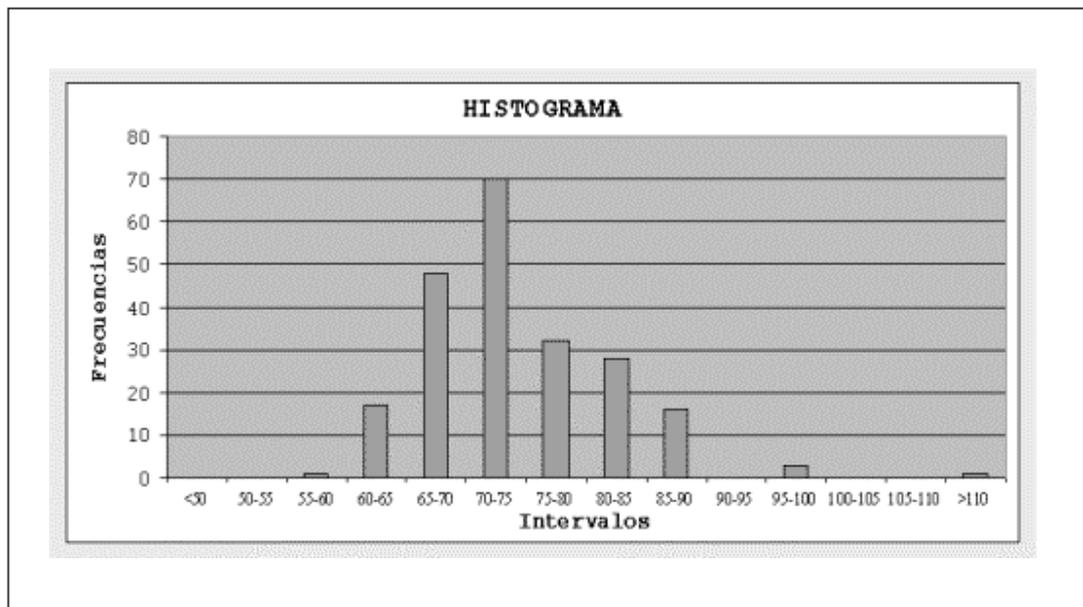


FUENTE: Administración de operaciones, página 324.

c. Histograma

Casi siempre existe variación en el proceso de fabricación, y por lo general, presenta determinado comportamiento. Este patrón se puede presentar en forma de histograma. Muestra la frecuencia o número de observaciones de cada defecto de fabricación. En la gráfica se observa el comportamiento de la frecuencia de defectuosos.

Figura 3. Histograma de Person

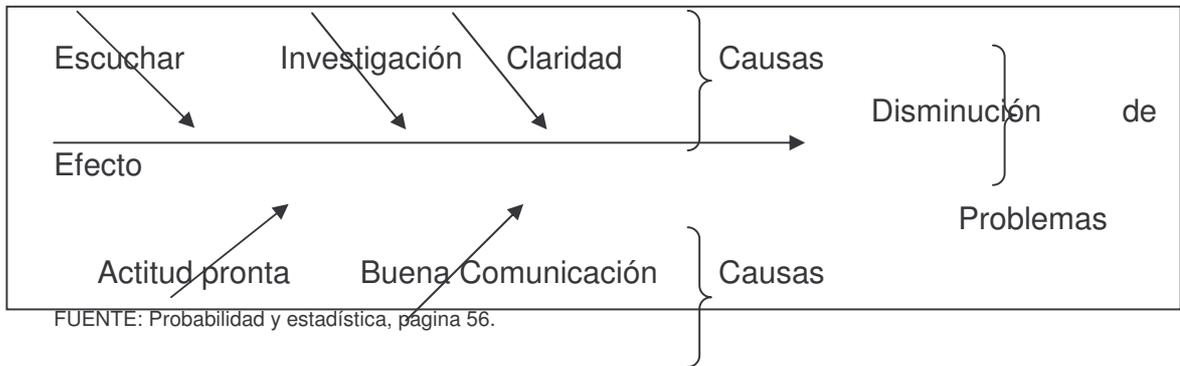


FUENTE: Probabilidad y estadística, pagina 55.

d. Diagrama de causa y efecto

Permite analizar solo uno de los defectos que se está estudiando. Es coherente hacer un diagrama causa-efecto del defecto fuera de especificaciones del proceso de fabricación. Así se investiga todas aquellas causas y subcausas que están contribuyendo a esta característica de calidad. En la gráfica se observa que para un efecto hay varias causas.

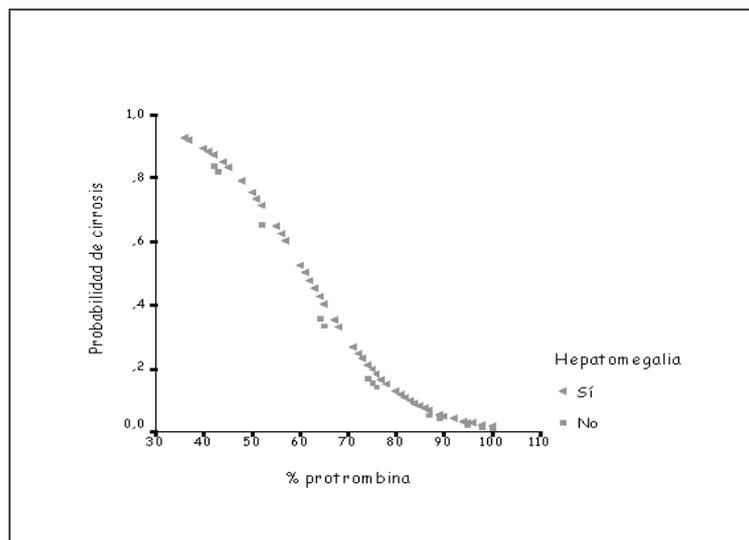
Figura 4. Diagrama de causas y efecto



e. Diagrama de dispersión

Permite analizar el problema entre dos variables, es decir investiga la causa y el efecto, como variables X-Y de determinada característica de calidad. En la gráfica se puede observar como una causa provoca un efecto. En este caso se ve como un aumento en la protrombina (X), tiene como efecto una probabilidad de cirrosis (Y).

Figura 5. Diagrama de dispersión



FUENTE: Probabilidad y estadística, página 102.

c. Estratificación

Como complemento a los diagramas de dispersión y con el objeto de organizar la información vital de un diagrama causa-efecto, se utiliza este procedimiento, que consiste en distinguir los diferentes estratos de donde proviene la información. En la gráfica se observa que existen dos diferentes estratos de donde proviene la información.

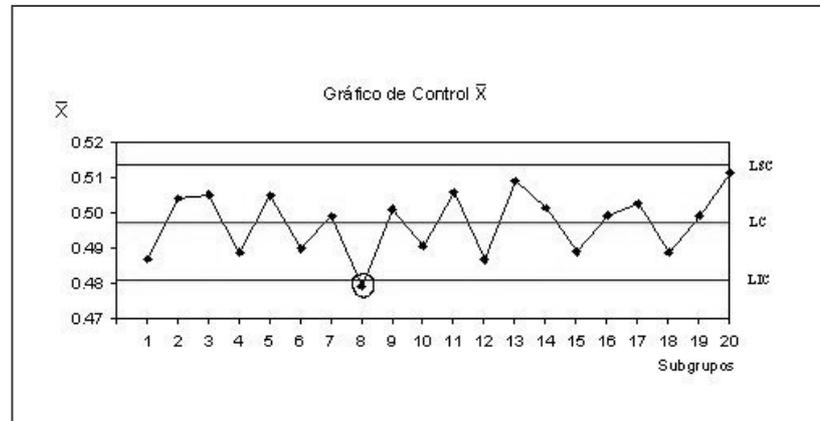
Tabal VI. Datos estratificados

Tipos de defecto	Bodega 1	Bodega 2	Total
Color inadecuado	iii	ii	5
Tamaño inadecuado	ii	i	3
Total			8

FUENTE: Calidad total y productividad, página 92.

d. Gráfico de control: El grafico de control será una herramienta muy importante para asegurar que el proceso de producción se mantenga bajo control. Esta carta de control representa el estado de control del proceso. En la gráfica de la siguiente página se observa como los puntos no salen de los límites establecidos, a excepción de un punto que está en círculo.

Figura 6. Gráfico de control



FUENTE: Probabilidad y estadística, pagina 60.

2.6.1 Tipos de gráficos de control

Actualmente, todas las empresas modernas saben que lograr un buen nivel de calidad es fundamental para el éxito de su gestión. La obtención de este objetivo, no solo es importante desde el punto de vista de la competencia, sino también para la satisfacción de las necesidades humanas.

Estas necesidades humanas evolucionan constantemente, hay cada día mayor demanda de mejor precisión, más exactitud, intercambiabilidad, confort, etc. y lo que hoy acepta el consumidor, mañana puede rechazarlo, pues esta demanda de la cual se está hablando, se perfecciona cada día, y toda empresa que no se adapta a este movimiento continuo corre el riesgo de quedar desplazada a corto plazo.

La herramienta fundamental del control de calidad interno es el gráfico de control, ahora que fundamentalmente consisten en graficar, en una escala adecuada, los valores obtenidos para determinados análisis, trabajando sobre una misma muestra a través del tiempo. Esta muestra, que debe ser la misma durante un período razonable de tiempo, se denomina muestra de control.

La graficación de dichos valores, permite visualizar en forma rápida, el comportamiento del proceso analítico día a día. Es posible, además, fijar límites de variabilidad permisibles. La utilidad de este gráfico se completa con el tratamiento estadístico de los datos a fin de cuantificar la exactitud y la precisión. Existen dos tipos de gráficos de control: para variables y para atributos.

2.6.1.1 Gráficos de control por variables

Son de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición para medir: pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad entre otras. Las más usuales son:

- a. X (de promedios)
- b. R (de rangos)
- c. S (de desviación estándar)
- d. X (de medias individuales)

Estas formas distintas se debe al tipo de variable que se grafica que puede ser un promedio o un rango, por medio del cual se tratará de controlar una característica importante de un producto o un proceso.

2.6.1.2 Gráficos de control por atributos

Los datos de atributos solo asumen dos valores: bueno o malo. Con frecuencia los atributos no se pueden medir, pero se pueden contar, son fáciles de recopilar mediante inspección visual y necesitan muestras grandes para obtener resultados estadísticos válidos. Existen varios tipos de gráficos por atributos, y las más usadas son:

- a. **Grafico p:** Fracción defectuosa por no cumplir con las especificaciones, se puede aplicar a una docena o a una centena.

Ejemplo:

Con una muestra $n = 300$ y con $p = 0.0362$, se procede a calcular los límites

$$p \pm 3 * \text{raíz cuadrada } (p * (1-p)/300)$$

$$LS = 0.0362 + 3 * \text{raíz cuadrada } (0.0362 * (1-0.0362)/300) = 0.0686$$

$$LC = 0.0362$$

$$LI = 0.0362 - 3 * \text{raíz cuadrada } ((0.0362 * (1-0.0362)/300) = 0.00386$$

La proporción de piezas defectuosas en una muestra de 300, oscilan entre 0.0686 y 0.00386.

- b. **Gráfico np:** Se utiliza para determinar el número defectuosos en una muestra constante, solamente requiere un conteo.

Ejemplo:

Con $n = 120$, Lotes = 20, Total de defectuosos = 183

n = número de piezas a examinar

$$p = 183 / (120 * 20) = 0.076$$

$$np \pm 3 * \text{raíz cuadrada } (np (1-p))$$

$$LS = 120*0.076 + 3 * \text{raíz cuadrada } (120 * 0.076 (1 - 0.076)) = 17.87$$

$$LC = 120 * 0.076 = 9.15$$

$$LI = 120*0.076 - 3 * \text{raíz cuadrada } (120 * 0.076 (1 - 0.076)) = 0.428$$

El número de defectuosos en la muestra de 120 oscila entre 0.43 y 18 piezas.

- c. **Gráfico c:** Controla en número total de defectos por unidad, se utiliza para la eficacia de un programa de calidad.

Ejemplo:

Sumatoria de defectos = 86

Total de horas = 18

$$c = 86 / 18 = 4.78$$

$$c \pm 3 * \text{raíz cuadrada } c$$

$$LS = 4.78 + 3 * \text{raíz cuadrada } (4.78) = 11.34$$

$$LC = 4.78$$

$$L I = 4.78 - 3 * \text{raíz cuadrada } (4.78) = - 1.78$$

No pueden existir defectos negativos, entonces el L I = 0

Los defectos deben de oscilar entre 0 y 11 piezas en 18 horas.

- d. **Gráfico u:** Controla el número de defectos por unidad de medida, se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante

Ejemplo:

Número de defectos = 549. Sumatoria de muestras = 525. Lote = 24

$$n = 525 / 24 = 21.875. \quad U = 549 / 525 = 1.04$$

$$u \pm 3 * \text{raíz cuadrada } (u / n)$$

$$LS = 1.04 + 3 * \text{raíz cuadrada } (1.04 / 21.875) = 1.69$$

$$LC = 1.04$$

$$L I = 1.04 - 3 * \text{raíz cuadrada } (1.04 / 21.875) = 0.38$$

Se espera que los defectos en una muestra de 22 piezas oscile entre 0 a 2 piezas defectuosas.

2.6.2 Límites de control

La ubicación de los límites de control en un gráfico es un aspecto fundamental, ya que si estos se ubican demasiado alejados de la línea central entonces, será más difícil detectar los cambios en el proceso. Para calcular los límites de control se debe proceder de tal forma que, bajo condiciones de control estadístico, la variable que se gráfica tenga una alta probabilidad de caer dentro de tales límites.

La forma más sencilla y usual se obtiene a partir de la relación entre la media y la desviación estándar de una variable, que para el caso de una variable con distribución normal con media \bar{X} y desviación estándar S , y bajo las condiciones de control estadístico se tiene que entre $\bar{X} - 3S$ & $\bar{X} + 3S$ se encuentra 99.73 % de los posibles valores que toma tal variable.

Los límites de control central, superior e inferior quedan de la siguiente manera:

$$LCS = \bar{X} + 3S$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LCI = \bar{X} - 3S$$

LCS = Límite central superior

LC = Límite central

LCI = Límite central inferior

\bar{X} = Media

S = Desviación estándar

Con estos límites, y bajo condiciones de control estadístico, se tendrá un a alta probabilidad de que los valores de \bar{X} estén dentro de ellos.

Ejemplo:

- a. Se selecciona la característica que se desea controlar: Peso
- b. Se toma los datos con una frecuencia razonable: en este caso se tomarán 20 sacos, y se harán 9 inspecciones al día, es decir 9 subgrupos
- c. Cálculo de la media y amplitud de cada subgrupo
- d. Determinar la gran media y rango medio: la suma de las medias de los subgrupos es igual a 896.37, por lo que la gran media es: $\bar{X} = 896.37/9 = 99.59$
- e. La suma de las amplitudes $R = 27$, por lo que el rango medio es: $\bar{R} = 27/9 = 3$
- f. Cálculo de los límites de control:

Para media: $\bar{X} \pm A_2 \bar{R}$

Para rangos $LI = \bar{X} - A_3 \bar{R}$

$$LC = \bar{X}$$

$$LS = \bar{X} + A_3 \bar{R}$$

De acuerdo con la tabla A que se encuentra en el anexo, para $A = 0.729$ y $D = 2.282$

Con los datos obtenidos se calcula los límites:

$$LI = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 99.59 - (0.729 * 3) = 99.25$$

$$LC = 99.59$$

$$LS = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 99.59 + (0.729 * 3) = 101.75$$

Conclusión: Todos los sacos deben tener entre 99.25 lb. y 101.75 Lb.

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se analiza el producto, proceso y los factores que intervienen para poder dar un diagnóstico de la situación actual.

3.1 Producto

El producto que actualmente se produce se conoce como carbonato de calcio o polvo de mármol. El carbonato de calcio tiene una amplia gama de aplicaciones en diferentes procesos productivos como complemento de materia prima. Se puede presentar al mercado en diferentes tamaños de mallas que oscilan en la siguiente clasificación: En la siguiente tabla se describe el uso del carbonato de calcio en la industria.

Tabla VII. Usos del carbonato de calcio en la industria

Mesh	Descripción	Utilización
6	Grano grueso	Alimento para aves de corral
8	Grano fino	Alimento para aves y vehículo para vitaminar concentrados
20	Polvo grueso	Fabricación de vitaminas para aves y ganado revestimiento plástico
22	Polvo fino	Fabricación de cubos de sal vitaminados para ganado bovino, vacuno y equino, cernido plástico.
100	Extrafino	Insumo básico para pastas dentales
200	Calcio 200	Fabricación de mastic. Revestimiento plástico. Mezcla para mejoramiento de la acidez de la tierra
325	Calcio 325	Industria de vidrio, filtración de aceites. Elaboración de pisos cerámicos, ceras industriales, revestimiento plástico, pinturas industriales.
400	Calcio 400	Industria de PVC, pinturas industriales con altas especificaciones de calidad.

Continuación

500	Calcio 500	Pinturas especiales, industria panificadora. Productos de consumo humano, revestimiento de tableros.
-----	------------	---

FUENTE: Mineralogy and Petrology Group, British Geological Survey

Si existiera un excedente de cualquier producto, este puede utilizarse sin ningún inconveniente en la molienda de cal dolomítica para uso de fertilizantes en las llamadas tierras ácidas, ya que este compuesto puede utilizar el carbonato de calcio indistintamente de su tamizaje. De aquí puede notarse la versatilidad del producto y las varias y maravillosas posibilidades de su uso en la industria, la agricultura y el comercio.

Los minerales son sustancias inorgánicas formadas por procesos naturales en la corteza terrestre y que se caracteriza por poseer propiedades físicas constantes y una constitución química definida. Una definición práctica es que un mineral, es el que está formado por elementos. La mayor parte de los minerales tienen una composición física definida (estructura cristalina), es decir, que están formados por un grupo de átomos que se repiten regularmente en tres dimensiones, al contrario de las sustancias amorfas como el vidrio, donde los átomos están expuestos al azar.

En este caso particular la materia prima a utilizar es el compuesto carbonato de calcio (CaCO_3), que se extrae generalmente de la caliza, la cual es una roca sedimentaria, de formación relativamente reciente en comparación con otros tipos de rocas. La caliza es un material fundamentalmente organógeno y por consiguiente, se ha desarrollado paralelamente a la evolución biológica desde la aparición de la vida en la tierra.

Así puede apreciarse como las calizas más antiguas aparecen en el planeta desde hace unos dos mil millones de años y se desarrollan ampliamente con la formación de los primeros arrecifes coralinos.

La roca caliza está formada en proporciones variables de varios componentes químicos, siendo los dos mayores los carbonatos de calcio y magnesio. Las impurezas principales son sílice y alúmina, óxido de hierro, sulfato, fósforo, potasio y sodio.

El carbonato de Calcio (CaCO_3) es muy abundante en la naturaleza; se presenta en masas compactas más o menos puras (piedras de construcción, piedras de cal, creta, mármol). Todas las variedades naturales de carbonato cálcico reciben el nombre de caliza. Dentro de sus propiedades se encuentra la insolubilidad en el agua pura, ya que se disuelve ligeramente en las aguas que contiene anhídrido carbónico disuelto.

El producto también varía de acuerdo con el color:

- a. Verde
- b. Blanco
- c. Negro
- d. Nicoya
- e. Café

Colores que dependen de las vetas naturales del mármol. Los mencionados anteriormente son los más comerciales.

3.1.1 Descripción del proceso

El proceso de producción del carbonato de calcio se encuentra dentro de los sistemas de producción de flujo continuo.

Es decir, sistemas con elementos estandarizados en lo relativo a vías y flujo, porque también están estandarizados los insumos. En consecuencia puede adoptar un conjunto y una secuencia de procesos estandarizados.

El proceso de pulverización de minerales no metálicos, especialmente el carbonato de calcio o polvo de mármol, puede describirse de la siguiente forma: el carbonato de calcio extraído de las rocas carbonáticas puede presentarse en tamaños relativamente grandes (varían entre 5 a 100 pulgadas) por lo tanto, necesitan sufrir una reducción de tamaño mediante lo que se conoce como trituración primaria.

En esta operación las rocas se introducen en una trituradora de quijadas que se encarga de reducir el tamaño entre tres y cinco pulgadas, para luego ser trasladada mediante bandas transportadoras hacia un molino de martillos en el cual sufrirá una molienda mucho más intensiva y es conocida como trituración secundaria.

En este proceso puede obtenerse un polvo grueso (mesh 6 a 8 aproximadamente). Inmediatamente el material es trasladado por gravedad a las zarandas o cernidores vibratorios los cuales se encargan de filtrar el polvo por medio de mallas. Estos cernidores producen un polvo más fino dependiendo de la cantidad y el tamaño de apertura de las mallas lográndose un rango de aproximadamente en mesh 20 a 100.

De aquí en adelante si el polvo o el grano no atraviesan las mallas de los cernidores y las zarandas existe un sistema cerrado, en el cual es producto retorna mediante un elevador de cubetas o cangilones, el cual lo recoge y lo devuelve al molino de martillos donde se reprocessará.

De esta forma los pedazos de roca que no logran pasar las mallas y las basuras o impurezas que pudieron filtrarse en el trayecto hacia el molino de martillos quedan atrapadas en las mallas de los cernidores evitando así problemas de contaminación.

De este punto en adelante el material puede tomar dos rutas: la primera es trasladado por medio de un tornillo sinfín hacia un elevador de cangilones, el cual puede depositarlo en sitios de almacenamiento y trasladarlo hacia el sitio de alimentación del molino de bolas. Esta bifurcación se realiza en la parte superior de la instalación mediante una compuerta que regula el paso del producto.

Ya en el silo de la alimentación del molino de bolas el material es desplazado hacia adentro del molino de bolas mediante un sistema de alimentación variable regulado por el operador del molino. Cuando el material ingresa al molino se produce la pulverización más intensiva, ya que las bolas de acero de diferentes diámetros que se encuentran distribuidas en los rieles interiores del molino pulverizan el material por fricción, por la caída libre de las pesadas bolas sobre el producto y por último por la colisión de las mismas.

Cuando ha experimentado el trabajo de molienda es trasladado hacia un separador o clasificador, que accionado por un ventilador, envía el material molido hacia este elemento que se encarga de producir la separación de las partículas de polvo al tamaño esperado. Esto se lleva a cabo mediante las aletas de separación que son las que determinan por un flujo de aire, el paso del material de menor tamaño y dejarlas pasar hacia la parte inferior del separador (las medidas pueden variar entre 100 y 500 mesh, dependiendo de la cantidad y la longitud de separación de las aletas).

Aquí el material que no alcanza el tamaño deseado recircula en otro circuito cerrado de vuelta al molino de bolas para continuar con el proceso de molienda. El producto aceptado por el separador es llevado por una tubería ya trasladado hacia los silos de almacenamiento mediante un elevador de cubetas para su posterior empaque. Ya en el área de empaque es trasladado en tarimas hacia la bodega de producto terminado.

3.1.2 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo conocido también como el diagrama de proceso, analiza todas las operaciones, revisiones o inspecciones, transportes y almacenamientos que sufre el carbonato de calcio dentro del proceso de producción registrando con detalle las actividades de uno o varios operario, en forma secuencial presenta una panorámica visual-gráfica de lo que ocurre con el producto en determinado momento, su utilidad primordial es encontrar los puntos en los cuales se pierde tiempo y así minimizar costos de producción que generalmente permanecen ocultos. A continuación se hace una descripción de cada proceso.

Tabla VIII. Descripción del proceso del carbonato de calcio

Proceso	Descripción
Extracción del de la piedra caliza	Con maquinaria especial la piedra caliza es extraída del yacimiento
Acarreo de piedra caliza del yacimiento.	Esta actividad se realiza con camiones de volteo, para la bodega de materia prima
Almacenamiento de la materia prima.	Dentro de la bodega y en donde se cuenta con el inventario para hacer frente a los compromisos de producción.

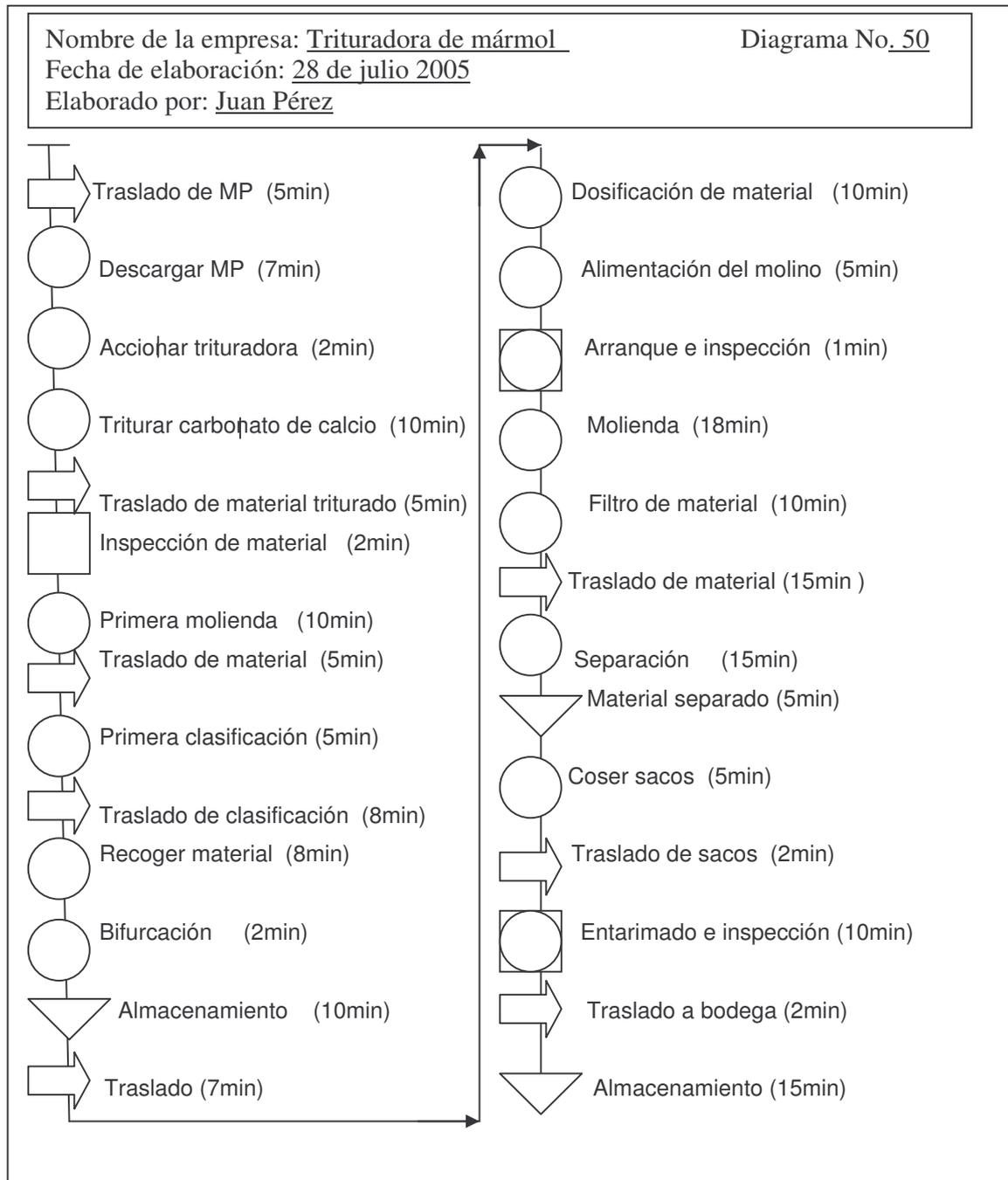
Continuación

Trituración de la piedra	Las piedras que han sido explotadas en el yacimiento se ajustan hasta un tamaño promedio de 25 pulgadas antes de introducirse dentro de la trituradora, de donde se obtiene un tamaño de piedra de 3 pulgadas en promedio. La trituradora está operada por un motor eléctrico.
Selección de material para molienda	El producto que sale de la trituradora, se selecciona visual y manualmente, para retirar de la carga al molino, aquellas piedras con impurezas o con presencia evidente de metales.
Molienda/pulverización	Se puede considerar la operación medular del proceso y es donde mediante un molino, generalmente de martillos, se realiza la molienda de la piedra hasta alcanzar un tamaño de partícula de malla 325. El molino se opera mediante un motor eléctrico de alto caballaje.
Tolva de producto terminado.	El carbonato de calcio molido y ajustado al mallaje estipulado, se introduce en esta tolva para proceder a su empaclado y enviarse posteriormente al almacén de producto terminado.
Envasado	En la parte inferior de la tolva se acercan los sacos para su llenado.
Almacenaje	Los sacos de CaCO ₃ micronizado, se envían al almacén de producto terminado en donde son deseables tiempos cortos de estancia (no más de 7 días)

FUENTE: Proceso de la empresa

A continuación se describe el diagrama de flujo del proceso de producción

Figura 7. Diagrama de flujo



FUENTE: Proceso de producción

Figura 8. Resumen de diagrama de flujo

Resumen	Símbolo	Número	Tiempo (min.)
Operaciones		13	107
Inspecciones		1	2
Almacenajes		3	30
Transportes		8	49
Demoras		0	0
Combinada		2	11
Totales		27	199

3.1.3 Maquinaria

La maquinaria y equipo que se utilizan en este proceso son diferentes se puede mencionar algunas y su descripción:

Tabla IX. Descripción de la maquinaria

Maquinaria	Descripción
De impacto de eje vertical	Transforman la roca en áridos de alta calidad, mejorando la forma y tamaño del material. La trituración es roca contra roca.
De impacto de barras de 3 etapas	Reciben el material salido del banco en tolvas de apertura gruesa y producen material grande.

Continuación

De quijada	Con una razón de reducción de 6 a 1, el diseño de esta máquina permite la trituración a compresión de virtualmente cualquier material, hasta los mas duros y abrasivos, con un ritmo de producción continuo y redituable, y con bajos costos de mantenimiento.
De quijada y rodos	Cuando se requiere un tamaño especial de producto, la trituradora de rodos puede ser la herramienta correcta. Esta maquinaria del tipo a compresión produce mas producto uniforme que cualquier otra trituradora.
De quijada y trompo	Las trituradoras de trompo tienen la función de producir materiales finos y uniformes
De quijada y martillo	Esta máquina esta enfocada a la producción de arenas, y se cataloga como un molino terciario. El diseño de esta máquina permite tener una alta relación de reducción, 26 a 1.

FUENTE: Archivo de la empresa

Además se encuentra la siguiente maquinaria:

- a. Una trituradora marca ALLIS CHALMERS CO. Que consta de:
 - i. Juego de quijadas de impacto con 28,800 PSI
 - ii. Volantes de 48" de diámetro con 600 RPM
 - iii. Motor de 10 HP., de 1700 RPM de 220 voltios
 - iv. Faja de 4" de ancho
- b. Dimensiones de la trituradora:
 - i. Ancho mide 3 pies con 3"

- ii. Alto 2 pies con 1”
- iii. Entrada original de 12”
- iv. Con movimiento excéntrico
- v. Una zaranda que clasifica los diferentes granos que consta de :
 - i. Torre de 8 pies y 2 pulgadas que sostiene el motor de 3 HP de 680 RPM, de 220 voltios.
 - ii. Faja en V
 - iii. Cilindro de 3 tamices de diferente diámetro para obtener los diferentes diámetros de grano (granito o mármol).

3.1.4 Especificaciones del producto terminado

El producto terminado presenta características funcionales superiores. Por ejemplo, en papel de escritura, permite una hoja más brillante y más blanca; en la industria del plástico mejora la resistencia al impacto y facilita el procesamiento del plástico. El producto para el mercado en consecuencia, tiene entre otros, un control adecuado de las especificaciones de tamaño de partícula, blancura y dureza.

El carbonato de calcio precipitado por otro lado, se utiliza en aplicaciones que requieren de muy alta pureza y tamaños ultrafinos de partículas. Algunas de las aplicaciones en que se utiliza se encuentran en la industria del papel (papel cigarrillo), como extendedor de esmaltes en la industria de pinturas, y como carga para la formulación de plásticos.

Las rocas carbonáticas son materias primas muy importantes y ampliamente utilizadas en la industria, aunque los sectores de la construcción y de la fabricación de cemento son, generalmente, los principales consumidores.

La evaluación estratégica de los recursos y reservas de rocas carbonáticas requiere algo más que una simple evaluación geológica de la misma y debe incluir la determinación de sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas.

Las especificaciones físicas, como la durabilidad y gradación por tamaño, son más importantes si la roca es usada en su forma natural, como agregado en construcción. Las especificaciones químicas son más relevantes si la roca será sometida a procesos como en la producción de cal o cemento. Muchas aplicaciones industriales y agrícolas requieren de ambas especificaciones tanto físicas como químicas. Por ejemplo, como insumo en la fabricación de vidrio tiene que cumplir rígidas especificaciones químicas y una cerrada gradación por tamaño.

Las especificaciones físicas se enfocan en las propiedades naturales de la roca como también en las propiedades impartidas durante su procesamiento. Las propiedades naturales son intrínsecas, como dureza, composición, textura, color, porosidad y densidad; las propiedades de la caliza procesada son derivadas de la forma física de gradación de tamaño y como resultado de la trituración, clasificación por mallas, lavado, y clasificación por aire.

Obviamente los resultados del procesamiento están directamente relacionados con las características naturales de la roca. Las especificaciones químicas para rocas de carbonato, generalmente, son para aplicaciones y/o industrias específicas. Resulta importante entender que las propiedades químicas no están necesariamente relacionadas con las propiedades físicas. De todos modos, las especificaciones de la caliza y la dolomita pueden ser desarrolladas de diversas maneras, incluyendo test y evaluaciones sumamente rígidas, acuerdos mutuos entre vendedor y comprador.

También la especificación puede ser para describir una fuente de caliza en particular, como cuando el comprador no está seguro de que componentes son importantes para una aplicación en particular.

En estas circunstancias de incertidumbre, las especificaciones finales resultan de varios muestreos de diferentes calizas; la selección se basa en la que mejor funciona. El carbonato de calcio (CaCO_3) se presenta en formas muy diversas: cáscara de huevo, conchas, perlas, corales, creta, piedra caliza, mármol, estalactitas, estalagmitas siendo su composición química: CO_2 44%, CO 56.

3.2 Calidad de la materia prima para obtener un producto de calidad

El fabricante tiene la responsabilidad de proporcionar a sus clientes productos seguros, es decir tiene la obligación de poder compensar cualquier lesión o daño que pueda causar su producto. Una manera de asegurar que el producto sea adecuado para el uso o que, al fallar este, el usuario pueda recibir algún tipo de compensación, es ofrecer una garantía.

Esta garantía constituye un sistema que puede reducir costos del usuario debidos a la baja calidad. Dicha garantía solamente se puede ofrecer si las materias primas son de alta calidad. Si se produce con materias primas de alta calidad, se obtienen, entre muchos, los siguientes beneficios:

- a. Se reduce el tiempo que se utiliza para la producción cuando es mala la calidad de la materia prima, ya que si la materia prima no es adecuado tendrá consecuencias serias.

- b. El número de piezas defectuosas se reduce si se adquiere materia prima de alta calidad, pues en el mercado nacional existen la comercializan del mismo producto y lo hacen a menor costo, pero con una calidad inferior a la que el cliente espera del producto.

Los aspectos mencionados con anterioridad fueron tomados en cuenta con el proceso productivo, pues cuando el producto llega al cliente y este lo devuelve por la mala calidad de la materia prima que se usó para su elaboración, produce costos por devolución, costos de garantía de calidad, por mala imagen del producto, y es lo que toda empresa trata de evitar. Es de gran importancia que el fabricante obtenga materias primas de alta calidad de sus respectivos proveedores, ya que de esto dependerá el buen funcionamiento del sistema técnico de control de calidad.

3.3 Factores que determina la calidad en producto terminado

Para identificar las cualidades de calidad del producto terminado se realizan operaciones destinadas a verificar los atributos de calidad, siendo de gran importancia que todo operario, al momento de realizar cualquier operación, ejecute inspecciones para verificar la calidad del trabajo que está desempeñando.

Para la empresa, actualmente es de vital importancia realizar pruebas preliminares de uso de la materia prima que recibe. Utiliza a un sólo operario para hacer dichas pruebas, motivo por el cual le resulta costoso y tardado.

El control de calidad en el proceso productivo lo realiza un operario, detectando las fallas existentes en la materia prima. Con el fin de asegurar la calidad de los productos terminados, se debe revisar la calidad de cada una de las materias primas. Solamente se utilizan aquellos proveedores aprobados.

Los materiales de cualquier producto son esenciales para la fabricación del mismo, motivo por el cual, si se adquieren materiales de mala calidad, el producto, aunque tenga los mejores procesos productivos, no contará con buenas características de calidad.

3.3.1 Descripción de la materia prima

La materia prima, que actualmente se usa, cumple con los estándares de calidad, ya que, si se adquieren materiales de mala calidad, el producto, aunque tenga los mejores procesos productivos, no contará con buenas características de calidad.

El carbonato de calcio se encuentra es una roca de piedra caliza metamórfica, el principal mineral que la constituye es la calcita, además contiene porcentajes pequeños de otros minerales que se consideran impurezas tales como: cuarzo, grafito, hematita, limonita, mica, clorita, tremolita, entre otros. La composición de este mineral se describe a continuación:

Tabla X. Descripción de la materia prima

Mineral	Mármol puro	Mármol dolomítico
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	90% - 100%	Hasta 54%
Carbonato de Magnesio (MgCO ₃)	0% - 10%	Desde 46%

FUENTE: Fábrica procesadora de mármol

Sus granos pueden ser desde, finamente sacaroideos, que no llegan a distinguirse a simple vista hasta ser tan gruesos que puedan mostrar, claramente, la exfoliación de la calcita. Las vetas de la mayoría de los mármoles muestran una orientación casual, pero, en algunos, los ejes cristalográficos están alineados en una dirección común.

La calcita produce un mosaico con superficies que reflejan brillo, lo cual le permite a la roca adquirir un pulimento agradable y ornamental. Las capas enterradas de la piedra caliza se convierten en mármol por medio del metamorfismo termal, es decir por medio del calor de masas ígneas intrusas con ayuda del agua y otros agentes.

Las rocas calizas dolomíticas o dolomitas calcáreas, a veces forman capas alternas con la calcita, formando mármoles indeseados debido a que los dos materiales, frecuentemente, difieren en color, textura, susceptibilidad al pulimento y resistencia al clima.

Las sustancias orgánicas dan origen a rocas cuyas manchas varían desde gris claro hasta negro. Los mármoles dolomíticos o el mármol de calcio puro, es decir, el mármol absolutamente puro, es blanco y brillante como la nieve.

Los mármoles rasados y rojos, deben su color a la hematita o al carbonato de magnesio. Los mármoles amarillos y crema, lo deben a un contenido de limonita. Los mármoles con hierro imparten hermosas coloraciones de verde, rojo o café con sombras veteadas o planeadas.

3.3.2 Localización de las minas en Guatemala

En la república de Guatemala las minas están localizadas en su mayoría en toda la parte de la Sierra de las Minas y Chuacús, se localizan las rocas dolomíticas y calizas, de donde se derivan los mármoles por el proceso metamórfico. A continuación se describe los yacimientos del carbonato de calcio localizados en la República de Guatemala, los cuales son 22 minas que están distribuidas en las cordilleras.

Tabla XI. Localización de minas en Guatemala

Color	Departamento	Municipio
Blanco	Huehuetenango	Aguacatán
Blanco	Izabal	Morales
Blanco	Zacapa	Teculután
Blanco	Petén	San Luis
Blanco	Guatemala	San Juan Sacatepéquez
Blanco	Zacapa	Gualán
Rosado	Zacapa	Gualán
Rosado	El Progreso	El Progreso
Gris	Guatemala	San Juan Sacatepéquez
Gris	Jutiapa	Asunción
Gris	Quetzaltenango	Cabricán
Gris	Zacapa	Gualán
Gris	Petén	San Luis
Negro	Baja Verapaz	San Jerónimo
Negro	Chiquimula	Olopa
Negro	Guatemala	San Juan Sacatepéquez
Negro	Zacapa	Gualán
Rojo	Zacapa	Gualán

Continuación

Veteado	El Progreso	El Progreso
Verde	El Progreso	El Progreso
Verde	Zacapa	Gualán
Verde	Petén	San Luis

FUENTE: Ministerio de energía y minas

Figura 9. Localización de minas en Guatemala



FUENTE: www.ebiguatemala.org.gt

En diez departamentos de la República de Guatemala se tiene confirmada la existencia de carbonato de calcio, y especialmente en el departamento de Zacapa, en los municipios de Río Hondo, Teculután y Gualán se encuentran gran variedad de colores, grandes cantidades y la mejor calidad.

Existe una serie de países que cuentan con yacimientos de carbonato de calcio de diferente calidad y/o color, y que, también es comercializado en los países de: Italia, Portugal, Grecia, Irán, Francia, Pakistán, Marruecos, China Taiwan, Bélgica, Luxemburgo, Suiza, Rumania, España, Uruguay y Guatemala.

3.3.3 Reglamento de la explotación minera en Guatemala

Las disposiciones generales de la ley de minería se encuentra en el acuerdo gubernativo 176-2001. Ver anexo.

3.4 Descripción de la cantera

Actualmente existen 20 canteras autorizadas para la exploración y explotación de carbonato de calcio según la Dirección General de Minería e Hidrocarburos por lo que se considera que en Guatemala hay suficiente carbonato de calcio y, en este caso suficiente deshecho que se convierten en materia prima para la trituración. Cabe mencionar que en las canteras se tiene una producción promedio mensual de 1800 metros cuadrados a un volumen de 50 metros cúbicos o sea más o menos 150 toneladas en bloques de carbonato de calcio.

3.5 Descripción del control actual de la materia prima y producto terminado.

Los centros de inspección que se tienen en el proceso actual de trituración de carbonato de calcio están en la materia prima y producto terminado.

Materia prima: Puesto que controla la entrada de materia prima (color y tamaño de la piedra). También se debe tener una maquinaria en buen estado, como las quijadas de la trituradora para que la molienda salga de acuerdo con los granos esperados, es aquí donde se necesita inspección. Los tiempos de producción de cada tipo sea el indicado y esto se logra cuando el diámetro de los tamices es el adecuado.

Producto terminado: Se pesan los sacos llenos por medio de una báscula, para cumplir con la especificación del peso de un quintal por saco, ya que, actualmente, este se hace sólo por medio de criterio del que está empacando el producto. La señalización debida en el área para la clasificación de los diferentes granos y polvo, para, que, así el cliente obtenga el producto que él quiere y se eviten las confusiones y pérdidas de tiempo, innecesarias, al estar buscándolo, tanto para el cliente como para la empresa.

También debe ser considerado con prioridad el mantenimiento preventivo de la maquinaria y, especialmente, de las quijadas de la trituradora que sufren desgaste y necesitan ser reparadas para estar en óptimas condiciones, que estará contribuyendo para que la trituración salga de acuerdo a como se espera sin tener que repetir el proceso innecesariamente.

4. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

4.1 Aseguramiento en la recepción de la materia prima

Para el aseguramiento en la recepción de la materia prima, se debe mantener los requerimientos establecidos; se recomienda que solamente se utilicen aquellos proveedores aprobados. Proveedores que han demostrado su disposición a suministrar una materia prima que está dentro de las especificaciones establecidas, como el color, tamaño, presencia de impurezas.

Para este caso se utilizan procedimientos establecidos en cada una de las materias primas para revisar su calidad al momento de su ingreso. Entre estos procedimientos se encuentra el método de muestreo, la frecuencia de los análisis, los métodos de análisis y los valores de rangos aceptables. Los resultados de estas pruebas se grafican con el fin de seguir las tendencias e identificar los posibles cambios en las propiedades de las materias primas.

Los materiales de cualquier producto son importantes para la elaboración del producto, por tal motivo, si se adquieren materiales de mala calidad, el producto, aunque tenga los mejores procesos productivos, no contará con buenas características de calidad. Los materiales son importantes en cualquier sistema de calidad y la adquisición de los mismos tiene que controlarse por medio de herramientas estadísticas de un sistema de calidad para que se pueda garantizar la satisfacción total del producto.

Por lo antes mencionado se debe implementar los criterios de inspección u otras actividades necesarias para asegurar que los materiales comprados cumplan con los requerimientos de compra especificados.

Todos los registros de inspecciones que se realizan al material entrante, tales como informes de prueba, certificados de conformidad, mediciones, etc., estarán expeditamente disponibles para una inspección.

4.1.1 Cualidades de la materia prima para su aceptación

Antes de aceptar el lote que se compra de materia prima a los proveedores, se inicia la planeación de la calidad que no es más que la revisión del diseño del producto la cual debe completarse con una revisión de proceso y su objetivo es prevenir dificultades durante el proceso.

Y para dar inicio se efectúa un análisis en las materias primas utilizadas para el producto final.

Las cualidades de la materia prima para su aceptación deben ser de buena calidad, ya que si se adquieren materiales de mala calidad, el producto, aunque tenga los mejores procesos productivos, no contará con buenas características de calidad para el usuario final.

La materia prima no debe contener impurezas tales como: cuarzo, grafito, hematita, limonita, mica, clorita, tremolita, entre otros. Sus granos pueden ser desde, finamente sacaroideos, que no llegan a distinguirse a simple vista hasta ser tan gruesos que puedan mostrar, claramente.

La calcita produce un mosaico con superficies que reflejan brillo, lo cual le permite a la roca adquirir un pulimento agradable y ornamental. Las capas enterradas de la piedra caliza se convierten en mármol por medio del metamorfismo termal, es decir por medio del calor de masas ígneas intrusas con ayuda del agua y otros agentes.

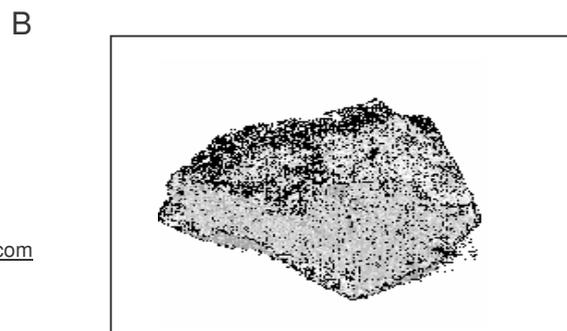
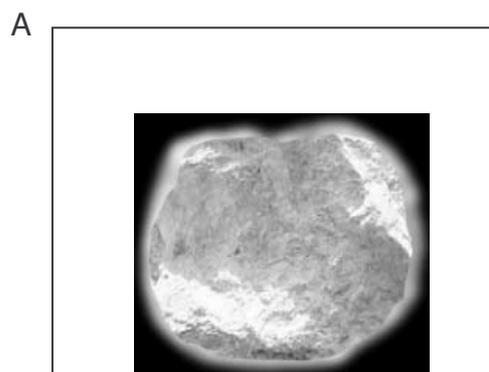
Las rocas calizas dolomíticas o dolomitas calcáreas, a veces forman capas alternas con la calcita, formando mármoles indeseados debido a que los dos materiales, frecuentemente, difieren en color, textura, susceptibilidad al pulimento y resistencia al clima.

Las sustancias orgánicas dan origen a rocas cuyas manchas varían desde gris claro hasta negro. Los mármoles dolomíticos o el mármol de calcio puro, es decir, el mármol absolutamente puro, es blanco y brillante como la nieve.

Los mármoles rasados y rojos, deben su color a la hematita o al carbonato de magnesio. Los mármoles amarillos y crema, lo deben a un contenido de limonita. Los mármoles con hierro imparten hermosas coloraciones de verde, rojo o café con sombras veteadas o planeadas.

En la figura 10, A y B se observan dos rocas que muestra con un corte transversal, la figura B, está completamente entera.

Figura 10. Rocas de piedra caliza



FUENTE: www.mineria.com

4.1.1.1 Plan de muestreo para la aceptación

Se recomienda usar un plan de muestreo para el análisis del lote y su apreciación, y con base en la información obtenida de la muestra, se determina el destino del lote. Se describen algunos lineamientos importantes para la aplicación del plan de muestreo.

A. Muestreo aleatorio

El muestreo para aceptación es de suma importancia, y si no se usan muestras aleatorias se introducirá un sesgo, es decir, que las unidades que se encuentran en la parte superior del lote sean de calidad excepcional, sabiendo de antemano que el inspector tomará la muestra de la parte de arriba.

Al momento de recibir los sacos, el inspector de calidad en materia prima, procederá a extraer muestras aleatorias, dependiendo del tamaño total del lote, por medio de la utilización de las tablas colocadas en los anexos.

Es necesario establecer un nivel de calidad aceptable (AQL) para el sistema de muestreo, el cual para la aceptación será de 1.5%. Se establece el AQL con el fin de determinar un porcentaje de defectuosos, que se consideran aceptables como promedio. Se escoge un 1.5% ya que en la actualidad no existe antecedente de calidad inaceptable en la materia prima, por lo que el AQL que se escoge es menor, para incrementar el margen de aceptación de los lotes.

Es de mucha importancia conocer el nivel de inspección que se llevará a cabo. Los niveles que se utilizan son los siguientes:

- a. Nivel I, para inspección reducida
- b. Nivel II, para inspección normal

c. Nivel III, para inspección rigurosa.

A través de la letra clave del tamaño de la muestra, el porcentaje de AQL y el nivel de aceptación, se procede a identificar los criterios de aceptación y rechazo por medio de las tablas colocadas en los anexos.

Ejemplo

Para ejemplificar el sistema de control de calidad en recepción de la materia prima, de un envío de 250 sacos de carbonato de calcio.

Paso 1. Determinar el tamaño del lote.

Lote = 250 sacos

Paso2. Establecer el nivel de calidad aceptable AQL = 1.5% en el defecto de mal definición del color, el cual se considera como crítico, así como establecer el nivel de inspección que es el normal (nivel II).

Paso 3. Establecer los criterios de aceptación basados en la información obtenida: tamaño del lote = 250 sacos para determinar la letra clave del tamaño de la muestra. Según la tabla B del anexo tenemos:

Tabla XII. Información de lote y nivel

Tamaño del lote	Nivel de inspección II
151 - 280	G

La tabla muestra la letra clave del tamaño de la muestra.

Paso 4 Con base en la letra clave se establece el plan de muestreo con la tabla C del anexo se tiene:

Tabla XIII. Nivel de calidad

Nivel de calidad aceptable AQL = 1.5%

Letra clave	Tamaño de la muestra	Aceptar	Rechazar
G	32	1	2

De la información anterior se puede obtener los criterios de aceptación y de muestreo de los lotes siguientes:

- Para cada lote de 250 sacos se obtienen 32 muestras aleatoriamente de la tabla XII.
- Aceptar el lote si tiene 1 cono defectuoso
- Rechazar el lote si tiene 2 ó más sacos defectuosos

Para optimizar el trabajo de inspección se provee de una tabla de muestreo, con información de criterios de aceptación y rechazo que debe utilizar para cada tamaño de lote que reciba la empresa. También se proporciona la tabla para la inspección tipo de defecto; en este caso tamaño inadecuado de la piedra.

Paso 5. La inspección es visual y con base en el tamaño determinado, es decir, tomar cada uno y observar el tamaño con referencia a una muestra.

Tabla XIV. Tipo de inspección, lote y muestra

AQL 1.5%		Tipo de inspección normal (nivel II)	
Tamaño del lote	Tamaño de muestra	Aceptar	Rechazar
2-8	2	0	0
9-15	3	0	0
16-25	5	0	0
26-50	8	0	1
51-90	13	0	0
91-150	20	0	0
151-280	32	1	2
281-500	50	2	3
501-1200	80	3	4
1201-3200	125	5	6
3201-10000	200	7	8
10001-35000	315	10	11
35001-150000	500	1	415

FUENTE: Grant R.S. Leawenworth. Control Estadístico de calidad

El encargado de control de calidad deberá llevar registros sobre el trabajo elaborado y sus resultados, para tener una base de información sobre la calidad de la materia prima remitido por los proveedores, para cualquier decisión administrativa.

4.1.2 Diseño del sistema de calidad

Para realizar un diseño del sistema de calidad se necesita como insumo los requisitos de ese producto, que ya se hayan obtenido aplicando la parte de la norma relativa a los “procesos relacionados con el cliente” y que el resultado no sea más que una serie de “especificaciones”.

Al elaborar el producto quedarían plasmadas en las características del mismo. En el sistema de calidad se pretende incorporar un conjunto de elementos que le permitan a la organización acceder a la posibilidad de implantar dentro de sus procesos, actividades de mejora que eventualmente redituarán en una mejor calidad de sus productos.

Este sistema de calidad debe ser tan amplio como sea necesario para alcanzar los objetivos de calidad y debe estar diseñado principalmente para satisfacer las necesidades de la administración interna de la organización, es más amplio que los requisitos de un cliente, quien evalúa únicamente la parte del sistema que le concierne. Se debe tomar en cuenta que el diseño del sistema en una organización implica un cambio total en la forma de hacer las cosas. Requiere reorganizar las funciones, procesos, actividades en función del sistema de calidad; por lo mismo, se recomienda canalizar recursos al sistema que le permitan alcanzar los objetivos básicos de calidad.

A. Elaborar un diagnóstico

La elaboración del diagnóstico permite arrojar información importante para determinar los aspectos favorables y los que restringen el progreso, por medio de los cuales la organización tomará decisiones estratégicas sobre como se guiará el proceso de diseño del sistema. El diagnóstico de la calidad suele apoyarse de normas, nacionales o internacionales, técnicas o legales.

Esta etapa es muy importante dado que, si bien las normas permiten que la organización se movilice hacia la definición, logro y control de metas o estándares superiores, ellas difieren en su grado de exigencia, en el enfoque y en el alcance. Esta etapa incluye y no exclusivamente lo siguiente:

- a. Recopilación de la información necesaria, interna o externa, que permita conocer los aspectos cualitativos y cuantitativos de la actividad de la empresa.
- b. Análisis de la información recogida, lo cual da cuenta del estado actual.
- c. Presentación de conclusiones y discusión de los resultados, por parte de la dirección, con el fin de establecer el plan de actuación a seguir durante la implantación.

Estas actividades, suponen dos cuestiones relevantes. La primera es que el esfuerzo que se dispone a realizar la organización, debe contar con el apoyo de la alta gerencia ya que con su respaldo real y efectivo, bien se podría marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso, y la segunda, que lograr ese éxito depende del trabajo mancomunado de todos los integrantes de la empresa, la cual es fundamental para lograr el clima de apertura, confianza y colaboración mutua, soporte del mantenimiento de la calidad y de la mejora incesante.

Otro aspecto que se debe considerar, es el tipo de requisitos que se pretende cumplir y en este caso, un producto esperado de la etapa de diagnóstico es una conclusión sobre la diferencia existente entre la realidad de la unidad y la norma que va a aplicarse. Con base en el diagnóstico, se puede afirmar que ha iniciado el proceso de mejora y que la organización se apresta a diseñar, implementar, mantener y mejorar un sistema de la calidad.

B. Etapa preparatoria

Dependiendo del tamaño de la organización, en ésta etapa se seleccionan los grupos y subgrupos encargados de la mejora y se asignan sus responsabilidades.

Una figura muy socorrida en muchas instituciones, es la conformación de un comité de diseño calidad, cuyas responsabilidades van orientadas a supervisar la evolución del proceso de cambio requerido y a formular recomendaciones.

Otra responsabilidad que debe especificarse, por parte de la alta dirección, es el nombramiento de su representante en el sistema de diseño de calidad. La labor general de ese representante, consiste en desarrollar y adaptar el proceso de diseño, implementación, mantenimiento y mejora de acuerdo con los estándares seleccionados, y persuadir a toda la organización. Esta persona revisará, continuamente, el progreso de cada uno de los equipos a fin de determinar cuando están listos para pasar a la siguiente etapa.

En organizaciones medianas o grandes, esta responsabilidad demanda tiempo completo y en las pequeñas puede ser de medio tiempo. El representante de la dirección, debe elegirse cuidadosamente. Debe ser una persona con conocimiento amplio en la mejora de procesos, capaz de manejar y enseñar a manejar las herramientas de apoyo, con capacidad de liderazgo, importante y respetada por la alta gerencia y los empleados, de altos estándares, convencida de que su organización o unidad puede mejorar, partidario del cambio, que sepa como dirigir equipos y con un alto potencial de progreso.

Una de las primeras tareas del representante de la dirección, es definir el alcance de las actividades y los procedimientos que especifiquen cómo se llevará a la práctica todas las etapas del sistema de diseño de la calidad. Por supuesto que el alcance también está determinado por el tipo de requisito o norma que se va a aplicar.

Con el diseño del sistema de la calidad la organización demuestra su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios y que pretenda aumentar la satisfacción del cliente, a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios.

El diseño del sistema de diseño de la calidad, igualmente, debe incluir los requisitos legales contemplados en los estatutos o normas de la organización y en las normas legales vigentes. La etapa final de la preparación del diseño del sistema de calidad contempla aspectos como:

- a. Agenda de reuniones de los diferentes subgrupos conformados, con duración y frecuencia. Incluye la sensibilización para el personal donde se ilustre paso a paso las bondades de la mejora.
- b. Agenda de documentación y responsables de los mismos. De acuerdo con las normativas a aplicar y los definidos por la organización.
- c. Agenda de capacitación, toma de conciencia y responsables de la misma. Este aspecto debe preverse de acuerdo con las necesidades del proceso de cambio y las individuales.
- d. Agenda de comunicaciones: frecuencia de las mismas, responsables y medios a utilizar. Debe incluir los mecanismos necesarios para dar a conocer el avance del proceso y la socialización de los documentos del sistema de la calidad.
- e. Agenda de evaluaciones y verificaciones, incluidos los indicadores de logro.
- f. Recursos logísticos y financieros requeridos para el proceso, en el que se debe realizar el presupuesto y el plan de gastos; incluidos los de certificación y/o acreditación por parte de organismos externos.

Desde las etapas preliminares del proceso se percibe la resistencia al cambio, expectativas y restricciones que de alguna manera se constituyen en un obstáculo. Estos asuntos deben manejarse como condición normal en la dinámica de cualquier tipo de organización. Sin embargo, ponen en duda la capacidad de los líderes para la solución de los problemas.

Las etapas consideradas para el diseño, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la calidad en dicha organización, es la relacionada con la toma de conciencia y formación de la alta dirección debido a que de un lado, implica demasiado desgaste para el resto de integrantes y, por otro, como ya se anotó, es fundamental para el éxito

4.2 Aseguramiento de producto terminado

Se debe establecer y mantener actualizados los procedimientos para asegurarse de que el producto mantenga las especificaciones establecidas por el sistema de aseguramiento de calidad. Estos procedimientos deben establecer el control, la identificación, la documentación, la evaluación y el tratamiento de los productos defectuosos, así como la notificación de la decisión tomada a los departamentos.

Se recomienda definir la responsabilidad y autoridad para revisar, disponer, manejar y tratar los productos, los cuales deben ser tratados con procedimientos escritos e incluir un organigrama de la producción o una descripción de los métodos de producción, describiendo el proceso por el cual el producto es manufacturado.

El producto debe ser de acuerdo a los procesos planeados y desarrollados necesarios para lograr conformidad con los requisitos del mismo. Se determinará como sea apropiado la necesidad de establecer procesos,

documentos, y actividades de verificación requerida, validación, monitoreo, inspección y prueba específicas al producto y al criterio de aceptación del producto.

La administración del aseguramiento del producto terminado proveerá medios para determinar las inspecciones y las mediciones que se llevarán a cabo, y los mecanismos de monitoreo necesarios para proveer evidencia de conformidad con el producto a requerimientos predeterminados.

4.2.1 Inspección por especificaciones

Resulta imposible someter todas las características de un producto a inspeccionar ya que implicaría un gigantesco aparato de supervisión, lo cual es antieconómico, por lo que para ello se recomienda los criterios siguientes:

- a. La importancia o incidencia en la calidad del producto.
- b. Su incidencia en los costos

Para ello, se seleccionarían aquellas características fundamentales, basadas en las pérdidas económicas, que resultarían de su comportamiento anormal y en lo que más afectará la calidad del producto.

El procedimiento para realizarlo es el siguiente:

- a. Se utiliza la muestra que se usó para la inspección visual y se puede realizar las dos inspecciones al mismo tiempo.
- b. Se compara las medidas de cada producto, contra las medidas de las especificaciones, incluyendo sus tolerancias, clasificando los defectos encontrados de la siguiente manera:

- i. Defectos críticos = sobrepasan el diámetro en $\frac{1}{2}$ pulgada
 - ii. Defectos mayores = sobrepasan el diámetro en $\frac{1}{4}$ de pulgada
- c. Cuando se termina la inspección, se cuantifican los defectos críticos y mayores que se encontraron en la muestra, y cada total se multiplica por la ponderación de cada defecto.
- d. La suma de los resultados será el punteo final, el cual se compara con el criterio de aceptación ya establecido, y con ello se toma la decisión correspondiente.

4.2.2 Inspección del empaque

El procedimiento para realizarlo es el siguiente:

- a. Se utiliza la misma muestra utilizada para la inspección por especificaciones.
- b. Se procede a realizar los procedimientos de doblado, enviñetado y empaque, de manera que se determinen los defectos en estas últimas tres operaciones.
- c. Los criterios de aceptación y rechazo son los mismos que en las inspecciones anteriores, de manera que al encontrar el máximo permitido de defectos, se procederá a revisar al 100% del producto empacado.

4.2.3 Registro de datos para gráficos de control por atributos

Es importante que los registros de datos para gráficos relacionados con el aseguramiento de la calidad del producto sean controlados. Todos los documentos permanecerán legibles y fácilmente identificables. Los registros serán mantenidos para proporcionar evidencia de conformidad con los requisitos del producto, permanecerán disponibles y legibles.

Se debe establecer un procedimiento documentado para la identificación, almacenaje, protección, recuperación, y disposición de registros. Todo registro concerniente a auditorías e inspecciones de terceras partes serán mantenidos por un mínimo de tres (3) años.

Los registros de datos para gráficos de control por atributos, se obtienen de un lote al inspeccionar el producto terminado, tanto para aceptación, como para cuantificar el número de defectos por unidad para la elaboración del gráfico "C".

Ejemplo:

Para obtener registros, se tomará un lote de 150 sacos de carbonato de calcio, con una muestra de 20 sacos.

Tabla XV Hoja de control de calidad

No.	Defecto	Defectos encontrados	Total
1	Tamaño inadecuado	i	1
2	Color inadecuado	i	1
3	Mal empaque	ii	2
4	Etiqueta equivocada	i	1
Total de Defectos			5

Lote: 10 Tamaño del lote: 150 Tamaño de la muestra: 20

Inspector:

Fecha:

En la tabla de arriba se puede observar un lote de 150 unidades, con una muestra de 20 unidades, controlando el número de defectos encontrados según los cuatro criterios. De los 20 sacos 1 tiene tamaño inadecuado, 1 tiene color inadecuado, 2 están mal empacados y 1 tiene etiqueta equivocada, haciendo un total de 5 defectos. De acuerdo con los datos obtenidos se procede a calcular los límites de de aceptación.

a. Cálculo del número de defectos promedio: c

C = Total de defectos en muestras

A = Número de defectos = 5

B = Tamaño de la muestra = 20

$C = A / B$

$C = 5/20$

$C = 0.25$

b. Cálculo de los límites

Límite superior = $LS = C + 3 \cdot \text{raíz cuadrada de } C$

$LS = 0.25 + 3 \cdot \text{raíz cuadrada de } 0.25$

$LS = 1.75$

Límite inferior = $C - 3 \cdot \text{raíz cuadrada de } C$

$LI = 0.25 - 3 \cdot \text{raíz cuadrada de } 0.25$

$LI = -0.5$ por ser negativo no existe límite inferior

Límite Central = $C = 0.25$

Si la muestra está dentro de los límites (0 – 1.75) se acepta. Si la muestra está fuera de los límites (-0.1 – 1.76) se rechaza.

5. MEJORA CONTINUA DE LA IMPLEMENTACIÓN

La mejora continua de la implementación requiere que todos en la empresa, no importa su jerarquía o lugar en la estructura, cumplan con sus promesas explícitas e implícitas, tanto a sus clientes internos como externos, que todos en la empresa hagan lo que se estableció en las políticas.

De esta forma el mejoramiento continuo en la implementación, se dará mientras sus empleados cumplan y acepten los errores para enmendarlos y la realización de auditoría de calidad como herramienta de evaluación.

5.1 Realización de auditorías de calidad

La auditoría de la calidad es un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si éstas son implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar los objetivos.

Las auditorías de calidad se aplican para verificar que todas las actividades que afectan la calidad se están llevando a cabo bajo los procedimientos o controles para ellas (de acuerdo con lo planeado).

Los principales propósitos que llevan a planear una auditoría son:

- a. Determinar la conformidad o no de los elementos del sistema de calidad con los requisitos especificados,
- b. Determinar la efectividad del sistema de calidad instrumentado,
- c. Evaluar la necesidad de introducir mejoras o acciones correctivas, o bien satisfacer requisitos reglamentarios.

En la auditoría de calidad todos los elementos son auditados y evaluados internamente en forma regular, teniendo en cuenta el estado y la importancia de la actividad por auditar, abarcando al menos lo siguiente:

- a. Personal
- b. Instalaciones
- c. Mantenimiento de edificios y equipos
- d. Almacenamiento de materias primas
- e. Productos intermedios
- f. Productos terminados
- g. Equipos
- h. Producción
- i. Controles durante el proceso
- j. Control de calidad
- k. Documentación
- l. Saneamiento e higiene
- m. Programas de validación-revalidación
- n. Calibración de instrumentos o sistemas de medición
- o. Procedimientos de retiro de productos del mercado
- p. Manejo de reclamos
- q. Control de rótulos
- r. Resultados de inspecciones anteriores
- s. Medidas correctivas adoptadas

Las auditorías conducidas por el organismo en sí, o auditorías internas, pueden ser dirigidas por miembros del organismo o por otras personas en nombre del mismo y proporcionan una eficaz revisión por la dirección y para las acciones correctivas, preventivas o de mejoramiento.

Las auditorías conducidas por los clientes pueden ser dirigidas por clientes del organismo o por personas contratadas en nombre del cliente, y proporcionan confianza en el proveedor.

El tercer tipo de auditoría puede ser llevada a cabo por organismos de certificación competentes para obtener una certificación o un registro y así proporcionar confianza a un grupo de clientes potenciales. Las auditorías externas pueden suministrar, desde la perspectiva del cliente, un mejor grado de objetividad.

Un elemento importante en toda auditoría son los auditores, ya que es fundamental que los mismos estén libres de todo prejuicio o tendencia y de toda influencia que pueda afectar su objetividad. Los auditores deben definir los requerimientos de cada auditoría, planificar la misma, revisar la documentación existente relativa a las actividades para determinar su adecuación, informar inmediatamente las inconformidades críticas al auditado, informar cualquier obstáculo importante encontrado durante la auditoría e informar los resultados de la auditoría en forma clara y concluyente.

Toda auditoría debería contar, como mínimo, con las siguientes partes:

- a. Plan de la auditoría, el cual deberá incluir los siguientes puntos:
 - i. Objetivos y alcances de la auditoría,
 - ii. Identificación del personal con responsabilidad directa,
 - iii. Identificación de los documentos de referencia, entre otros.

- b. Comunicación a los auditados por medio de la notificación de auditoría al sector a inspeccionar con un mes de antelación.
- c. Recolección de los documentos de referencia para facilitar la investigación de los auditores.
- d. Recolección de evidencias mediante entrevistas, examen de documentos y observación de las actividades y las condiciones en áreas involucradas.
- e. Documentación de todas las observaciones realizadas.
- f. Reunión de cierre con el auditado.
- g. Preparación y distribución de informe con las observaciones realizadas.
- h. Seguimiento de las acciones correctivas.
- i. Archivo de la documentación respectiva en *garantía de calidad* por un período no inferior a cinco años.

La frecuencia de las auditorías dependerá de las necesidades de cada organización, considerándose circunstancias típicas a tener en cuenta para decidir la misma: cambios significativos en la conducción, organización, políticas, técnicas o tecnologías que puedan afectar el sistema de calidad, o cambios del sistema en sí mismo y los resultados de recientes auditorías previas.

5.2 Mejoramiento continuo

Un mejoramiento continuo significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico de la organización y del proceso. El mejoramiento continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

El mejoramiento continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de las organizaciones a lo que se entrega a clientes, la administración de la calidad requiere de un proceso constante, que será llamado mejoramiento continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

Para el seguimiento de la implementación es necesario realizar una auditoría de la administración de personal y determinar como un método de seguimiento. Este sistema evaluará las actividades de administración de personal en la institución con el objeto de mejorarlas, proporcionando a los directores de unidades como a los especialistas y operativos, información y retroalimentación sobre la función de recursos humanos respecto a la manera en que los gerentes están cumpliendo sus responsabilidades.

Para llevar a cabo este proceso de mejoramiento continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

5.2.1 Ventajas del mejoramiento continuo

En el mejoramiento continuo existen las siguientes ventajas:

- a. Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- b. Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles
- c. Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.
- d. Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- e. Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- f. Permite eliminar procesos repetitivos.

5.2.2 Desventajas del mejoramiento continuo

Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa. Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.

5.2.3 El Proceso de Mejoramiento

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día.

Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de altas tecnologías más eficientes, el mejoramiento de la calidad, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

De acuerdo a procesos de mejoramiento, existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de la organización productora de carbonato de calcio.

- a. Obtener el compromiso de la alta dirección.
- b. Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
- c. Conseguir la participación total de la administración.
- d. Asegurar la participación en equipos de los empleados.
- e. Conseguir la participación individual.
- f. Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
- g. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
- h. Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
- i. Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
- j. Establecer un sistema de reconocimientos.

k. Compromiso de la alta dirección

El proceso de mejoramiento debe comenzarse desde los principales directivos y progresa en la medida al grado de compromiso que éstos adquieran, es decir, en el interés que pongan por superarse y por ser cada día mejor.

5.2.4 Consejo directivo del mejoramiento

Este equipo constituido por un grupo de ejecutivos de primer nivel, son a quienes les corresponden estudiar el proceso de mejoramiento continuo y buscarán adaptarlo a las necesidades de la organización.

5.2.5 Participación total de la administración

El equipo de administración es un conjunto de responsables de la implantación del proceso de mejoramiento. Eso implica la participación activa de todos los ejecutivos y supervisores de la organización. Cada ejecutivo debe participar en un curso de capacitación que le permita conocer nuevos estándares de la compañía y las técnicas de mejoramiento respectivas.

5.2.6 Participación de los empleados

Una vez que el equipo de administradores esté capacitado en el proceso, se darán las condiciones para involucrar a los empleados. Esto lo lleva a cabo el gerente o supervisor de primera línea de cada departamento, quien es responsable de adiestrar a sus subordinados, empleando las técnicas que él aprendió.

5.2.7 Participación individual

Es importante desarrollar sistemas que brinden a todos los individuos los medios para que contribuyan, sean medidos y se les reconozcan sus aportaciones personales en beneficio del mejoramiento.

5.2.8 Equipos de mejoramiento

Toda actividad que se repite es un proceso que puede controlarse. Para ello se elaboran diagramas de flujo de los procesos, después se le incluyen mediciones, controles y bucles de retroalimentación. Para la aplicación de este proceso se debe contar con un solo individuo responsable del funcionamiento completo de dicho proceso.

5.2.9 Actividades con participación de los proveedores

Todo proceso exitoso de mejoramiento debe tomar en cuenta a las contribuciones de los proveedores.

5.3 Recursos humanos para realizar la inspección

Para realizar la inspección se debe de considerar

5.3.1 De los supervisores

Los supervisores deben tener:

Conocimiento y experiencia: es necesario que conozcan ampliamente los procesos y el uso de la maquinaria.

Ellos tienen a su cargo la supervisión de la producción, controlando que se realicen de la mejor manera posible los lotes de producción.

Habilidad: Cualidad muy importante, debido a que se pueden tener conocimientos y experiencia, pero si se carecen de la habilidad necesaria para poder llevar a cabo tales tareas, los procesos se vuelven ineficientes, ya que se necesita la utilización de recursos mínimos para poder alcanzar mayores unidades.

Nivel académico: es necesario que como mínimo hayan cursado el sexto grado de educación primaria, pues se necesitan que sepan escribir y leer, para poder conocer las operaciones y llenar los formularios correctamente, de tal manera que se les facilite controlar la producción.

Relaciones humanas: la base de la contribución de los operarios a la empresa es la armonía entre ellos, la cual se logra solamente manteniendo buenas relaciones humanas, pues con ellas se obtiene buena comunicación entre operarios y supervisores.

5.3.2 De los supervisores de calidad

Los supervisores de calidad deben tener:

Conocimiento y experiencia: Su conocimiento y experiencia está a cargo de la empresa, ya que ella se encarga de adiestrarlos con base en los puntos críticos de calidad, y el grado de calidad riguroso que desea aplicar a sus productos, por lo que son necesarios pero no indispensables para este tipo de operarios. El procedimiento de capacitación que se utiliza como manual básico de operaciones es el siguiente:

- a. Indicar al inspector la frecuencia de muestreo, por medio de una tabla, para que pueda encontrar de manera rápida información para extraer de un lote determinado una muestra.

- b. Indicar la clase de inspección que realizará, ya sea rigurosa, reducida o normal.
- c. Indicar el tipo de inspección, ya sea por especificaciones, visual al empaque.
- d. En el caso de la inspección por especificaciones, indicar como utilizar el los criterios, y la manera correcta de utilizare los reportes de calidad.
- e. En el caso de inspección visual o en producto terminado, es indispensable que conozcan el procedimiento de la utilización de los reportes.
- f. En la inspección al empaque se usan los mismos criterios que en la inspección visual.
- g. El proceso de toma de decisiones para los inspectores depende de los criterios de aceptación y rechazo de cada tipo de inspección.

Habilidad: Tener grado de agudeza visual y exigencia y la rapidez para inspeccionar, analizar y reportar.

Nivel académico: es muy importante el nivel académico, pues los reportes de control de calidad son importantes para la satisfacción del cliente.

Ello garantiza, al mismo tiempo, que no habrá devoluciones por artículos defectuosos, por lo que se considera, como mínimo, haber ganado el tercer año básico.

Relaciones humanos: las mismas para todos los que forman parte de la empresa.

Equipo y materiales que se debe manejar: cronómetros, tablas de frecuencia de muestreo y formularios de control de calidad.

CONCLUSIONES

1. El sistema de aseguramiento de la calidad, es un conjunto de elementos que le permiten a la organización acceder a la posibilidad de implantar dentro de sus procesos, actividades de mejora que eventualmente redituarán en una mejor calidad de sus productos y/o servicios.
2. Los materiales son las piezas más importantes en cualquier sistema de calidad y la adquisición de los mismos, que tiene que controlarse por medio de herramientas estadísticas de un sistema de calidad para que se pueda garantizar la satisfacción total de cualquier producto
3. El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar qué parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población.
4. El gráfico de control es una herramienta muy importante para asegurar que el proceso de producción se mantenga bajo control. Esta carta representa el estado de control del proceso, mostrando en una gráfica el control de especificaciones.
5. El carbonato de Calcio (CaCO_3) es muy abundante en la naturaleza, se presenta en masas compactas más o menos puras (piedras de construcción, piedras de cal, creta, mármol). Todas las variedades naturales de carbonato cálcico reciben el nombre de caliza.

6. La mejora continua de la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad, requiere que todos en la empresa, no importa su jerarquía o lugar en la estructura, cumplan con sus promesas explícitas e implícitas, tanto a sus clientes internos como externos, que todos en la empresa hagan lo que se estableció en las políticas.

7. Un mejoramiento continuo significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico de la organización y del proceso. El mejoramiento continuo, como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

RECOMENDACIONES

1. Iniciar el proceso de calidad desde el nivel más alto del organigrama como promulgadora de políticas, tendientes a lograr los objetivos empresariales y transmitir esta filosofía a todos los departamentos de la organización.
2. Que en la etapa de recopilación de los datos se debe entrenar, convenientemente al personal de la empresa, procurando que sea siempre la misma persona; es una etapa importante, porque, cualquier error o desviación puede ser causa de conclusiones equivocadas.
3. Considerar con prioridad el mantenimiento preventivo de la maquinaria y, especialmente, de las quijadas de la trituradora que sufren desgaste y necesitan ser reparadas para estar en óptimas condiciones, que estará contribuyendo para que la trituración salga de acuerdo a como se espera, sin tener que repetir el proceso innecesariamente.
4. Para el aseguramiento en la recepción de la materia prima, se debe mantener los requerimientos establecidos y que solamente se utilicen aquellos proveedores aprobados. Proveedores que han demostrado su disposición a suministrar una materia prima que está dentro de las especificaciones establecidas.
5. Usar un plan de muestreo para el análisis del lote y su apreciación, y con base en la información obtenida de la muestra, determinar el destino del lote y llevar registros sobre el trabajo elaborado y sus resultados, para

tener una base de información sobre la calidad de la materia prima remitido por los proveedores, para cualquier decisión administrativa.

6. Tomar en cuenta la resistencia al cambio, expectativas y restricciones que de alguna manera se constituyen en un obstáculo. Estos asuntos deben manejarse como condición normal en la dinámica de cualquier tipo de organización.
7. Establecer y mantener actualizados los procedimientos para asegurarse que el producto mantenga las especificaciones establecidas por el sistema de aseguramiento de calidad. Estos procedimientos deben establecer el control, la identificación, la documentación, la evaluación y el tratamiento de los productos defectuosos, así como la notificación de la decisión tomada a los departamentos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Peris Moreno Luzón, María D. y González Tomás Fernand. **Gestión de la calidad y diseño de organizaciones. Teoría y estudio de casos.** 3ra. Edición; Madrid: Editorial Prentice Hall, 200.
2. Grant E. y Leavenworth R. S. **Control estadístico de calidad.** 2da. Edición; México: Editorial CECSA, 1980.
3. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** Editorial McGraw-Hill, 1997.
4. Russell Radford, Hamid Nori, **Administración de operaciones y producción.** Colombia: Editorial McGraw-Hill, 1999.
5. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** 1ra. Edición; México: Editorial McGraw-Hill, 1999.
6. Salvendy, Gabriel. **Biblioteca del ingeniero industrial.** Editorial Limusa S.A., 1990.
7. Conley, Robert. **Typical and sieving recomendations, mineral and resource associates,** Inc. 3ra. Edición; New York: McGraw-Hill, 1981.
8. Herrera Cifuentes, Luis A. **Una política respecto al mármol.** Tesis de graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1997.
9. Nivel, Benjamín W. **Ingeniería industrial.** Estudio de tiempos y movimientos. Novena Edición; México: Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1996.
10. Hopeman, Richard. **Administración de producción y operaciones.** 2da. Edición; México: Editorial Continental, 1987.

ANEXOS

3.3.3 Reglamento de la explotación minera en Guatemala

ACUERDO GUBERNATIVO 176-2001

REGLAMENTO DE LA LEY DE MINERÍA

DISPOSICIONES GENERALES.

CAPÍTULO I

ARTÍCULO 1. Objeto. El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar los preceptos establecidos en la Ley de Minería, Decreto 48-97 del Congreso de la República.

ARTÍCULO 2. Abreviaturas. Además de las abreviaturas contenidas en la Ley de Minería, en este Reglamento se emplearán las siguientes:

LEY: Ley de Minería, Decreto 48-97 del Congreso de la República.

REGLAMENTO: Reglamento de la Ley de Minería. Publicado en páginas 1 al 4 del número 65, tomo 271, del 22 de mayo de 2001, del Diario de Centro América.

ARTÍCULO 3. Identificación de solicitudes y licencias de derechos mineros. Para efectos de control e identificación, la Dirección numerará correlativamente toda solicitud de licencia así como los expedientes de licencias otorgadas, lo que debe hacerse del conocimiento del interesado, anteponiéndole las siglas siguientes:

- a. Solicitud de licencia de reconocimiento SR-
- b. Solicitud de licencias de exploración SEXR-

- c. Solicitud de licencia de explotación SEXT-
- d. Licencia de reconocimiento LR-
- e. Licencia de exploración LEXR-
- f. Licencia de explotación LEXT-

Toda solicitud posterior que se presente por los interesados deberá identificarse también en la forma prescrita en este Artículo.

ARTÍCULO 4. Operaciones mineras. La definición de operaciones mineras contenidas en el Artículo 6, de la Ley, se refiere expresamente a las actividades de reconocimiento, exploración y explotación minera.

ARTÍCULO 5. De la inscripción registral. El titular de una licencia de explotación, queda obligado a inscribir su derecho minero en el Registro General de la Propiedad, siendo título suficiente para ello la resolución ministerial al estar firme.

ARTÍCULO 6. Cálculo del área. Para estandarizar el cálculo de la extensión del área solicitada, las coordenadas UTM de los vértices del polígono deberán presentarse y calcularse con cuatro decimales y el área será calculada por el método de Pensylvania.

CAPÍTULO II

DISPOSICIONES AMBIENTALES

ARTÍCULO 7. Obligatoriedad de presentar estudio de impacto ambiental. Cuando proceda, las operaciones mineras deben contar previo a su inicio con el estudio de impacto ambiental correspondiente, debidamente aprobado.

ARTÍCULO 8. Trámite del estudio de impacto ambiental. El estudio de impacto ambiental debe ser presentado por el interesado en original, ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y una copia ante la UNIDAD. Una vez recibido el estudio de impacto ambiental y luego de emitir opinión, la Unidad lo enviará a la Dirección para que se revisen los aspectos estrictamente técnicos. Vencido el plazo máximo de treinta días, contados a partir del día siguiente de su creación, el estudio será devuelto al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales con las recomendaciones pertinentes.

ARTÍCULO 9. Otorgamiento de la licencia. Presentado el estudio de impacto ambiental debidamente aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la Dirección o el Ministerio según sea el caso, otorgará la licencia correspondiente.

CAPÍTULO III

EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ARTÍCULO 10. Explotación de materiales de construcción con fines comerciales o industriales. Para la explotación de materiales de construcción con fines comerciales o industriales, el interesado debe solicitar ante la Dirección, la licencia respectiva cumpliendo con todos los requisitos previstos en la Ley. Los materiales de construcción enumerados en el Artículo 5 de la Ley no serán considerados como comerciales o industriales cuando sean utilizados con fines sociales o públicos y sirvan para la realización de obras llevadas a cabo por las Municipalidades, entidades estatales de cualquier naturaleza y entidades no gubernamentales con fines no lucrativos.

ARTÍCULO 11. Materiales de construcción sin fines comerciales o industriales. Los materiales de construcción enumerados en el Artículo 5 de la Ley, no serán considerados como comerciales o industriales cuando sean utilizados con fines sociales o públicos y sirvan para la realización de obras llevadas a cabo por las Municipalidades, entidades estatales de cualquier naturaleza y entidades no gubernamentales con fines no lucrativos.

ARTÍCULO 12. Explotación técnica. Las municipalidades en sus respectivas jurisdicciones deben velar porque la explotación de materiales de construcción se haga en forma técnica, con plena observancia de la legislación ambiental vigente y que no se comercialicen aquellos cuya explotación ha sido autorizada para fines no comerciales o industriales.

ARTÍCULO 13. Normativos técnicos. La Dirección emitirá los normativos que tiendan a favorecer el aprovechamiento técnico de los materiales a que se refiere el presente capítulo.

CAPÍTULO IV

ÁREAS ESPECIALES DE INTERÉS MINERO

ARTÍCULO 14. Convocatoria y adjudicación. El ministerio, dentro del plazo de seis meses contado a partir de la vigencia del acuerdo que declare un área de interés minero, convocará a nivel nacional e internacional a quienes estuvieren interesados en realizar operaciones mineras en el área objeto de la declaración. El acuerdo de declaración de áreas de interés minero, debe contener:

- a. La invitación oficial al concurso nacional e internacional de las áreas especiales de interés minero declarada por el Ministerio, de conformidad con la Ley.

- b. Las fechas para convocatoria del concurso, recepción de ofertas y adjudicación del área o áreas objeto del concurso.
- c. Aprobación de las bases del concurso.
- d. El lugar donde deben inscribirse los oferentes y la forma de efectuar el pago del costo de las bases del concurso.

ARTÍCULO 15. Requisitos de la convocatoria. Además de los requisitos enumerados en el Artículo anterior, las bases de la convocatoria y adjudicación contendrán:

- a. Requerimientos de informes y de disposiciones generales aplicables a los oferentes y conforme a la naturaleza del proyecto objeto del concurso.
- b. Informe técnico del proyecto con descripción del área de interés minero objeto del concurso.
- c. En caso de explotación, un resumen de los trabajos de exploración realizados con anterioridad, informe de los resultados de las evaluaciones de depósitos existentes y apoyo de planos, datos estadísticos, técnicos y de todos aquellos datos que sean necesarios. Las bases de cada concurso en particular, elaboradas y aprobadas por el Ministerio dentro del marco legal y la política minera estatal aplicables, serán las normas básicas a las que se sujetarán los oferentes durante el proceso del concurso.

ARTÍCULO 16. Comisión Calificadora. Para la recepción y calificación de ofertas, el Ministerio nombrará una Comisión Calificadora, la cual se integrará con tres miembros, uno de cada una de las siguientes Dependencias del Ministerio: Dirección General de Minería, Departamento de Asesoría Jurídica, Departamento de Auditoría y Fiscalización.

ARTÍCULO 17. Atribuciones de la Comisión Calificadora. Recibir, analizar y calificar las ofertas que se presenten, debiendo, según sea el caso, declarar desierto o adjudicado el concurso. En cualesquiera de los casos indicados, deben rendir por escrito el informe correspondiente al Despacho Superior del Ministerio. Todas las actuaciones de la Comisión Calificadora deberán ser suscritas por sus miembros, siendo responsables éstos de la veracidad de los datos contenidos en ella.

CAPÍTULO V SOLICITUDES Y NOTIFICACIONES

ARTÍCULO 18. Requisitos de las solicitudes Toda solicitud de derecho minero, que se presente a la Dirección, debe cumplir con los requisitos que establece el Artículo 41 de la Ley. Las gestiones posteriores deberán cumplir con lo previsto en el Artículo 42 de la Ley.

ARTÍCULO 19. Colindancia de solicitudes. Cuando una solicitud colinde con uno o más derechos mineros, cuyos lados estén orientados Norte-Sur, Este-Oeste, los límites de la nueva solicitud deberán ajustarse a la orientación de los linderos existentes tal como lo indican los Artículos 21, 24 y 29 de la Ley.

ARTÍCULO 20. Prórroga de la licencia de exploración. El plazo de la licencia de exploración se prorrogará sin más trámite, cuando la solicitud se ajuste en la reducción de área que establece la Ley. Cuando la reducción de área sea menor al 50% que establece la Ley, la solicitud deberá presentarse dos meses antes del vencimiento de la licencia o su prórroga, para efectos de su aprobación por parte de la Dirección.

ARTÍCULO 21. Ampliación o renuncia parcial del área de su licencia. Para el efecto puede solicitarlo en cualquier momento de la vigencia de su derecho, acompañando a su solicitud la información técnica correspondiente. La Dirección resolverá autorizando o denegando la solicitud.

ARTÍCULO 22. Obligación de notificar. Toda resolución debe hacerse saber al interesado en forma legal y sin ello no queda obligado ni se le puede afectar en sus derechos. La resolución también deberá notificarse a la otra persona a quienes la misma se refiera o afecte.

ARTÍCULO 23. Lugar para notificar. Las notificaciones deberán hacerse al interesado en la dirección señalada para el efecto en su solicitud inicial, de conformidad con la literal b) del Artículo 41 de la Ley, mientras no fije por escrito otro lugar diferente.

ARTÍCULO 24. Entrega de copias. Al practicar una notificación, se entregará a la notificada, copia de la resolución dictada y de los documentos que fueren necesarios.

ARTÍCULO 25. Plazo para notificar. Toda notificación deberá practicarse en un plazo máximo de diez días, contado a partir del día siguiente de dictada la resolución, bajo pena de imponer al responsable de practicarla, en caso de incumplimiento, las sanciones administrativas correspondientes, de conformidad con lo que establece la Ley de Servicio Civil.

ARTÍCULO 26. Forma de practicar las notificaciones: Para practicar una notificación, el notificador irá personalmente al lugar señalado por el interesado.

Si no encontrare al interesado, le notificará por cédula que entregará a los parientes, empleados o cualquier persona idónea mayor de edad que se encuentre en el lugar o permanezca habitualmente en él. Si no encontrare a ninguna persona a quien notificar o habiéndola, ésta se niegue a recibir la cédula, la fijará en la puerta y pondrá razón de lo mismo. Cuando el notificador sepa, por constarle personalmente o por informes que le proporcionen en el lugar, que la persona que deba ser notificada, ha muerto o que se encuentra fuera de la República de Guatemala, se abstendrá de notificar, pondrá razón de lo anterior e informará a la Dirección para que ésta resuelva lo procedente. Tratándose de personas jurídicas no se aplican las disposiciones contenidas en este párrafo.

ARTÍCULO 27. Contenido de la notificación. Toda notificación debe contener:

- a. Identificación precisa del expediente de conformidad con lo establecido en el Artículo 3 de este Reglamento, identificación de la resolución y fecha de la misma.
- b. Nombres y apellidos completos del notificador, tratándose de personas jurídicas, su denominación exacta, tal como aparece en el expediente.
- c. Dirección exacta, fecha y hora en que se hace la notificación.
- d. Nombres y apellidos de la persona a quien se entrega la notificación.
- e. La relación de haber entregado la notificación o haberla fijado en la puerta.
- f. Fe de que la notificación fue firmada por quien la recibió o bien si se negó a firmarla.
- g. Firma del notificador
- h. Sello de la Dirección

En las notificaciones no se utilizarán cifras y las mismas deberán escribirse en letras, pudiendo ser escrita en números entre paréntesis, tampoco podrá hacerse en las mismas, observaciones o anotaciones, salvo aquellas que haga el notificador relativas a la forma en que practicó la notificación.

ARTÍCULO 28. Notificaciones por comisión. Cuando deban practicarse notificaciones en lugares a donde no puedan hacerlas los notificadores de la Dirección, ésta comisionará a la Municipalidad o a la Gobernación Departamental respectiva. La notificación se practicará en la forma prevista en el presente capítulo y quien la practique deberá devolver a la Dirección la cédula de notificación en forma inmediata.

CAPÍTULO VI

DETERMINACIÓN DE VALORES DE COTIZACIÓN, CÁLCULO DE REGALÍAS, INTERESES, AJUSTES Y ÓRDENES DE PAGO.

ARTÍCULO 29. (Declarado Inconstitucional por el Expediente Número 1337-2002 de la Corte de Constitucionalidad). Derogado.

ARTÍCULO 30. Comisión para la determinación de valores de cotización de productos mineros comercializados en el mercado interno. La formulación de las propuestas de los valores de cotización de productos mineros, comercializados en el mercado interno estará a cargo de una Comisión, la cual será nombrada por Acuerdo Ministerial emitido por el Ministerio en los primeros cinco días del mes de octubre de cada año.

ARTÍCULO 31. Integración de la Comisión. La comisión se integra por seis miembros: tres designados por el Ministerio y tres del sector privado minero.

La comisión por la mayoría de votos elegirá de entre sus miembros a un coordinador.

ARTÍCULO 32. (Declarado Inconstitucional el tercer párrafo por el Expediente Número 1337-2002 de la Corte de Constitucionalidad). Procedimiento para la determinación de valores de cotización en el mercado interno.

Los titulares de licencias de explotación minera quedan obligados a presentar a la Dirección General de Minería, dentro de los primeros quince días del mes de noviembre de cada año, una declaración jurada que contendrá la información siguiente:

- a. Promedio de los precios de venta de los productos mineros comercializados durante el año.
- b. Especificación de la medida con que fueron vendidos los productos mineros y su equivalencia a otras medidas en el sistema métrico decimal.
- c. Descripción técnica del producto minero vendido, indicando el tipo de mineral de que se trata y grado de procesamiento.

La Dirección General de Minería recibirá la declaración y la enviará a la Comisión que, luego de analizar las declaraciones juradas presentadas, obtendrá un promedio ponderado del precio de venta de cada producto minero por unidad de medida. Si la Comisión tuviere duda de la información presentada, podrá solicitar las ampliaciones o aclaraciones al declarante. La Comisión podrá citar al titular de la licencia para que aclare o amplíe la información presentada.

ARTÍCULO 33. Determinación de las regalías. Para el pago de las regalías, el titular debe presentar ante la Dirección General de Minería, declaración jurada con legalización notarial de su firma, la que debe contener los datos siguientes:

- a. Identificación del declarante con todos sus datos personales, la calidad con que comparece y lugar para recibir notificaciones.
- b. Identificación del declarante con todos sus datos personales, la calidad con que comparece y lugar para recibir notificaciones.
- c. Designación precisa de los productos mineros sujetos al pago de regalías y el uso que se dará a los mismos.
- d. Indicación del volumen explotado.
- e. Las cantidades que se destinarán a la exportación, para fines estadísticos de la Dirección.
- f. Período al que corresponde el pago de regalías.

Para el cumplimiento de la obligación de presentar la declaración a que se refiere este Artículo, la Dirección elaborará y pondrá a disposición de los interesados, los formularios correspondientes.

ARTÍCULO 34. Trámite de liquidación. La Dirección hará del conocimiento del titular las liquidaciones de regalías o ajustes que emita el Departamento, otorgándose un plazo de diez días, para que presente su oposición. La Dirección, previo dictamen del Departamento dictará la resolución que apruebe la liquidación y requerirá los pagos que hubieren pendientes.

ARTÍCULO 35. Oposición a la liquidación. Si el titular no estuviese de acuerdo con la liquidación que se le formule, deberá hacerlo saber por escrito ante la Dirección fundamentando adecuadamente los motivos de su operación, cursará la oposición al Departamento, el que la conocerá y emitirá opinión ratificándola, rectificándola o practicando una nueva liquidación, la cual se notificará

nuevamente al obligado en la forma prevista en el Artículo anterior. Agotado el procedimiento, la Dirección resolverá lo procedente en el plazo de diez días.

ARTÍCULO 36. Obligaciones del Departamento. Todo dictamen, opinión o providencia que emita el Departamento, en lo relativo a regalías, multas o ajustes, deberá ser sustentada legal y financieramente, exponiendo de manera amplia los fundamentos técnicos y financieros en que se apoya.

ARTÍCULO 37. Pagos anticipados de regalías. El titular de un derecho minero que desee hacer pagos anticipados por este concepto, deberá hacerlo saber por escrito a la Dirección, con copia al Departamento, el que de inmediato emitirá la orden de pago. El pago anticipado no requiere la presentación de la declaración jurada, pero no exime al titular de la obligación de presentarla ni del pago de los complementos que deba realizar, en base a los ajustes que oportunamente formule el Departamento.

ARTÍCULO 38. Plazo de prescripción para la fiscalización. El Departamento podrá requerir información o efectuar auditorías a las operaciones contables de las personas a que se refiere el Artículo 68 de la Ley; para el efecto podrá formular ajustes, determinar multas e intereses hasta por un período de cinco años.

CAPÍTULO VII

PROHIBICIONES Y SANCIONES

ARTÍCULO 39. Prohibición para efectuar operaciones mineras en áreas determinadas. La dirección, por medio de un Acuerdo que deberá ser publicado en el Diario Oficial, deberá prohibir la ejecución de operaciones mineras, en las áreas que puedan afectar a personas, bienes o al medio ambiente.

Para acordar la prohibición, la Dirección podrá requerir la opinión de otras entidades públicas.

ARTÍCULO 40. Contenido del acuerdo de prohibición. El Acuerdo que decrete la prohibición de ejecutar operaciones mineras, deberá contener, además de los requisitos formales, lo siguiente:

- a. Identificación exacta del área objeto de la prohibición.
- b. Expresión de las operaciones mineras que se prohíben.
- c. Plazo de la prohibición.
- d. Exposición de los hechos que fundamentan la prohibición.
- e. Relación del estudio técnico que sustente la prohibición.

ARTÍCULO 41. Oposición. No obstante la prohibición de ejecutar operaciones mineras, el interesado a quien ésta le afecte, podrá oponerse a la misma, comprobando con dictamen técnico emitido por la entidad pública idónea, que las operaciones mineras no causarán daños. Si la Dirección comprobare que la oposición tiene fundamento, podrá autorizar las operaciones, excluyendo de la prohibición el área objetada y modificando el acuerdo respectivo.

ARTÍCULO 42. Imposición de sanciones. De conformidad con el Artículo 57 de la Ley, la Dirección en caso de infracciones podrá imponer las sanciones correspondientes. Para la imposición de sanciones, la Dirección debe observar el procedimiento siguiente:

- a. Una vez determinada la causal de la sanción y la sanción a imponerse, se correrá audiencia al interesado por el plazo de diez días.

- b. Al evacuar la audiencia, el interesado puede ofrecer pruebas, las que serán recibidas y diligenciadas por la Dirección en un plazo de diez días.
- c. Vencido el plazo de prueba, la Dirección resolverá acerca de la sanción a imponer.

ARTÍCULO 43. Sanciones por explotaciones ilegales. Quien explote ilegalmente minerales, será sancionado con multa que se aplicará de conformidad con la literal d) del Artículo 57 de la Ley. Para la imposición de la multa, la Dirección deberá observar el procedimiento identificado en el Artículo anterior.

CAPÍTULO VIII DISPOSICIONES FINALES

ARTÍCULO 44. Casos no previstos. Los casos no previstos en este Reglamento, se resolverán por el Ministerio o la Dirección, de conformidad con las normas y principios contenidos en la Ley del Organismo Judicial y en la legislación común.

ARTÍCULO 45. Solicitudes en trámite. Las solicitudes que se encuentran en trámite deberán ajustarse a las disposiciones de este Reglamento y resolverse de conformidad con el mismo.

ARTÍCULO 46. Derogatoria. Se deroga el Reglamento de la Ley de Minería, contenido en Acuerdo Gubernativo número 8-98 de fecha 12 de enero de 1998.

ARTÍCULO 47. Vigencia. El presente Reglamento empezará a regir al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial.

