



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

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE
FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL
MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL**

Francisco Armando Rodríguez Figueroa
Asesorado por la Inga. Silvia Eugenia Barillas Donis

Guatemala, junio de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE
FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL
MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO ARMANDO RODRÍGUEZ FIGUEROA
ASESORADO POR LA INGA. SILVIA EUGENIA BARILLAS DONIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Polanco Aguilar
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Ernesto Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. Milton José de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

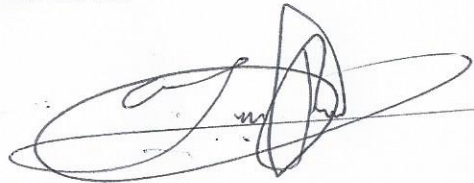
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Saulo Moisés Méndez Garza
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 7 de febrero de 2018.



Francisco Armando Rodríguez Figueroa

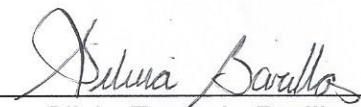
Guatemala, 6 de febrero de 2019

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ingeniero Cesar Ernesto Urquizú Rodas A.I.
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, a.i.

Ingeniero Urquizú:

Por medio de la presente le informo que como asesora del estudiante **Francisco Armando Rodríguez Figueroa** con Registro Académico No. **2013-14475**, CUI No. **2401149220101**, procedí a revisar los capítulos del trabajo de graduación titulado: "DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL". En tal virtud, **LO DOY APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular,



Silvia Eugenia Barillas Donis
Ingeniera Industrial
Colegiado Número: 4340

Silvia Eugenia Barillas Donis
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4340

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA




FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.043.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Armando Rodríguez Figueroa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.089.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Armando Rodríguez Figueroa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

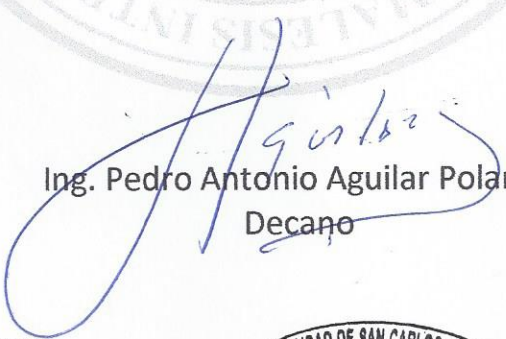


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 283.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATERIA DERIVADA DEL MÁRMOL Y GRANITO EN LA INDUSTRIA ORNAMENTAL**, presentado por el estudiante universitario: **Francisco Armando Rodríguez Figueroa**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, junio de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme culminar este trabajo, dándome sabiduría y entendimiento; pero sobre todo por ser mi guía día a día.
- Mi madre** Nora Figueroa, por siempre apoyarme, brindarme su amor y creer en mí. Dándome ánimos cuando no podía más.
- Mi padre** Quien en vida fue Oscar Rodríguez, por su amor incondicional, porque él nunca dejó de creer que yo era capaz de todo, y sobre todo porque me amó con todo su corazón.
- Mis hermanos** Oscar y Rodrigo Rodríguez, por tenerme paciencia, apoyarme y motivarme a lo largo de la carrera.
- Familia López Barillas** Por ayudarme a cumplir mis objetivos y brindarme todo su cariño. Por estar presentes a lo largo de mi vida, apoyándome y enseñándome cosas nuevas. Motivándome a seguir adelante.

Mis abuelos

Por estar presentes a lo largo de mi vida, apoyándome y enseñándome cosas nuevas. Motivándome a seguir adelante.

**Julio Manuel Meléndez
Crispín**

Por ser como un padre, cuidándonos a mis hermanos y a mí. Siempre brindándonos su apoyo y cariño.

**Joshua Esteban
Ramírez Noriega**

Por ser como un hermano, ayudarme cuando fuera necesario y apoyarnos mutuamente durante la carrera, animándome sin importar las circunstancias.

**Adriana Valeria Sánchez
Ríos**

Por brindarme su apoyo y cariño durante estos años, ayudándome a cumplir metas y motivándome a salir adelante, alentándome a no desistir.

Familia y amigos

Gracias a ellos y las experiencias que hemos vivido juntos he podido crecer y formarme como un futuro profesional.

Mi padrino

Yanuario Méndez, por ser un soporte para la familia, dándonos todo su cariño y apoyo en los momentos que más lo necesitamos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme un espacio en el cual pude adquirir los conocimientos que me permitirán desarrollarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme nuevos conocimientos y desarrollar mis habilidades para formarme en la carrera.
Inga. Silvia Barillas	Por compartir sus conocimientos, orientarme y por su ayuda incondicional durante el desarrollo del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Historia de la empresa	1
1.2. Datos generales de la empresa.....	1
1.2.1. Ubicación	2
1.2.2. Misión.....	2
1.2.3. Visión	2
1.2.4. Compromiso.....	2
1.3. Estructura de la organización	3
1.3.1. Organigrama	3
1.3.2. Departamento de contabilidad.....	4
1.3.3. Departamento de ventas	4
1.3.4. Departamento de producción	5
1.4. Descripción de puestos.....	6
1.4.1. Área de ventas.....	7
1.4.2. Área de contabilidad	9
1.4.3. Área de producción.....	10
1.5. Políticas de la empresa.....	13
1.5.1. Tiempos de entrega.....	13

	1.5.2.	Garantía	14
1.6.		Diagramas.....	15
	1.6.1.	Diagrama de operaciones	15
	1.6.2.	Diagrama de flujo de operaciones.....	18
	1.6.3.	Diagrama de recorrido.....	22
2.		SITUACIÓN ACTUAL	23
2.1.		Descripción del producto	23
2.2.		Tipos de proyecto	23
	2.2.1.	Corte de piezas.....	24
	2.2.2.	Piezas con acabado	24
	2.2.3.	Fabricación e instalación de piezas	25
2.3.		Materias primas	26
	2.3.1.	Granitos	26
	2.3.2.	Cuarzos.....	28
	2.3.3.	Mármoles	29
2.4.		Descripción del equipo	30
	2.4.1.	Maquinaria	31
	2.4.2.	Herramientas	33
2.5.		Descripción del proceso	34
	2.5.1.	Área de dibujo.....	34
	2.5.2.	Área de corte	39
	2.5.3.	Área de voleo.....	39
	2.5.4.	Área de brillo.....	46
	2.5.5.	Instalación.....	47
2.6.		Tipos de fallas.....	48
	2.6.1.	Medidas en planos.....	48
	2.6.2.	Cortes	48
	2.6.3.	Acabados incorrectos	49

2.6.4.	Brillo deficiente.....	49
2.6.5.	Instalación incorrecta.....	50
2.6.6.	Fisuras	51
2.7.	Mantenimiento del equipo.....	51
2.8.	Reproceso.....	52
2.8.1.	Internos.....	52
2.8.2.	Externos.....	53
3.	PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE FALLOS.....	55
3.1.	Calidad.....	55
3.1.1.	Control estadístico de la calidad.....	55
3.2.	Recolección de datos.....	56
3.2.1.	Definición de indicadores de control.....	57
3.2.2.	Diseño de formatos.....	57
3.3.	Puntos de inspección.....	61
3.3.1.	Inspección de materias primas.....	62
3.3.2.	Inspección de producto por etapa	62
	3.3.2.1. Corte.....	63
	3.3.2.2. Voleo.....	63
	3.3.2.3. Brillo.....	63
	3.3.2.4. Inspección de producto terminado	63
3.4.	Gráficos de control.....	64
3.4.1.	Gráficos de control por atributos	64
	3.4.1.1. Gráfico U	64
	3.4.1.2. Gráfico P.....	67
3.5.	Herramientas básicas para el control de la calidad.....	70
3.5.1.	Diagrama de Ishikawa	70
3.5.2.	Diagrama de Pareto.....	74

3.6.	Identificación de las áreas de mayor incidencia y sus causas.....	75
3.7.	Verificación del plan de control de calidad	76
3.7.1.	Análisis de indicadores.....	77
3.8.	Medidas correctivas y de corrección	80
3.8.1.	Por área de incidencia de fallos	80
4.	DESARROLLO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	83
4.1.	Responsables de la implementación.....	83
4.1.1.	Gerencia general	83
4.1.2.	Gerencia de producción	83
4.1.3.	Supervisor de producción.....	84
4.2.	Capacitación de personal	84
4.2.1.	Diseño del programa	85
4.2.2.	Cronograma de actividades.....	86
4.3.	Manual de implementación del control de calidad	88
4.3.1.	Procedimiento para la realización de inspecciones	88
4.3.2.	Procedimiento para la elaboración de los gráficos de control	89
4.3.3.	Procedimiento para la elaboración y el análisis de indicadores	95
4.3.4.	Procedimientos de medidas correctivas.....	96
4.4.	Costos asociados.....	97
4.4.1.	Costos de reproceso	97
4.4.2.	Costo de oportunidad	98
4.4.3.	Costo de la pérdida de clientes	98
4.5.	Transformar el grupo de trabajadores en un equipo de trabajo	98

4.5.1.	Mejorar el trabajo en equipo.....	99
4.5.2.	Aumento de la confianza en relación subordinado-jefe inmediato	100
4.5.3.	Creación de un ambiente solidario basado en principios éticos	101
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	103
5.1.	Resultados	103
5.1.1.	Análisis.....	103
5.1.2.	Mejora continua	103
5.1.2.1.	Redefinición de las metas de indicadores	104
5.2.	Ventajas de la implementación.....	104
5.2.1.	Disminución de retrasos en la producción	105
5.2.2.	Disminución del desperdicio de materiales	105
5.2.3.	Reducción de costos por reposición.....	105
	CONCLUSIONES.....	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general.....	3
2.	Organigrama departamento de contabilidad	4
3.	Organigrama departamento de ventas.....	5
4.	Organigrama departamento de producción.....	6
5.	Descripción general de puestos	7
6.	Diagrama de operaciones.....	16
7.	Diagrama de flujo de operaciones.....	19
8.	Diagrama de recorrido	22
9.	Ilustración de cubiertas.....	23
10.	Cortadora automática	32
11.	Cortadora manual	32
12.	Ejemplo de un plano elaborado en el área de dibujo.....	35
13.	Orden de corte en el área de dibujo	37
14.	Diseño de un despiece en el área de dibujo	38
15.	Filo matado simple.....	40
16.	Filo matado engrosado	41
17.	Cuarto bocel simple	41
18.	Cuarto bocel engrosado	42
19.	Cuarto bocel especial	42
20.	Medio bocel simple	43
21.	Medio bocel engrosado	43
22.	Pecho de paloma simple	44
23.	Pecho de paloma engrosado.....	44

24.	Esquina de diamante simple	45
25.	Unión a 45 grados	45
26.	Abertura de uniones	51
27.	Formato de registro	59
28.	Gráfico U (n variable).....	67
29.	Gráfico de control P (n variable).....	69
30.	Ishikawa área de dibujo.....	71
31.	Ishikawa área de corte.....	71
32.	Ishikawa área de voleo	72
33.	Ishikawa área de brillo.....	72
34.	Ishikawa área de estuque.....	73
35.	Ishikawa área de instalación	73
36.	Gráfico Pareto.....	75
37.	Ejemplo de gráfica U	94

TABLAS

I.	Tipos de proyecto	26
II.	Listado de granitos	27
III.	Listado de cuarzos.....	29
IV.	Listado de mármoles	30
V.	Nomenclatura de las piezas	34
VI.	Datos recolectados en inspección.....	60
VII.	Datos utilizados para el gráfico U.....	66
VIII.	Datos utilizados para el gráfico P	68
IX.	Datos para elaboración de Pareto.....	74
X.	Causas de desperfectos por área	76
XI.	Análisis de indicadores (eficiencia)	80
XII.	Capacitación por área.....	85

XIII.	Cronograma de actividades.....	86
XIV.	Costo de capacitación	87
XV.	Realización del gráfico U	90
XVI.	Realización del gráfico P	92

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Actuar
OT	Correlativo utilizado para distinguir proyectos
F	Faldón
H	Hacer
m	Metro
m²	Metro cuadrado
M	Muro
N	Nariz
P	Planear
S	Salpicadera
T	<i>Top</i>
V	Verificar

GLOSARIO

Calidad	Conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.
Capacitación	Acción de proporcionarle a una persona nuevos conocimientos y herramientas para que desarrolle al máximo sus habilidades.
Ciclo de Deming	Se le conoce como círculo PHVA, el cual es una metodología utilizada para la mejora continua de calidad.
Ergonomía	Estudio de las condiciones de adaptación de un lugar de trabajo, a las características físicas y psicológicas del trabajador o usuario.
EPP	Equipo de protección personal
Estuque	Pasta que se utiliza para pintar porosidades encontradas en las rocas.
Formato	Documento que se utiliza para llevar controles.
Mantenimiento	Conservación de maquinaria en buen estado o evitar su desgaste.

<i>Sketch</i>	Bosquejos de dibujos utilizados para representar diseños.
<i>Tenax</i>	Adhesivo hecho a base de fibra de carbono.
<i>Felpas</i>	Pastillas de diamantes con una mezcla de resinas que actúan como cojín que no permiten el contacto directo entre el material que se está puliendo y los diamantes.
<i>Volakas</i>	Mármol natural de color blanco con vetas en tonos grises.

RESUMEN

La fábrica realiza cubiertas de granito, cuarzo y mármol para acabados finales en la industria de construcción y que en lo sucesivo será denominada Mármol Soñado, S. A. En los últimos años, este tipo de industria ha tenido un incremento de demanda, por lo que la competencia cada vez es mayor y sobresalen aquellas empresas que brindan productos de excelencia.

La calidad consiste en que los productos cumplan con ciertas características que generalmente son determinadas por el cliente, al realizar el proceso de elaboración correctamente se crea un valor agregado a la empresa haciendo que esta se diferencie de la competencia.

La implementación de un sistema para el control de la calidad permite ciertas ventajas para la organización entre las cuales se puede resaltar la disminución de retrasos en la producción, desperdicios de materiales y costos por reproceso. Utilizando la metodología de Deming (PHVA) se propone un plan de mejoramiento el cual se desglosa de la siguiente manera:

- Planear: por medio de una recolección de datos, identificar la situación actual con el fin de realizar un plan de acción.
- Hacer: realizar una prueba piloto en base al paso anterior y delegar responsabilidades.
- Verificar: por medio de indicadores determinar si existen mejoras en el proceso.

- Actuar: si los resultados fueron positivos, implementar de una manera general los cambios realizados; en caso contrario, hacer modificaciones.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un plan de mejora en el proceso de fabricación con el fin de minimizar los fallos para una empresa dentro de la industria de elaboración e instalación de piedras ornamentales.

Específicos

1. Analizar el sistema actual de control de calidad en el proceso de fabricación de productos derivados de mármol y granito.
2. Diseñar un programa de registros necesarios para determinar el control en las diferentes áreas de trabajo.
3. Determinar las áreas del proceso de producción con mayor incidencia de fallas.
4. Identificar las principales causas atribuibles a las fallas en las áreas con mayor incidencia.
5. Diseñar un plan de control de calidad para minimizar de una manera efectiva las fallas en el proceso de producción.
6. Proponer la utilización del ciclo PHVA, para la implementación del plan de control de calidad diseñado.

7. Realizar un estudio para definir indicadores que permita minimizar la cantidad de defectos en el producto terminado.

INTRODUCCIÓN

La empresa Mármol Soñado, S. A. se dedica a la elaboración de cubiertas de roca natural para baños, cocinas, muros, muebles, y fachadas; se caracteriza por tener una clientela diversa; su mercado objetivo lo componen desde consumidores individuales hasta grandes y reconocidas empresas.

La empresa considera que la calidad es muy importante, por lo cual su prioridad, dentro del proceso de producción es con la finalidad de brindar productos duraderos y que cumplan con las expectativas deseadas por sus clientes. Los clientes son empresas de renombre a nivel nacional e internacional, así como personas individuales.

En algunos casos, cuando una empresa comienza a expandirse y su producción aumenta debido a la demanda que se debe cumplir, se generan distintos factores que pueden afectar directamente la calidad del producto.

Cuando se logra un proceso de fabricación bajo control se minimizan las fallas que se producen que logra eficiencia con un ritmo de trabajo adecuado; no solo se aprovecha la materia prima eficazmente, también, se reducen los tiempos muertos y gastos que provocan el producto final de segunda y tercera calidad para no tener que realizar correcciones a fallas.

Analizando las distintas áreas de la empresa, en el proceso de fabricación, es posible realizar un control adecuado para obtener una producción más eficiente que se mantenga entre los límites de control o banda de confianza.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Historia de la empresa

Mármol Soñado, S. A., es una empresa con más de 15 años en el mercado guatemalteco, focalizada en la elaboración de cubiertas de piedra natural para baños, cocinas, muros y fachadas. La empresa tuvo su origen como resultado de la unión del esfuerzo y trabajo de 4 empresarios: tres guatemaltecos y uno mexicano.

Comenzó sus operaciones en el año de 1998 ubicados en el mercado de la terminal El Granero zona 4; debido a la aceptación que sus productos tuvieron trasladaron sus oficinas al sector conocido como cuatro grados norte, siempre dentro de la misma zona. Actualmente, se ubican en la calzada Mateo Flores, zona 7 de la ciudad capital; debido a la creciente demanda que la empresa ha tenido, esta ha logrado posicionarse entre las mejores dentro de su industria por lo cual cuenta con un distribuidor en el departamento de Quetzaltenango.

La elaboración de las distintas cubiertas realizadas dentro de la empresa es hecha a base de mármol, granito y cuarzo, materiales que la empresa decide importar de distintos países para garantizar productos de alta calidad a precios justos con los cuales se busca brindar un excelente servicio a sus clientes.

1.2. Datos generales de la empresa

A continuación, se describen la ubicación, la misión, la visión y el compromiso.

1.2.1. Ubicación

La empresa Mármol soñado, S. A., se encuentra en la 2da calle, 33 – 67, zona 7, calzada Mateo Flores, dentro de la ciudad de Guatemala.

1.2.2. Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, ofreciendo materiales importados de primera línea con acabados de la mejor calidad a precios competitivos, proporcionando una solución completa a sus requerimientos en cuanto a rocas naturales”.¹

1.2.3. Visión

“En el año 2022 ser reconocidos como la mejor empresa a nivel regional en el área de piedras naturales a través de la elaboración de productos sobresalientes por su excelente calidad, servicio y cumplimiento en los tiempos de entrega”.²

1.2.4. Compromiso

“Garantizar una experiencia satisfactoria para el consumidor, desde el inicio del proceso de elaboración hasta culminar con el producto terminado, por medio de un equipo de trabajo altamente capacitado, capaz de cumplir con las expectativas del cliente, manejándose con un profundo respeto hacia el mismo y cumpliendo con los periodos y fechas de entrega.”³

¹ Mármol Soñado, S.A. *Manual administrativo*. p. 25.

² ibíd.

³ ibíd.

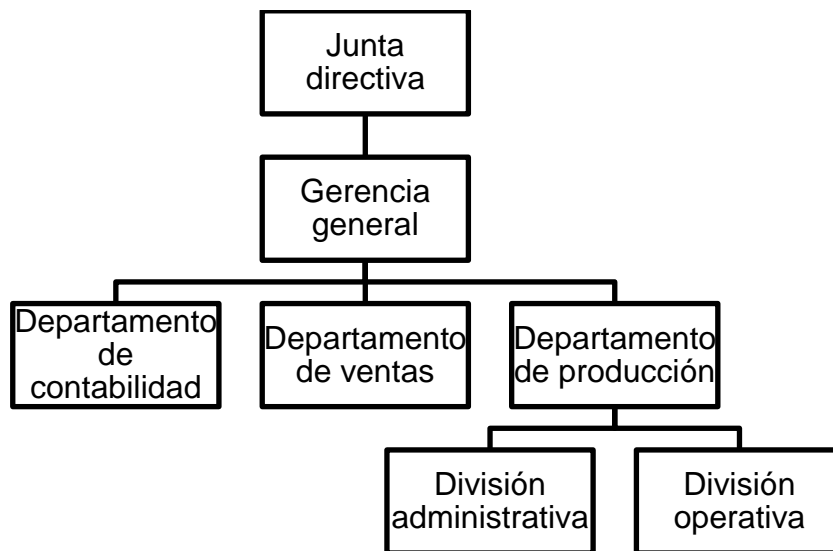
1.3. Estructura de la organización

La organización de la fábrica Mármol Soñado S. A., se caracteriza por tener una estructura de tipo funcional, esto debido a que los empleados son agrupados según sus destrezas, aptitudes, capacidades y habilidades en los siguientes departamentos: contabilidad, ventas y producción.

1.3.1. Organigrama

Los organigramas son representaciones gráficas de la línea de autoridad que existe dentro de una empresa; para garantizar su éxito, se debe contar con una correcta organización estructurando los puestos de trabajo según los diferentes tipos de operaciones que se realicen con el objetivo de ejecutar de una manera más efectiva sus actividades.

Figura 1. Organigrama general

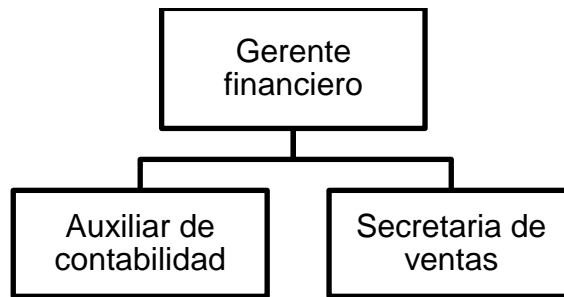


Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Departamento de contabilidad

El departamento de contabilidad es el que tiene a su cargo la realización de los registros de anticipos o pagos en el sistema, emisión de facturas, elaboración de la planilla de personal, reserva de material y control de inventario. Debido a que el material utilizado para el proceso de elaboración es importado este se encarga de los pagos de importación, elaboración de pólizas de impuestos de importación y las liquidaciones. Este departamento está encargado de la elaboración de los formularios del IVA, ISR e ISO. Procurando maximizar los beneficios por lo que también se cercioran que el consumo de materia prima sea proporcional al cotizado.⁴

Figura 2. Organigrama departamento de contabilidad



Fuente: elaboración propia.

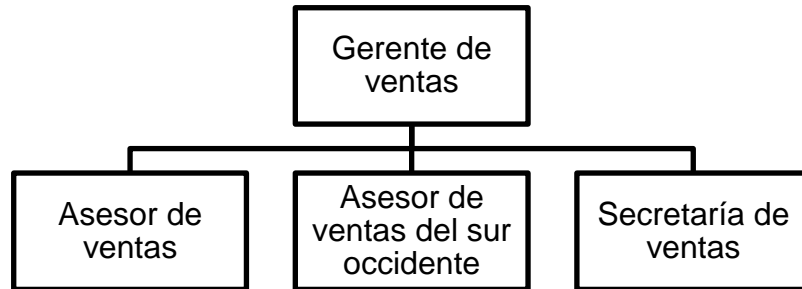
1.3.3. Departamento de ventas

El departamento de ventas es responsable de ampliar la cartera de clientes, realizar cotizaciones para los distintos proyectos, cobros, promociones, publicidad, atención y resolución de dudas a clientes. El gerente de ventas opera con un registro respecto a las ventas en comparación a las proyecciones mensuales, esto permite anticiparse la demanda de los distintos productos, con el fin de prever cuáles serán los más solicitados y con esto lograr evitar la escasez de material. Mensualmente, se generan informes sobre ventas, en las cuales se especifican los clientes que han realizado los pagos en su totalidad, y el listado de clientes que tienen crédito y cuanto deben aún a la empresa. La función de este departamento no termina cuando el proyecto ha concluido, estos deben darles seguimiento continuo a los clientes, esto con el fin de recolectar información sobre la calidad y satisfacción que estos han percibido.⁵

⁴ Mármol Soñado, S.A. *Manual administrativo*. p. 29.

⁵ *Ibíd.* 30.

Figura 3. **Organigrama departamento de ventas**



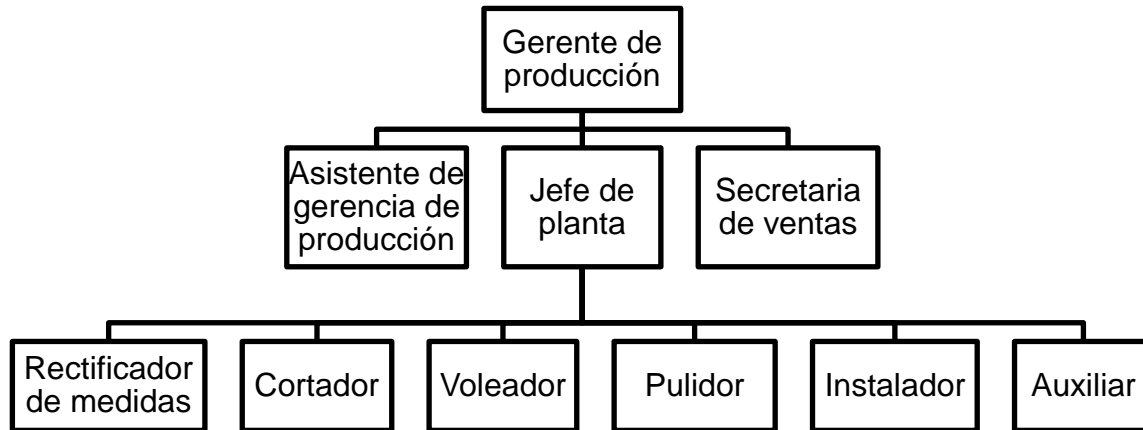
Fuente: elaboración propia.

1.3.4. Departamento de producción

El departamento de producción se encarga tanto de la programación de producción como de la realización de un cronograma de fechas y rutas de entrega a recorrer. Se enfoca en la elaboración de los productos, teniendo alta comunicación con el departamento de ventas con el fin de cumplir las especificaciones impuestas por el cliente. Buscando maximizar los beneficios y minimizar reprocesos, el gerente de producción y jefe de planta deben encargarse de rectificar la calidad del producto haciendo los análisis correspondientes según el tipo de proyecto a efectuarse. Se realizan informes los cuales identifican los proyectos que presentan algún tipo de desperfecto y si estos son cubiertos por la política de garantía se programa la respectiva reparación.⁶

⁶ Mármol Soñado, S.A. *Manual administrativo*. p. 32.

Figura 4. **Organigrama departamento de producción**

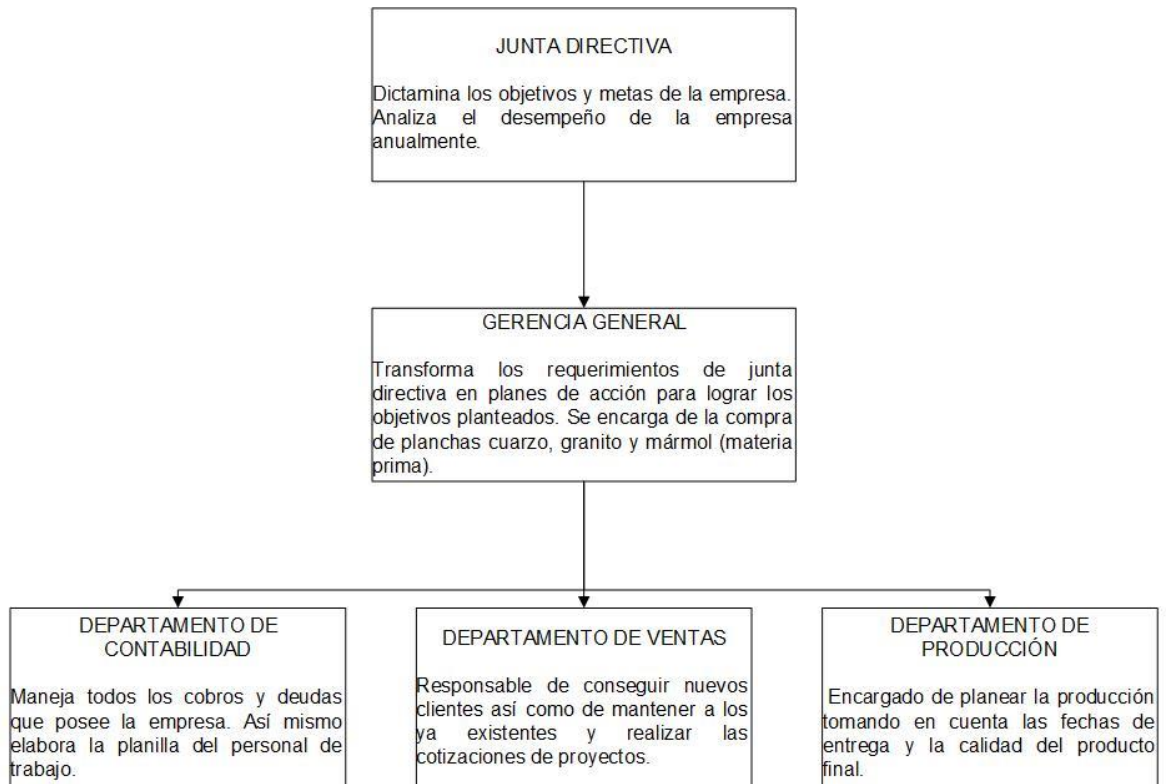


Fuente: elaboración propia.

1.4. Descripción de puestos

A continuación, se detallan los distintos puestos existentes dentro de la empresa Mármol Soñado, S. A., estos se agrupan según su área.

Figura 5. Descripción general de puestos



Fuente: elaboración propia.

1.4.1. Área de ventas

- Gerente de ventas

Encargado directo de los asesores de ventas y secretaria de ventas, trabaja estrechamente con las demás gerencias. Sus principales funciones recaen en la coordinación del equipo de trabajo, control de saldos con clientes y elaboración de informes para los altos mandos denotando la situación que el departamento presenta.

Analizando los reportes semanales que proporcionan los asesores de ventas, debe cerciorarse que las visitas y cobros hayan sido efectuados con el fin de poder realizar un informe, detallando la situación actual del departamento. Este debe contener el total de ventas realizadas, proyectos que se estén trabajando actualmente y los saldos que estos posean, cumplimiento de metas de cada vendedor y la tasa de incremento o disminución de la cartelera de clientes.

Semanalmente participa en reuniones con las demás gerencias para discutir temas relacionados a la producción, con el fin de mejorar e incrementar la productividad dentro de la empresa. Comprometiéndose así a capacitar correctamente a su equipo de trabajo con el fin de cumplir las metas y brindar el apoyo que se necesite en los demás departamentos.

Encargado de brindar apoyo al asesor de ventas ubicado en occidente, el gerente de ventas es la comunicación directa con este por lo cual deben mantenerse en contacto frecuentemente.

Es necesaria una buena presentación personal, debido a que el gerente de ventas se presenta en las negociaciones de proyectos cuando estos son a gran escala, refiriéndose a condominios, edificios o restaurantes. Así mismo, es necesario que tenga las aptitudes de un negociador poder adquirir los proyectos, por lo cual es indispensable la previa experiencia como asesor de ventas.

- Asesor de ventas

Se encuentra directamente bajo el mando del Gerente de ventas y trabaja estrechamente con el personal de producción y contabilidad. Sus principales funciones recaen en el servicio al cliente, por lo que debe programar visitas a estos semanalmente, realizar las cotizaciones que le soliciten e incrementar la cartera de clientes finales y distribuidores.

Es necesaria la precisión en las cotizaciones que realiza y envía a los clientes, con el fin de obtener los márgenes de ganancia adecuados, así como la rápida entrega de los productos y facturas. Para ser capaces de cumplir con las metas establecidas mensualmente por el gerente de ventas. Semanalmente realizar los reportes de ventas, cobros y clientes visitados para enviarlos a su jefe inmediato.

La responsabilidad y organización son características indispensables, por lo que debe proveer seguimiento a los proyectos desde que el cliente entra en contacto para la cotización hasta que el mismo recibe el producto terminado. Los cobros de anticipos y saldos recaen sobre el asesor de ventas por lo que debe tener cierta habilidad numérica, es preciso el manejo de Microsoft sobre todo de Excel.

- Secretaria de ventas

Se encuentra directamente bajo el mando de todas las gerencias, trabaja estrechamente con los asesores de ventas y brindará apoyo cuando lo solicite el personal de producción y contabilidad. Sus principales funciones son el servicio al cliente, la recepción de documentos y elaboración de cartas o documentos que se le soliciten.

Encargada de la recepción de los clientes y llamadas que estos hagan, debe asignarlos a los asesores de ventas de una manera equitativa, llevando un control de las visitas y llamadas. Responsable de solicitar cotizaciones y realizar los pedidos de librería, productos de limpieza, despensa y equipo para producción que se le solicite. Siendo la encargada de recibir los productos anteriores cuando el proveedor los despache y entregárselos a la persona encargada, verificando que estos sean almacenados. Indicándoles a los proveedores que se avoquen con el gerente de contabilidad para recibir el respectivo pago.

Deberá llamar con un día de antelación a los clientes notificándoles que se realizará la instalación de su proyecto al próximo día indicándoles los artefactos con los que estos deben contar para evitar atrasos. Cuando el proyecto ha finalizado se encargará de comunicarse con los clientes para realizar la evaluación del servicio que se les brindó.

A solicitud del asesor de ventas, debe proporcionar seguimiento a las salidas del material, por lo que debe solicitar a contabilidad la respectiva boleta de salida del proyecto, indicarle al encargado de planta que se recogerá dicho material y cuando este notifique que se encuentra listo deberá proporcionarle al cliente una boleta que le permitirá ingresar su vehículo para que su material sea cargado.⁷

1.4.2. Área de contabilidad

- Gerente financiero

Bajo su cargo se encuentra el auxiliar de contabilidad, así mismo tiene la autoridad para dirigir en algunas tareas a los auxiliares del área de producción cuando estos no se encuentren realizando ninguna actividad (tiempo de ocio), trabaja estrechamente con las demás gerencias. Sus principales funciones recaen en la elaboración de planillas del personal, elaboración de los registros contables de la empresa, pago a proveedores, coordinación de trámites referentes a importaciones, pago de impuestos y elaboración de estados financieros para la gerencia denotando la situación que el departamento presenta.

Por medio de registros recabados por el área de producción y ventas debe ser capaz de realizar balances generales, flujos de caja y estados de resultados, los cuales permitirán determinar la situación económica de la empresa, datos que se utilizarán para la elaboración de presupuestos que deberán ser planteados de una manera óptima con el fin de evitar el desperdicio de recursos.

La elaboración de la planilla del personal en algunos casos es a destajo, por consiguiente, se debe elaborar un registro el que fluctuará dependiendo de lo trabajado, el cual servirá para estimar el cálculo del pago. Así mismo el departamento de ventas es retribuido con una comisión cuyo cálculo dependerá de la cantidad de trabajos que se realicen.

Capaz de efectuar flujos de caja y así poder determinar correctamente las fechas de cobros y pagos a realizar, con el fin de no crear escasez de efectivo que resulte dañificando a la empresa. De igual forma archivar los *vouchers* de las transacciones realizadas como respaldo.

Responsable de la coordinación de trámites referentes a la importación de materia prima, con gestor de aduana, navieras y transporte terrestre hacia la fábrica. Elaborando la póliza para el pago de impuestos y liquidación de las importaciones. Se hará cargo del ingreso de la materia prima y en conjunto con el jefe de planta llevarán el control de inventario de esta.

⁷ Mármol Soñado, S. A. *Manual de funciones de puestos de trabajo*. p. 46.

La responsabilidad, organización y habilidad numérica son características indispensables, puesto que la gerencia de recursos presenta un alto nivel de compromiso. Es indispensable que tenga conocimientos avanzados de contabilidad y auditorías, así como el conocimiento de leyes referentes al comercio.

- Auxiliar de contabilidad

Sus principales funciones recaen en la elaboración de los registros contables de la empresa, la verificación de la correcta elaboración de facturas, manejo de inventarios y un correcto control sobre las salidas del material.

Al momento de recibir los comprobantes de pago de los clientes este se encarga de hacer la correspondiente reserva de material llevando un registro en el inventario que permita visualizar la cantidad disponible que ventas podrá brindar.

Debe cerciorarse que los datos ingresados a la factura sean los correspondientes a la cotización realizada por el asesor de ventas, verificando los precios del material que se está vendiendo.

Para cada uno de los proyectos realizados dentro de la empresa, este debe generar una boleta de salida donde se especifiquen cada una de las piezas que forman dicho proyecto, esto con el fin de verificar una a una la salida de estas fuera de la empresa para evitar pérdidas o robo de material.⁸

1.4.3. Área de producción

- Gerente de producción

Tiene bajo su cargo al asistente de gerencia de producción, jefe de planta y secretaria de ventas, trabajará estrechamente con las demás gerencias, especialmente con la de ventas. Sus principales funciones recaen en la coordinación del equipo de trabajo, programación del cronograma de actividades internas e instalaciones, verificación de la calidad del producto y elaboración de informes para que los altos mandos conozcan la situación que el departamento presenta.

Se encarga de delegar los proyectos a los distintos operarios para su fabricación, teniendo en consideración la magnitud del proyecto y las distintas habilidades que los operarios poseen para determinar quién se desempeñará de la mejor manera posible, elaborando un registro que permita la fácil identificación del trabajador de los mismos. Así mismo, se encarga de realizar un cronograma de instalaciones en la cual indicará la fecha de entrega del proyecto a cliente, el operario que irá a instalarla y tiempo de duración del mismo.

Ejecuta visitas a las distintas obras con el fin de inspeccionar el proceso de instalación verificando el apropiado comportamiento de los instaladores, la

⁸ Mármol Soñado, S. A. *Manual de funciones de puestos de trabajo*. p. 50.

utilización de materiales en proporciones adecuadas y la limpieza con la que el proyecto se entrega a los clientes.

Por medio de registros respecto a los proyectos realizados debe ser capaz de anticiparse a las épocas que presentan una mayor demanda productiva, elaborando planes de trabajo que permitan satisfacer las necesidades del mercado considerando la utilización de tercerización, horas extra o contratación de nuevos operarios por periodos específicos de tiempo.

Debe velar por el correcto uso de los recursos de la empresa, respaldando su toma de decisiones a soluciones óptimas que conlleven el menor costo posible, por consiguiente, su capacidad analítica será puesta a prueba constantemente.

- Jefe de planta

Posee directamente bajo su cargo al rectificador de medidas, cortador, voleador, pulidor, instalador y auxiliar. Sus principales funciones recaen en la coordinación del equipo de trabajo, control de inventarios para operarios, en la realización de estuque y control de la calidad del producto terminado.

Es responsable de notificar la delegación de proyectos y fechas realizada por el gerente de producción, velando que la programación del cronograma sea cumplida. Semanalmente realiza un control de inventarios a los operarios para identificar los materiales que a estos les hagan falta y proveerlos de los mismos, llevando un registro con el cual visualizará si los operarios utilizan las cantidades correctas de materia, como también programar las fechas para realizar pedidos a proveedores.

Dentro del área de estuque realizará una inspección preliminar al producto para identificar posibles porosidades, las cuales corregirá por medio de un llenado y limpieza en pieza. Realizará inspecciones al producto terminado verificando que este cumpla con las indicaciones especificadas en el plano de trabajo, que la pieza no presente ningún tipo de fisura o imperfección, la nitidez de los acabados y el brillo.

- Asistente de gerencia de producción

Encargado de la elaboración de planos y órdenes de corte, manejo de caja chica con un valor de Q 2 000,00 y asistencia al gerente de producción en las distintas tareas que este le solicite.

Utilizando el *sketch* proporcionado por el rectificador de medidas, este debe realizar por medio del programa AutoCAD un plano transmitiendo la información necesaria para el proceso de elaboración, utilizando la nomenclatura manejada dentro de la empresa. En la orden de trabajo corte deberá especificar las piezas que se trabajarán y realizará un despiece que permitirá ver la forma óptima de cortar las planchas de material.

En caso la demanda de proyectos sea elevada, este proporcionará apoyo al rectificador de medidas, por consiguiente, deberá presentarse en obra y realizar la toma de medidas correspondientes a las superficies para luego realizar el *sketch* que posteriormente se convertirá en un plano.

Cuando el gerente de producción lo solicite, este deberá cubrirlo en la ejecución de algunas funciones, haciéndose así responsable de la programación de cronogramas de instalación, manejo de caja chica y coordinación del personal.

- Rectificador de medias

Se encarga de la toma de medidas de superficies donde se requieren las cubiertas de piedra natural, diseño de estructuras y revisión de planos con órdenes de corte. Visita las distintas obras para realizar el boceto necesario, anotando todas las consideraciones pertinentes para la ejecución del proyecto. Existen casos especiales donde las formas irregulares de las superficies no permiten la toma adecuada de medidas, por consiguiente, es necesario se realice una plantilla de la pieza.

En algunos casos debido a las características del granito, es necesario la elaboración de estructuras que soporten el peso del mismo y proporcionen mayor resistencia, por lo tanto, al momento de encontrarse en obra deberá ser capaz de hacer el bosquejo del diseño de dicha estructura.

Antes de iniciar el proceso de transformación de materia prima, es necesario corroborar que los datos del *sketch* coincidan con los planos y órdenes de corte, teniéndose que realizar una revisión entre estos.

- Cortador

Utilizando su criterio selecciona las planchas de material considerando que al ser naturales presentan distintas tonalidades aun siendo estas del mismo tipo, por lo tanto, debe cerciorarse que las planchas a utilizarse en cada proyecto presenten una alta similitud y al mismo tiempo que estas no presenten fisuras o golpes que puedan afectar el corte de las piezas.

Para garantizar la precisión de los cortes, es necesario hacer los trazos correspondientes en la plancha del material para luego proceder al corte de las piezas, cerciorándose que estas posean las medidas indicadas en plano y que se encuentren a escuadra, siempre buscando la optimización del material.

- Voleador

Elabora las distintas formas y acabados que mostraran las piezas en sus bordes, según los requerimientos expresados por el cliente los cuales son denotados en el plano. Su trabajo presenta alto esfuerzo físico, el cual consiste en el desgaste de los bordes del granito, en algunos casos es necesario el agregado de piezas para formar un engrosado, por lo tanto, la limpieza y orden son fundamentales para no manchar la piedra natural con los químicos.

- Brillador

Debe asegurarse de verificar que las piezas que entran en su área se encuentren en óptimas condiciones para dar inicio al pulido de las mismas. Requiere un alto nivel de esfuerzo físico, ya que el pulido de las piezas se realiza mediante el desgaste por medio de piedras especiales o felpas dependiendo del tipo de material. En el caso del desgaste con piedras se trabaja humedeciendo las piezas

para reducir los daños causados por la fricción por lo que es necesario un alto nivel de responsabilidad para evitar accidentes.

- Instalador

Realiza el último proceso del área de producción el que corresponde a la instalación de los distintos proyectos. Siendo un trabajo que conlleva una gran cantidad de esfuerzo físico. Debe cargar cuidadosamente el producto terminado en los camiones de entrega, evitando rayarlo o golpearlo. Requiere la habilidad para desempeñar distintas tareas si estas fueran necesarias ya que en algunos casos es necesario la realización de cortes en el material, realizar pulido o elaboración de acabados, en el lugar de la instalación.

Se encarga de encajar los *tops* de granito, mármol o cuarzo en las distintas superficies que se le soliciten, pegándolas cuidadosamente y realizando las uniones del material manteniendo la estética del mismo. La realización de perforaciones en el material, así como instalación de artefactos que se encuentren en estas perforaciones son comunes en los proyectos.

- Auxiliar

Responsable de la limpieza de bodega donde se encuentra la materia prima, el traslado y la descarga de la misma. Cuando sea necesario la elaboración de muestras, el auxiliar será el responsable de la producción de las mismas. Debe colaborar en los distintos procesos de elaboración según los operarios lo soliciten. Encargado de transportar el producto terminado y cargarlo en los vehículos de los clientes.⁹

1.5. Políticas de la empresa

Se entiende como política de una organización a los principios o normativas que la empresa se compromete a cumplir, ya sea dentro de la misma con sus empleados y con los clientes. Las políticas principales bajo las cuales se rige la empresa Mármol soñado, S.A., son las siguientes:

1.5.1. Tiempos de entrega

La empresa opera un tiempo de entrega de proyectos no mayor a 8 días hábiles a partir del momento en que se obtuvo la aprobación del plano por parte del cliente, dicha aprobación se efectúa para que los clientes corroboren la ubicación de uniones y perforaciones antes de cortar el material. Al momento de tener la

⁹ Mármol Soñado, S. A. *Manual de funciones de puestos de trabajo*. p. 62.

aprobación se procede a incluir el proyecto en el programa de producción con el cual se da a conocer al equipo de trabajo y cliente la fecha de entrega final.¹⁰

1.5.2. Garantía

Es un respaldo a los consumidores, en caso de presentarse un producto defectuoso, la empresa se hará responsable de la reparación o sustitución del mismo para que este cumpla con los requisitos y expectativas del cliente.

La empresa Mármol Soñado, S.A., se hace responsable durante el periodo máximo de un año sobre instalación contra cualquier defecto originado por materia prima o en el proceso de fabricación, a partir de la entrega de la obra contratada.

Se hace la salvedad al hecho que los productos fabricados, por ser trabajados con materia prima natural, aun siendo piezas del mismo bloque no sean iguales en tonalidad y diseño debido a que estas presentan vetas y lunares característicos de un producto natural.

- Aspectos generales
 - Los aspectos concernientes a la garantía han sido aprobados previamente por el contratante, y están en concordancia con los planos y especificaciones del contrato.
 - Las características técnicas de la instalación, están en relación con lo aprobado por el contratante en las bases del contrato. Allí se especifican materiales y cantidades a instalar.
 - Los productos instalados han sido previamente revisados y recibidos a satisfacción por el contratante de una manera general verificando que no existan fisuras, las tonalidades en los tops sean similares y la fineza de las uniones.
 - Los materiales por ser de origen natural pueden variar en color y tonalidad, al ser comparados con la muestra inicial.
- Condiciones de la garantía
 - Presentar el certificado adjunto de la garantía con la información del material.
 - Mármol Soñado S. A., tendrá la responsabilidad de suministrar la mano de obra y cubrir el transporte necesario para reponer la(s) parte(s) en garantía sin costo alguno para el usuario.
 - Si el granito, cuarzo o mármol en su caso, se encuentra instalado en lugares poco accesibles y/o de alto riesgo para la integridad

¹⁰ Mármol Soñado, S. A. *Manual de procedimientos de contratación*. p. 23.

física de los técnicos, o se requiera equipo especial (grúas, andamios, cargadores, etc.) el cliente será responsable de los gastos ocasionados para tener acceso a dichas unidades.

- Mármol Soñado S. A. no está obligado a reponer el mismo material original, en caso de llegarse a hacer efectiva la garantía, el cliente podrá seleccionar este u otro material de similares características en cuanto a precio y tonalidad disponible en inventario.
- Mármol Soñado S. A., no se hace responsable de:
 - Mantenimiento preventivo, incluyendo limpieza del granito, cuarzo y mármol.
 - Daños resultados de siniestros atmosféricos, accidentes u otras condiciones más allá del control de Mármol Soñado S.A.
 - Fisuras sufridas por la cubierta al ser expuesta a pesos y exigencias impropias al material o manchas y alteraciones del tono sobre la superficie causadas por un mal uso.¹¹

1.6. Diagramas

Son representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo; es uno de los instrumentos más importantes para el ingeniero de métodos; los diagramas con los cuales se puede describir el proceso de producción dentro de la empresa Mármol Soñado, S.A., son los siguientes: diagrama de operaciones, de flujo y de recorrido.

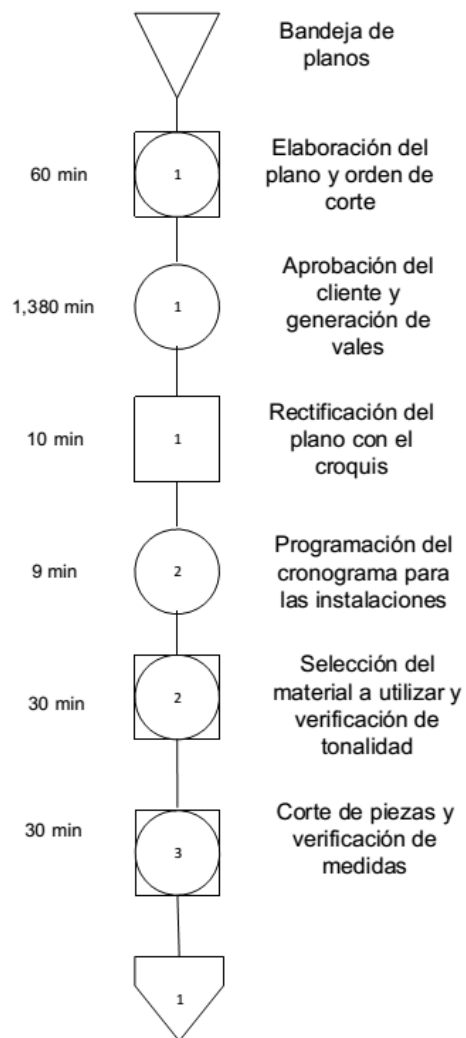
1.6.1. Diagrama de operaciones

Este diagrama es una representación de una secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones, considerando los rangos de tiempos que estas presentan, en un proceso de elaboración; inicia con la materia prima hasta que el producto ha sido terminado.

¹¹ Mármol Soñado, S. A. *Manual de procedimientos de contratación*. p. 23.

Figura 6. Diagrama de operaciones

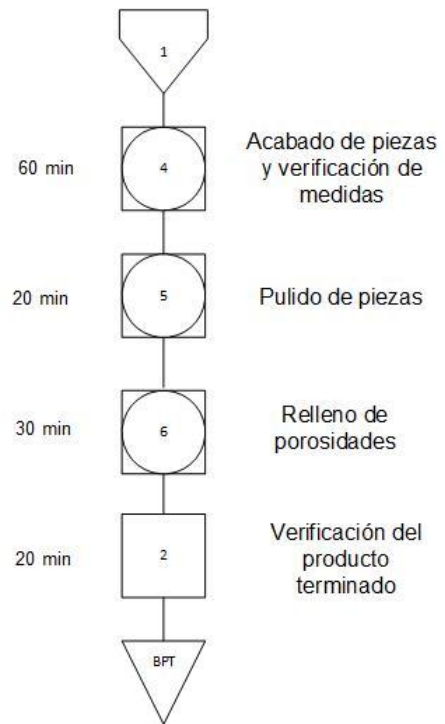
DIAGRAMA DE OPERACIONES	
Empresa: Mármol Soñado, S.A.	Pág.: 1/2
Departamento: Producción	Método: Actual
Producto: Cubierta de granito	Fecha: noviembre 2017
Inicio: Rectificación de medidas	Fin: Bodega de producto terminado
Elaborado por: Francisco A. Rodríguez Figueroa	



Continuación de la figura 6.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Mármol Soñado, S.A. Departamento: Producción Producto: Cubierta de granito Inicio: Rectificación de medidas Elaborado por: Francisco A. Rodríguez Figueroa	Pág.: 2/2 Método: Actual Fecha: noviembre 2017 Fin: Bodega de producto terminado
---	---



Simbología	Nombre	Cantidad	Tiempo
	Operación	2	1389 min
	Inspección	2	30 min
	Combinada	6	230 min
	Total	10	1649 min

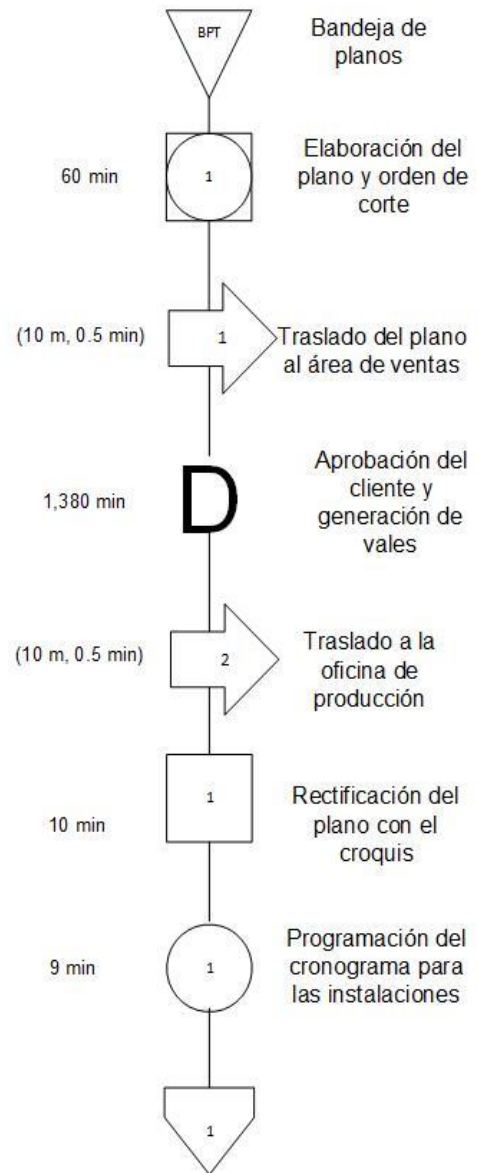
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

1.6.2. Diagrama de flujo de operaciones

Es un diagrama más detallado que el de operaciones, por lo tanto no debe aplicarse a agrupaciones de ensambles complicados debido a que se sobrecarga. Su utilización permite identificar costos ocultos resultado de distancias recorridas, retrasos o almacenamientos temporales. Este diagrama no sólo muestra las operaciones e inspecciones, sino que también registra los traslados y demoras que afecta al proceso colateral al producto.

Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones

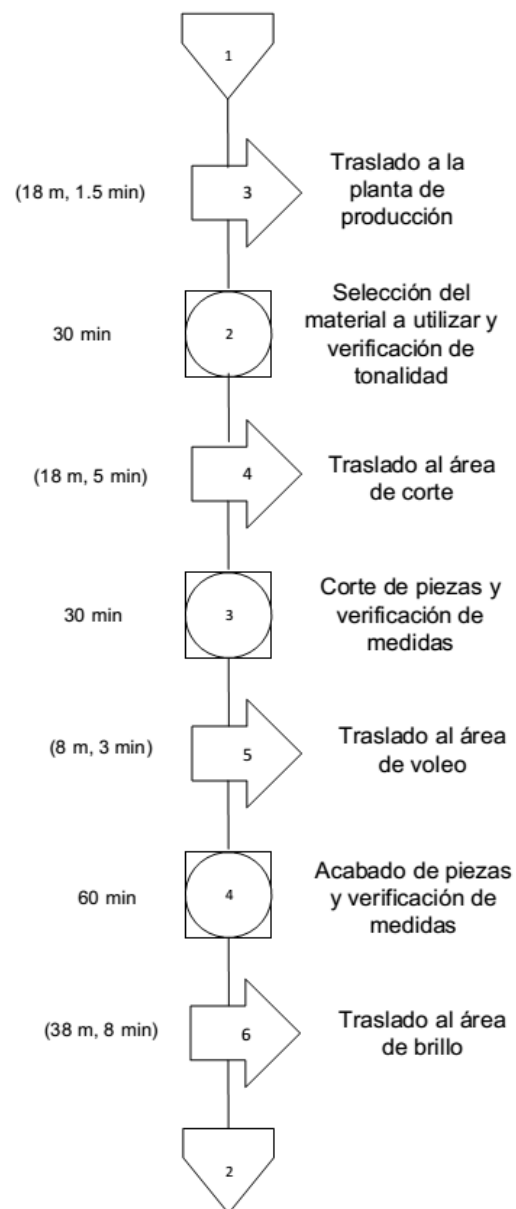
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES	
Empresa: Mármol Soñado, S.A.	Pág.: 1/3
Departamento: Producción	Método: Actual
Producto: Cubierta de granito	Fecha: noviembre 2017
Inicio: Rectificación de medidas	Fin: Bodega de producto terminado
Elaborado por: Francisco A. Rodríguez Figueroa	



Continuación de la figura 7.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

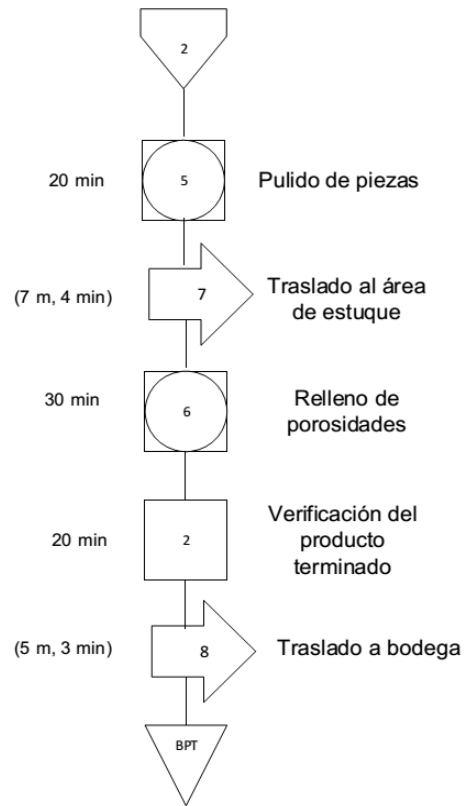
Empresa: Mármol Soñado, S.A.	Pág.: 2/3
Departamento: Producción	Método: Actual
Producto: Cubierta de granito	Fecha: noviembre 2017
Inicio: Rectificación de medidas	Fin: Bodega de producto terminado
Elaborado por: Francisco A. Rodríguez Figueroa	



Continuación de la figura 7.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

Empresa: Mármol Soñado, S.A.	Pág.: 3/3
Departamento: Producción	Método: Actual
Producto: Cubierta de granito	Fecha: noviembre 2017
Inicio: Rectificación de medidas	Fin: Bodega de producto terminado
Elaborado por: Francisco A. Rodríguez Figueroa	



Simbología	Nombre	Cantidad	Tiempo	Distancia
○	Operación	1	9 min	
□	Inspección	2	30 min	
◻	Combinada	6	230 min	
➡	Transporte	8	25.5 min	114 m
D	Demora	1	1,380 min	
	Total		1,674.5 min	

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

1.6.3. Diagrama de recorrido

La principal función de este diagrama es demostrar en un plano físico la distribución existente de las áreas a considerar en la planta; se traza en este el recorrido del proceso de elaboración con sus respectivas operaciones, inspecciones y traslados; con lo cual se puede determinar si existen mejoras que puedan realizarse para acortar traslados o nuevas áreas de almacenamiento temporal o permanente.

Figura 8. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción del producto

La empresa Mármol Soñado, S.A., se especializa en la fabricación de cubiertas de piedra natural para baños, cocinas, muros, muebles y fachadas. Estas cubiertas son utilizadas para acabados finales dentro de la industria de construcción debido a la elegancia que presenta.

Figura 9. Ilustración de cubiertas



Fuente: elaboración propia.

2.2. Tipos de proyecto

Según las necesidades y el presupuesto que el cliente tenga destinado existen diferentes tipos de proyectos, que la empresa ofrece; estos proyectos tienen una nomenclatura especial que ayuda a identificarlos, dicha nomenclatura es seguida por un número de correlativo el cual se especifica en

el plano y la orden de corte. Los distintos tipos de proyectos realizados se presentan a continuación:

2.2.1. Corte de piezas

Este tipo de proyecto consiste en realizar únicamente los cortes de las piezas que el cliente solicita; generalmente, se realiza para distribuidores mayoristas, los cuales trabajan por su cuenta los acabados y su instalación.

Existen variaciones de este tipo de proyecto, en algunos casos los clientes solo presentan las medidas que desean; por consiguiente, solo se realiza la orden de corte necesaria; en otros casos, es necesario ir a medir los muebles o plantillas para generar un plano y la orden de corte.

Los cortes a las piezas de mármol se pueden trabajar ya sea que el cliente compre la plancha completa, lo cual incluye ya el coste de cortes, o el otro método que se denomina cortes a medida se refiere a que solo se venden las piezas, cuyo precio es más elevado por el desperdicio que esta causa.

La nomenclatura utilizada cuando el cliente compra toda la plancha se denomina OT1 y cuando el cliente solicita el método de cortes a medida se denomina OT2.

2.2.2. Piezas con acabado

Este proyecto es la continuación de corte de piezas, se trabajan los cortes y el agregado extra consiste en realizar acabados que consisten en el desgaste de los bordes del material para agregarles un diseño específico; así mismo, el

pulido de las piezas para que recuperen el brillo que se perdió al desgastar los bordes.

Este tipo de proyecto es trabajado para los clientes mayoristas que no poseen herramientas para la elaboración de los acabados pero que si pueden realizar la instalación del producto; generalmente, la solicitud viene acompañada de unas plantillas las cuales traen indicado los lugares donde se debe realizar el acabado, las perforaciones a realizarse y los descuadres que los muebles presentan; por lo cual en el proceso de elaboración se busca que las piezas se asemejen lo más posible a las plantillas (a menos que los clientes indiquen que los descuadres se deben su mal corte).

La nomenclatura utilizada para identificar este tipo de proyectos se denomina OT3, las piezas trabajadas bajo esta nomenclatura son recogidas por el cliente en la planta.

2.2.3. Fabricación e instalación de piezas

Este es el más extenso de todos, debido a que es un proceso que empieza con la medición de las superficies para un proyecto y culmina con su instalación. Es el más solicitado entre los diferentes tipos de proyectos.

Se inicia el proyecto cuando el rectificador de medidas se dirige al lugar de la obra, quien toma las medidas correspondientes y realiza un bosquejo. El bosquejo se envía al área de dibujo donde se realiza el plano y la orden de corte; cuando estos se finalizaron se envían al cliente para su aprobación; luego de obtenerla, se procede a la programación de producción para dar inicio al proceso de elaboración, en el cual se cortarán las piezas; se les darán los acabados correspondientes, se pulirá, estucará y transportará a la bodega de

producto terminado para que cuando llegue la fecha de instalación, un equipo especializado se dirija a la obra para montar las piezas. La nomenclatura utilizada para identificar que el proyecto se producirá e instalará se denomina OT4.

Tabla I. **Tipos de proyecto**

Nomenclatura	Nombre del proyecto
OT1	Cortes en plancha completa
OT2	Cortes a medida
OT3	Piezas con acabado
OT4	Fabricación e instalación de piezas

Fuente: elaboración propia.

2.3. Materias primas

Los distintos proyectos efectuados dentro de la empresa Mármol Soñado, S.A., se realizan a base de piedras importadas de diferentes destinos; pueden ser naturales o prefabricadas; a continuación, se describirán los distintos tipos de piedras.

2.3.1. Granitos

El granito es una piedra natural de origen volcánico, compuesta básicamente por minerales como el cuarzo, mica, feldespato y hierro, entre otros, a los que se atribuyen su color y características.

Es usado comúnmente para recubrir superficies de muebles tanto para cocinas como baños, fachadas de edificios, etc. Debido a su alta dureza y a que su brillo no depende de una reacción físicoquímica, sino a un proceso de

desgaste paulatino con lijas de distintas granulometrías hasta obtener su brillo final, lo hace apto para estos usos.

El granito, por ser una piedra natural en cuyo color y tonalidad no incide la mano del hombre, hace que cada superficie sea única y además pueda tener variedad de color y tonalidad en la misma pieza. Generalmente, presenta vetas; así mismo, es una práctica común, corregir algunas discontinuidades superficiales con resinas especiales, que garantizan su belleza y corrigen estos defectos formados por la naturaleza de la piedra.

El listado de los granitos más utilizados por la empresa Mármol Soñado S. A., se presenta a continuación.

Tabla II. **Listado de granitos**

Nombre del material	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m²)
Amarillo dorado	2,85	1,90	5,42
Alaska	3,15	1,80	5,67
Amarillo tepexi	2,90	1,70	4,93
Arena gold	3,35	1,70	5,70
Atlantis	3,15	1,95	6,14
Blanco antico	3,20	1,85	5,92
Blanco calacata	2,85	1,68	4,79
Blanco cristal	3,15	1,80	5,67
Blanco everest	2,85	1,85	5,27
Blanco jaspe	2,80	1,85	5,18
Blanco marfil	2,80	1,85	5,18
Café emperador	2,05	1,55	3,18
Delicatus	2,90	1,75	5,08
Giallo antico	2,90	1,85	5,37
Huracan	2,90	1,85	5,37
Icarai	2,90	1,75	5,08
Juparana light	2,60	0,70	1,82
Matrix	3,05	1,85	5,64
Negro ebano -grande-	3,35	1,95	6,53

Continuación de la tabla II.

Negro ebano -pequeño-	3,20	1,95	6,24
Negro leather	3,35	1,90	6,37
Negro orion leather	2,70	1,75	4,73
Negro san gabriel	2,80	1,80	5,04
Oro santal rustico	2,35	1,55	3,64
Oro santal brillado	2,80	1,80	5,04
Pergamino	3,25	1,85	6,01
Persian bronze	2,95	1,70	5,02
Persian pearl	3,10	1,90	5,89
Rojo alicante	1,90	1,50	2,85
San francisco	2,80	1,90	5,32
Santa cecilia	2,90	1,85	5,37
Tan brown	2,80	1,85	5,18
Thunder white	2,95	1,75	5,16
Toareg	2,80	1,70	4,76
Verde ubatuba	2,65	1,85	4,90

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Cuarzos

No son piedras cien por ciento naturales, puesto que son fabricados por el hombre. El proceso de fabricación de los tops de cuarzo consiste básicamente en mezclar cuarzo pulverizado en un 90 % - 93 % con un 7 % de resina y pigmentos para lograr los diversos tonos.

La superficie del cuarzo, aunque es dura, puede sufrir ralladuras, debido a los productos que lo forman, por lo que se recomienda no hacer cortes directamente sobre la superficie. Es importante tomar en cuenta que el colorante líquido de repostería es uno de los pocos ingredientes que tiñen los *tops* de cuarzo por lo que no se recomienda utilizarlos directamente sobre el *top*. Aunque el cuarzo es resistente al calor y duradero, no es recomendable

que se le coloquen directamente artefactos recién retirados del fuego; por lo tanto, las superficies de cuarzo necesitan protección en cierto nivel contra las altas temperaturas.

El listado de los cuarzos más utilizados por la empresa Mármol Soñado S. A., se presenta a continuación.

Tabla III. **Listado de cuarzos**

Nombre del material	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m²)
Cuarzo gris estelar	3,00	1,40	4,20
Cuarzo blanco diamante	3,00	1,40	4,20
Cuarzo blanco nieve	3,00	1,40	4,20
Cuarzo blanco oz	3,00	1,40	4,20
Cuarzo negro	2,00	1,40	2,80

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Mármoles

Es una piedra formada a partir de rocas calizas que, sometidas a elevadas temperaturas y presiones, alcanzan un alto grado de cristalización. El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90 %, los demás componentes considerados son los que dan gran variedad de colores en los mármoles y definen sus características físicas. Tras un proceso de pulido por abrasión, el mármol alcanza un alto brillo natural; es decir, no se necesita de la utilización de ceras o componentes químicos.

Se caracteriza por ser un material poroso, más suave que el granito y menos pesado; por dichas razones no se recomienda utilizarlo en exterior ni en

cubiertas de cocinas o aéreas donde se utilicen condimentos, grasas o limón, ya que estos lo pueden manchar.

Al ser una piedra natural la mano del hombre no incide en el color o tonalidad, por lo tanto, la superficie creada es única. Cabe mencionar que puede existir una variedad de color y tonalidad en la misma pieza, así como vetas. Es común corregir algunas discontinuidades superficiales con resinas especiales que rectifican o mejoran algunos posibles defectos en la piedra.

El listado de los mármoles más utilizados por la empresa Mármol Soñado S. A., se presenta a continuación.

Tabla IV. **Listado de mármoles**

Nombre del material	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m²)
Crema tundra brillado	2,80	1,75	4,90
Crema tundra mate	2,75	1,70	4,68
<i>London</i>	2,55	1,85	4,72
<i>Volakas</i>	2,80	1,70	4,76

Fuente: elaboración propia.

2.4. Descripción del equipo

El equipo utilizado para el proceso de elaboración varía dependiendo del área de trabajo donde se encuentre; así mismo, dentro de un área de trabajo pueden existir distintas herramientas o maquinaria utilizada para realizar las mismas operaciones.

2.4.1. Maquinaria

Conjunto de máquinas utilizadas para alcanzar un mismo resultado; en de la empresa Mármol Soñado S. A., se recurre al uso de estas para el transporte o corte de la materia prima.

- Pulidora

Equipo de trabajo eléctrico empleado para pulir la superficie de diferentes materiales mediante movimientos rotatorios con un material abrasivo, generalmente; utilizando copas diamantadas de distintos granos. Se complementa con diferentes discos de diversos materiales abrasivos según sea el desgaste que deba realizarse en la pieza.

- Cortadoras

Utilizadas para realizar diversos cortes en las planchas de material por medio de un movimiento rotatorio de un disco abrasivo. En el área de corte se cuenta con dos tipos de cortadoras: una automática teniendo mayor precisión y tiempos menores, otra manual que necesita mayor concentración por parte del operario.

Figura 10. **Cortadora automática**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Cortadora manual**



Fuente: elaboración propia.

- Barreno

Es un dispositivo utilizado para la creación del brillo en las piezas debido al desgaste que este produce al tener un tornillo helicoidal rotatorio haciéndolo girar a altas velocidades, complementándose con el uso de distintas felpas.

2.4.2. Herramientas

- Polipasto

Estructura compuesta de poleas y una cadena que alternativamente pasa por las diversas ranuras de la polea, es utilizada para levantar o mover cargas ya que reduce considerablemente el esfuerzo. Su función en el área de planta radica en facilitar el posicionamiento de las planchas de material.

- Prensa tipo C

Herramienta manual también conocida con el nombre de Sargento, que se compone de dos mordazas regulables con un tornillo que al girar en uno de sus extremos ejerce presión sobre las piezas del material colocadas entre las mordazas; se utiliza en los engrosados, fijando así las dos piezas hasta que la resina haya secado.

- Nivel

Se utiliza para medir la horizontalidad o verticalidad que poseen las superficies al momento de la instalación, con el fin de evitar piezas suspendidas en el aire que al presentarse una presión cause una fractura en el material.

2.5. Descripción del proceso

El proceso de elaboración del producto consiste de una serie de pasos en orden consecutivo, los cuales se describen a continuación según el área de trabajo que lo realiza.

2.5.1. Área de dibujo

El proceso inicia cuando el rectificador de medidas presenta el bosquejo de la medición con las anotaciones correspondientes, se procede a realizar el plano en AutoCAD, especificando el tipo de material a utilizarse, los acabados que las piezas presentarán y si es necesaria alguna notificación a los clientes.

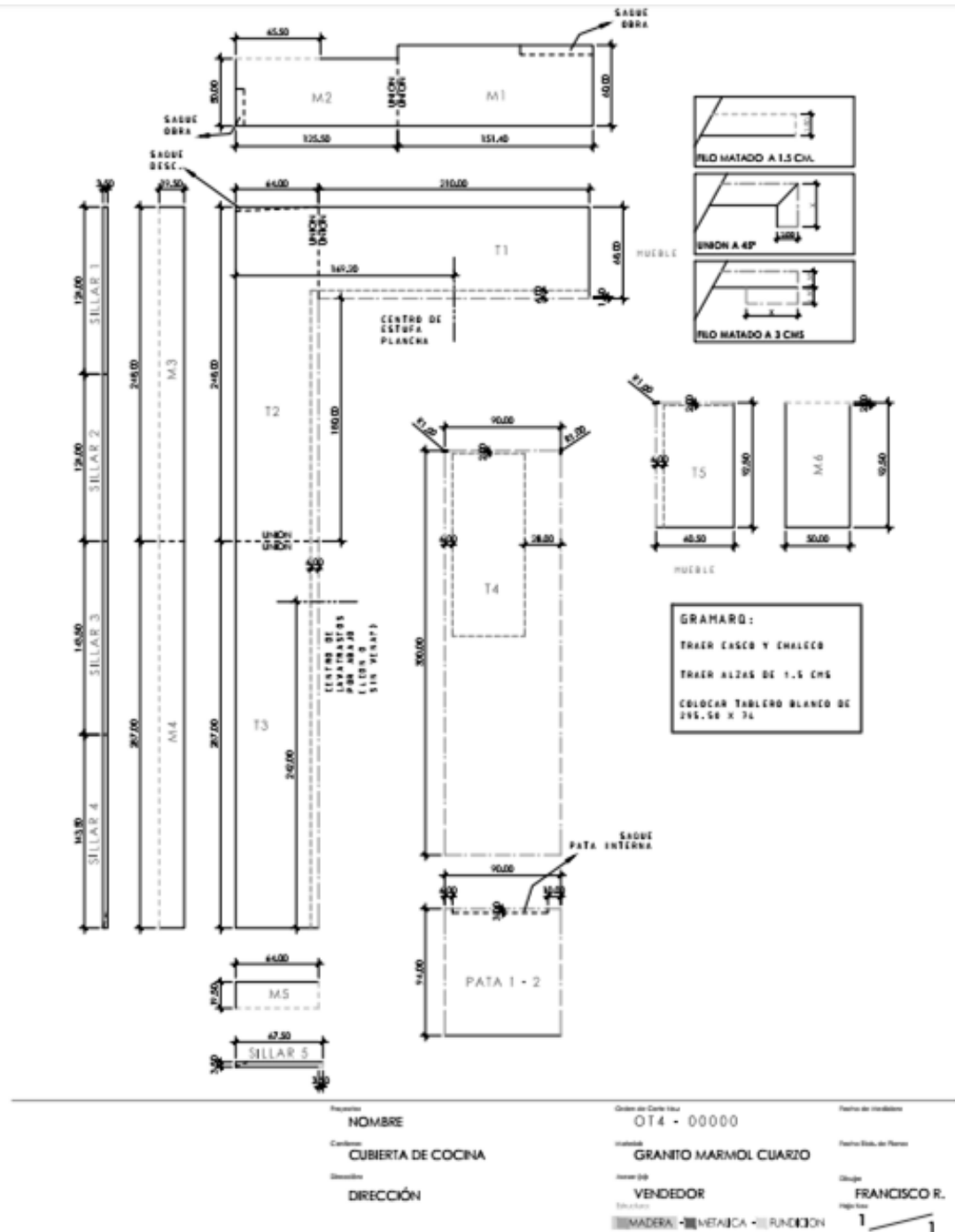
Existe una nomenclatura la cual se trabaja dentro de la empresa, que sirve para identificar con un nombre las distintas piezas a utilizarse. Las piezas identificadas con la letra T y seguidas de un número indican que corresponden a un *top*; es decir, la cubierta del mueble, para las salpicaderas se utiliza la letra S; así mismo, para los muros la letra M lo cual se mantiene para el resto de piezas. También, se ha especificado que las áreas que presentarán algún tipo de acabado estarán remarcadas con algún tipo de línea especial y el color de esta indicará el tipo de acabado que se realizará.

Tabla V. **Nomenclatura de las piezas**

Nomenclatura	Nombre de la pieza
T	<i>Top</i>
S	Salpicadera
M	Muro
N	Nariz
F	Faldón

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Ejemplo de un plano elaborado en el área de dibujo



Fuente: Mármol Soñado, S.A. *Manual administrativo*. p. 25.

Al finalizar la elaboración del plano, se procede a la realización de la orden de corte, la cual se realiza por medio de una plantilla predeterminada en Excel, en esta se especifican los datos generales del proyecto como: nombre, asesor encargado, número de OT, material y el acabado que tendrán las piezas. Cada una de las órdenes de corte presenta un correlativo único que servirá para llevar el respectivo control de los proyectos.

Se ingresan individualmente las piezas que se fabricarán siendo identificadas con un nombre correspondiente a la nomenclatura del plano; estas piezas están conformadas con un ancho y un largo, por lo que al momento de ser ingresadas, la plantilla automáticamente calcula los metros cuadrados que utilizarán, dato que será utilizado para corroborar la cotización realizada por ventas; así mismo, es necesario indicar la cantidad de metros lineales de acabados que estas presentan.

Dentro de la orden de corte se encuentran las medidas utilizables de las planchas de materia prima, al momento de ser ingresadas si estas sobrepasan dichas medidas se podrá verificar y tomar las medidas necesarias para corregir el inconveniente.

Se indica si el proyecto necesitará perforaciones o la fabricación de una estructura, esta indicación permitirá tanto a ventas como al gerente de producción hacer los arreglos correspondientes para cumplir con la solicitud.

Figura 13. Orden de corte en el área de dibujo

ORDEN DE CORTE No. (CS) ####

Fecha:	Octubre, 2018	FECHA INSTALACION	/	/
Obra:		Tipo de Proyecto:		
Asesora:		Fecha E.A.:	/	/
O.T.:		Planos Anexos	SI	<input type="checkbox"/> NO
Acabado:				
Material		Dimensiones Plancha		

Largo	Ancho	Cant.	m2	Descripción	Comentario
0.00	0.00	1	0.000	TOP 1	
0.00	0.00	1	0.000	TOP 2	
0.00	0.00	1	0.000	TOP 3	
0.00	0.00	1	0.000	TOP 4	
0.00	0.00	1	0.000	SALP 1	
0.00	0.00	1	0.000	SALP 2	
0.00	0.00	1	0.000	SALP 3	
0.00	0.00	1	0.000	SALP 4	
0.00	0.00	1	0.000	TAPA 1	
0.00	0.00	1	0.000	TAPA 2	
0.00	0.00	1	0.000	SILLAR 1	
0.00	0.00	1	0.000	SILLAR 2	
0.00	0.00	1	0.000	NARIZ 1	
0.00	0.00	1	0.000	NARIZ 2	
0.00	0.00	1	0.000	NARIZ 3	
0.00	0.00	1	0.000	NARIZ 4	
Total piezas		16	TOTAL Mts 2	0.00	Total Mts L 0.00

Mts. Lineales de Acabados en Planta:		LAVATRASTOS / MANOS
		ESTUFA
		TOMACORRIENTES
Mts. Lineales de Acabados en Obra:		PERF. DE BROCA
		ALZAS
		ESTRUCTURA
0.00 Total Metros Lineales	VIATICOS	Q - Q - Q - Q - TOTAL -
	VIATICOS F.A.	COMBUSTIBLE
	VIATICOS INST.	
	TRANS.EXTRA	KILOMETRAJE
	T.ALIMENTACION	N.HOTEL
		ADICIONAL

AREA PARA USO EXCLUSIVO DE PRODUCCION		
	Dimensiones	Observaciones
No. Planchas		
Retazos utilizados		
Retazos sobrantes		

Fecha de Entrega a Corte: _____

Fecha de Terminación de Corte: _____

Máquina Fija Pulidora

Corte Realido Por: _____ Boleo y Brillo _____

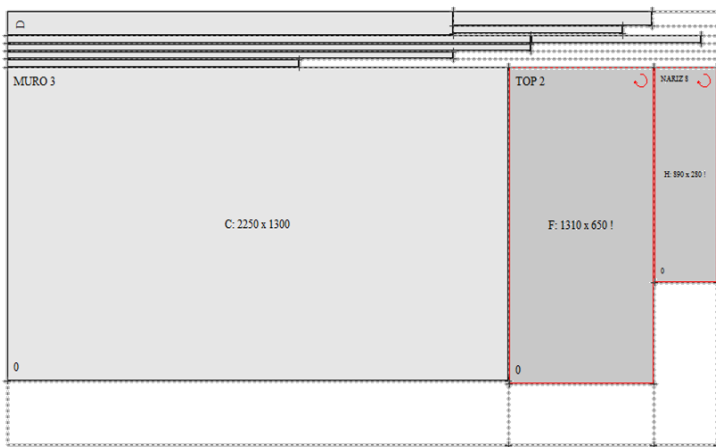
Vo. Bo. Depto. De Produccion _____

Fuente: Mármol Soñado, S.A. *Manual administrativo*. p. 25.

Por medio de la orden de corte se hace posible visualizar la forma de extracción de las piezas indicadas en la misma, esto se denomina 'despiece'; por medio de un software que compara las medidas de la plancha del material con las medidas de las piezas que serán cortadas, ubicándolas así de una manera en la cual el material se pueda optimizar y reducir el desperdicio.

Figura 14. **Diseño de un despiece en el área de dibujo**

Mapa N°: 1/3, 1x 3200x1800 V: 20.75%, Precio 0.00 (= 0.00) Cortes/piezas: 11



Estadística de cortes	
A:	1x 2350x30
	NARIZ 5 0
B:	1x 2350x30
	NARIZ 3 0
C:	1x 2250x1300
	MURO 3 0
D:	1x 2000x100
	MURO 2 0
E:	1x 2000x30
	NARIZ 1 0
F:	1x 1310x650
	TOP 2 0
G:	1x 1310x30
	NARIZ 2 0
H:	1x 890x280
	NARIZ 8 0
I:	1x 890x60
	NARIZ 7 0
J:	1x 760x30
	NARIZ 6 0
K:	1x 760x30
	NARIZ 4 0

Fuente: elaboración propia.

El proceso dentro del área de dibujo finaliza cuando se realiza una rectificación de medidas del plano y la orden de corte, comparándolas con el bosquejo proporcionado por el rectificador de medidas, esto con el fin de verificar que se hayan cumplido las especificaciones que se indicaron y evitar que se realice la elaboración de productos erróneos.

2.5.2. Área de corte

El proceso de transformación de la materia prima da inicio en este punto, teniendo ya las especificaciones del producto a elaborarse y seleccionada correctamente la materia prima a utilizar, cerciorándose de seleccionar planchas con una tonalidad similar, se procede a colocar esta en las mesas de corte.

El siguiente paso consiste en medir y marcar en las planchas del material las piezas que se cortarán utilizando crayones de cera especiales; se tiene la consideración al momento de marcar las piezas el hecho que cuando se está efectuando el corte; la sierra genera cierto desgaste y pérdida de material, siendo este aproximadamente de medio centímetro.

Finalizado el corte de las piezas, estas se agrupan por proyecto y se verifica que posean las medidas indicadas en el plano y orden de corte, también se corrobora que las piezas presenten cortes a escuadra.

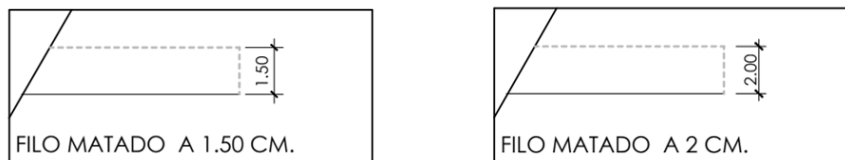
2.5.3. Área de voleo

Esta área se encarga de realizar los distintos acabados a las piezas, lo cual se logra por medio del desgaste en los bordes. Actualmente, en el área de voleo se cuenta con 2 trabajadores, pero dependiendo de la época y la demanda que se posea es factible que se contrate otro operario. Los distintos tipos de acabados que la empresa Mármol Soñado, S. A., realiza son los siguientes:

- Filo matado a 1,5 cm y 2 cm

Consiste en desgastar la pieza hasta que está presente una forma regular y uniforme, que en este caso sería recta. En el nombre se indica si es a 1,5 cm o 2,0 cm, esto es debido al ancho que presentan las planchas. Esto se requiere puesto que, al momento de cortar las piezas, los bordes presentan una forma irregular, la cual estéticamente no es tan agradable e incluso puede ocasionar que las personas sufran heridas.

Figura 15. **Filo matado simple**

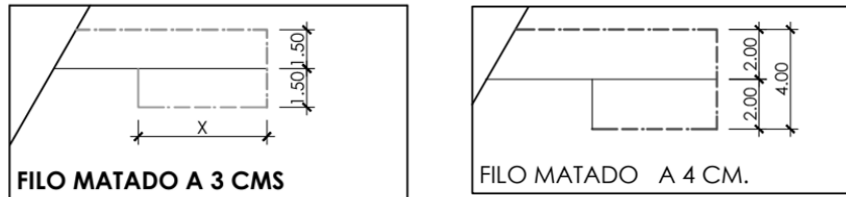


Fuente: elaboración propia.

- Filo matado a 3 cm y 4 cm

Busca dar una forma uniforme al borde de la pieza dejándola recta. La variación con el acabado anterior es que éstas poseen un engrosado, es decir se unen 2 piezas para que el ancho aumente, al agregado se le conoce como nariz.

Figura 16. **Filo matado engrosado**

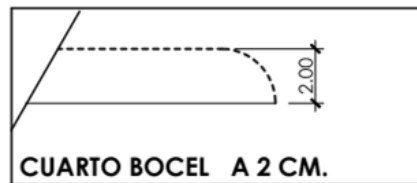


Fuente: elaboración propia.

- Cuarto bocel a 2 cm

Se desgasta el borde para conseguir una forma que se asemeja a un cuarto de circunferencia. Este tipo de acabado generalmente se trabaja en granito y mármol.

Figura 17. **Cuarto bocel simple**

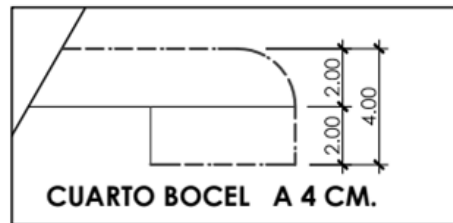


Fuente: elaboración propia.

- Cuarto bocel a 4 cm

Como se mencionaba con anterioridad para estos tipos de acabado que poseen un engrosado es el resultado de 2 piezas, en este acabado se asemeja al anterior con la diferencia que el agregado o nariz tendrá una forma recta.

Figura 18. **Cuarto bocel engrosado**

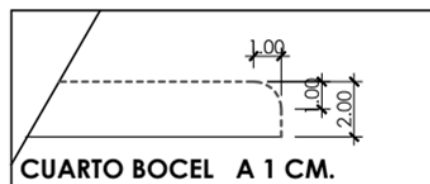


Fuente: elaboración propia.

- Cuarto bocel a 1 cm

Es una variación de los acabados anteriores, se utiliza generalmente en salpicaderas o muros, puesto a que el cuarto bocel normal tiende a hacer que el polvo se acumule, al utilizar esta variación se reduce la probabilidad de que eso ocurra.

Figura 19. **Cuarto bocel especial**

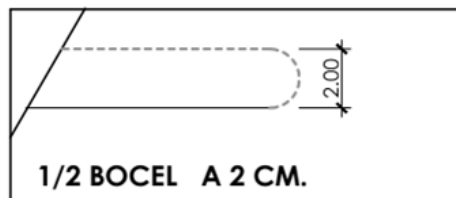


Fuente: elaboración propia.

- Medio bocel a 2 cm

Mediante un desgaste en el borde se busca conseguir una forma que se asemeja a media circunferencia. Este tipo de acabado generalmente se trabaja en granito y mármol.

Figura 20. **Medio bocel simple**

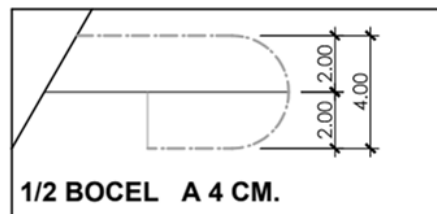


Fuente: elaboración propia.

- Medio bocel a 4 cm

A diferencia del cuarto bocel a 4 cm, en este acabado las 2 piezas que se unen presentan la forma de media circunferencia.

Figura 21. **Medio bocel engrosado**



Fuente: elaboración propia.

- Pecho de paloma a 2 cm

Este acabado se puede ver como la unión del filo matado con el cuarto bocel, debido a que se presenta una grada de medio centímetro que es recta y luego en el 1.5 cm restantes la forma del cuarto de círculo.

Figura 22. **Pecho de paloma simple**

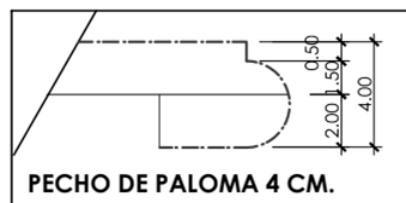


Fuente: elaboración propia.

- Pecho de paloma a 4 cm

Se trabaja de la misma forma que el acabado anterior, teniendo el extra que el engrosado que se le unirá presenta la forma equivalente a un cuarto bocel.

Figura 23. **Pecho de paloma engrosado**

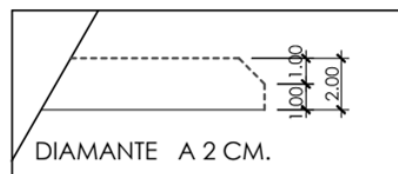


Fuente: elaboración propia.

- Esquina de diamante a 2 cm

Se desgasta el borde dejando un ángulo el cual se asemeja a la esquina de un diamante, el resto de la pieza presenta un borde recto y uniforme.

Figura 24. **Esquina de diamante simple**

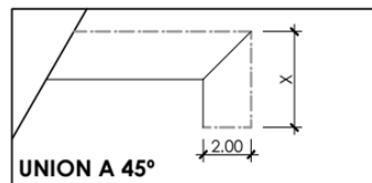


Fuente: Mármol Soñado, S.A.

- Unión a 45

Este acabado es el resultado de la unión de 2 piezas, las cuales forman un ángulo de 45°; la pieza que se agrega es conocida bajo el nombre de faldón y se instala en los bordes del *top*. Este tipo de acabado requiere de un mayor cuidado, ya que si los faldones son muy largos estos tienden a ser más fáciles de quebrar al ser golpeados.

Figura 25. **Unión a 45 grados**



Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que el tiempo requerido en el proceso dentro del área de voleo varía según la complejidad que presente el acabado solicitado por el cliente; más tardíos son los acabados que presentan engrosado ya que requiere de un tiempo de secado para la unión de las piezas.

2.5.4. Área de brillo

Tanto por el almacenamiento de las piezas, el desgaste que estas sufren por el corte o al realizarse el acabado las piezas pueden opacarse en ciertas áreas; por lo cual es necesario realizar una operación que corrija esto y mejore el aspecto físico del material.

Dependiendo del material con que estén elaboradas las piezas será el tipo de proceso que se realizará, para el caso del granito y mármol se efectúa por medio de un desgaste paulatino con lijas de distintas granulometrías; para este proceso es necesario la utilización de agua, la cual es vertida en las piezas mientras se están desgastando.

En el caso del cuarzo es un poco más complejo el proceso de brillo, debido a que este material es hecho por el hombre y no presenta las mismas características, haciendo que el brillo sea un poco más tenue. El brillo de las piezas de cuarzo se obtiene mediante el pulido de las piezas utilizando una serie de distintas felpas mientras se vierte agua durante el proceso.

Anexada al área de brillo se encuentra el área de estuque, esta se encarga de verificar la tonalidad de las piezas, el brillo uniforme de las mismas e identificar las porosidades que el material presente; si las piezas presentan dichas porosidades, se procede a efectuar un proceso denominado estuque que consiste en rellenar las porosidades con una mezcla de: tenax, silicón y

pigmentos; teniendo el cuidado al momento de realizar la mezcla de obtener una tonalidad similar al del material.

Se vierte la mezcla en las porosidades y se elimina el exceso con una cuchilla, cubriendo así todos los puntos donde estas se encuentren, en caso la pieza no presente porosidades se omite el proceso de estuque.

2.5.5. Instalación

La fase final del proceso de elaboración, consiste en la instalación de las cubiertas realizadas sobre las superficies correspondientes, se deben trasladar las piezas a las distintas áreas; por lo tanto, estas deben manejarse con el debido cuidado. Generalmente este proceso se lleva a cabo por dos operarios que trabajan en conjunto debido al alto nivel de esfuerzo físico que se requiere para transportar el material.

En algunos casos debido a la forma de los muebles o la complejidad del área es necesario que las piezas se adecuen en la obra con el fin de que estas casen con la superficie solicitada; por lo que es común que el instalador deba ajustar piezas cortándolas; realizar ciertos acabados en áreas específicas y pulir las piezas; así como la perforación para lavatrastos, lavamanos y griferías entre otros.

Las cubiertas son adheridas sobre las superficies colocando pegamento entre estas dos, el cual debe realizarse con la cantidad adecuada de silicón y tenax, para evitar que las piezas colocadas en paredes puedan desprenderse.

Las uniones de piezas deben ir pegadas unas al lado de otras, por lo tanto, es necesario que la unión entre estas no sea tan notoria, sino que se realice de la manera más discreta posible.

2.6. Tipos de fallas

Se refiere a todas aquellas condiciones que evitan que un producto se desempeñe óptimamente, restándole algunas características que le otorgan calidad.

2.6.1. Medidas en planos

Existen dos posibles formas para que pueda suceder este tipo de fallo siendo la primera al momento que el rectificador de medidas por algún motivo se equivoque e indique alguna medida errónea en el bosquejo, y la segunda sucede al momento de trasladar la información situada dentro del bosquejo al plano digital u orden de corte.

Como resultado de las fallas en las medidas indicadas en el plano se obtiene que las piezas sean elaboradas con distintas dimensiones, siendo posible que estas resulten más pequeñas o más grandes de lo necesitado.

2.6.2. Cortes

Cuando las piezas elaboradas se cortan con medidas erróneas a las necesarias, pudiendo ser estas más grandes o más pequeñas; en el caso de que se corten más grandes existe la posibilidad de tomar las piezas y reprocesarlas para ajustarla a las medidas correctas; esto genera un costo, pero es mínimo comparado con el otro caso. Cuando se trata de piezas

cortadas más pequeñas no existe otra solución más que tener que volver a cortar la pieza correctamente, y esperar a que la pieza errónea pueda ser utilizada en algún otro proyecto o para alguna otra pieza.

En algunos casos sucede que las piezas se cortan aparentemente a la medida correcta, pero al inspeccionarlas adecuadamente se puede identificar que estas no están a escuadra; es decir, los cortes presentan cierta variación o inclinación de un punto a otro

2.6.3. Acabados incorrectos

En algunos casos no se realiza la operación de una manera uniforme por lo tanto el acabado no presenta la estética deseada. Así mismo, en los acabados engrosados la resina utilizada para unir las piezas al no trabajarse con el cuidado necesario puede mancharlas.

En el caso de la unión a 45 grados si el tamaño de los faldones es demasiado grande pueden tender a pandearse, haciendo que con el tiempo se agrave la situación.

2.6.4. Brillo deficiente

Se presenta cuando la superficie de la piedra natural no presenta uniformidad en el brillo, lo cual produce que ciertas áreas de la pieza muestren una tonalidad más opaca a la del resto. Por medio de una pulidora, desgastando con piedras especiales las partes donde se muestre opaca la pieza puede eliminarse este defecto.

2.6.5. Instalación incorrecta

Si la instalación no se realizó correctamente se visualizarán fallas las cuales pueden no ser inmediatas pero el tiempo hará que se hagan evidentes, en algunos casos se debe a que el instalador no utilizó la cantidad necesaria de materiales, utilizando poco silicón y tenax para el pegado lo cual hace que las piezas se caigan, al momento de realizar las uniones si no se prepara correctamente la mezcla de pigmentación la tonalidad producirá un mal aspecto. En caso se presenten estos fallos será necesario desmontar las piezas y volver a pegar o unir, corriendo el riesgo que estas puedan quebrarse al momento de desmontar y tengan que repetirse.

Al realizar las perforaciones si no se toman las debidas precauciones el material puede presentar fisuras o incluso quebrarse, por consiguiente, se tiene que repetir la pieza en su totalidad.

Si no se presenta el correcto cuidado al realizar las uniones entre piezas, al aplicar cierto nivel de fuerza sobre alguna de ellas producirá una abertura entre uniones. Esto puede evitarse verificando antes de realizar la instalación que la superficie se encuentre nivelada; en caso contrario, los instaladores pueden apoyarse de cuñas para nivelar la superficie.

Figura 26. **Abertura de uniones**



Fuente: elaboración propia.

2.6.6. Fisuras

El material por sus características naturales, no posee ningún tipo de flexibilidad; por ende, no tiende a deformarse al momento de intentar flexionarlo o al aplicarle presión, lo que causa fisuras o grietas al momento de ser expuesto a esfuerzos mayores para los que está hecho. En algunos casos como el material es importado tiende a venir golpeado lo cual produce que tenga ciertas fisuras.

2.7. Mantenimiento del equipo

Son todas aquellas acciones que buscan la conservación de un artículo, manteniéndolo en un estado en el cual pueda cumplir sus funciones requeridas. Utilizándose dos tipos de mantenimiento dentro de la empresa los cuales son:

- **Mantenimiento preventivo**

Se utiliza para garantizar la confiabilidad del funcionamiento de los equipos, antes de que estos presenten algún desperfecto, dentro del área de corte se programa este mantenimiento para que a cada máquina se le realice cada 6 meses, alternándose una con otra para no dejar de producir.

- **Mantenimiento correctivo**

Se realiza cuando es necesario corregir las fallas o averías que la maquinaria presente, dependiendo del grado de riesgo que esté presente y los medios disponibles se detendrá la producción para corregirlo inmediatamente, en caso de no ser posible se programará la reparación.

2.8. Reproceso

Es una acción que debe tomarse sobre un producto que no cumpla los requisitos, identificando el defecto o imperfección y las causas que lo acreditan como tal, para determinar en qué punto del proceso deberá ser incluido nuevamente para corregir los defectos. Dentro de la empresa se manejan dos tipos de reproceso los cuales se diferencian por los costos asociados que conlleva cada uno.

2.8.1. Internos

Este tipo de reproceso se realiza cuando la detección de los fallos ha sido dentro de la empresa; por lo tanto, la toma de acciones para contrarrestarlas es inmediata, causando únicamente los costos asociados a materia prima y mano de obra.

2.8.2. Externos

Teniendo un grado mayor de complejidad comparado con el caso anterior, ya que estos suceden cuando la detección de fallos ocurre en la obra siendo esta por parte del personal o por los clientes. Las medidas para contrarrestar los fallos son más tardías puesto que se debe transportar el material para poder efectuar los cambios. Los costos asociados incluyen la materia prima, mano de obra, transporte, confiabilidad con los clientes, entre otros.

3. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE FALLOS

3.1. Calidad

Características o atributos que debe cumplir un producto o servicio con el fin de satisfacer las necesidades para las que fue diseñado, haciéndolo adecuado para su uso. Siendo los consumidores quienes tienden a dictaminar el cumplimiento de las mismas, de una forma implícita o explícita, al realizar una comparación entre su experiencia y sus requerimientos.

3.1.1. Control estadístico de la calidad

Consiste en el empleo de estadísticas usando la recolección y análisis de datos para medir determinadas características con las que debe contar un producto o servicio, analizando las diferentes etapas dentro del proceso de producción, con el fin de identificar las variaciones que pueda presentar el producto. Al determinar los motivos por los que existen diferencias entre productos similares y lograr eliminar las causas que las producen, se puede garantizar su calidad.

Se utiliza tanto en las empresas de manufactura como de servicio, debido a la necesidad de cumplir con las exigencias de mejora y obtener la alta competitividad que el mercado requiere. Algunos de los propósitos de utilizar las estadísticas como herramienta es determinar el desempeño de los procesos, la frecuencia en que se presentan los problemas, así como sus principales causas, haciéndolo de una manera rápida y eficaz.

La variabilidad es un término de suma importancia dentro del control estadístico, ya que esta se refiere a la diversidad de resultados que se pueden obtener realizando un mismo proceso. El principal objetivo del control estadístico es minimizar las variaciones, por lo que es necesario comprender que estas se ven afectadas directamente por los siguientes factores: materiales, maquinaria, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos de elaboración. Los 6 elementos mencionados anteriormente son conocidos como las 6 M y cada uno de estos aporta un grado de variabilidad al proceso.

3.2. Recolección de datos

Se conoce como recolección de datos a la recopilación de información para luego medirla y obtener indicadores sobre lo que está sucediendo en el presente. Existen diversos métodos para recolectar datos entre los cuales están: la encuesta, el cuestionario, la observación, entre otros.

Para garantizar que la situación de la empresa se vea reflejada es necesario que la cantidad de datos sea la suficiente por lo que se tomaron como muestra los proyectos que fueron realizados durante un mes, obteniendo una cifra de 81 proyectos, así mismo estos datos deben ser; precisos y utilizarse adecuadamente con el fin de poder desarrollar un plan estratégico efectivo.

Los datos recolectados deben estar directamente relacionados con las necesidades de los clientes y los requisitos que estos demandan con el fin de poder proporcionar un servicio adecuado.

3.2.1. Definición de indicadores de control

Es fundamental definir los criterios a medir y características de la calidad que debe poseer el producto, con el objeto de implementar un sistema de gestión de calidad y mejora continua. El indicador mostrará de una manera cuantificable (numérica) el desempeño del proceso, esto permite la toma de decisiones basada en hechos utilizando la retroalimentación de la evaluación como guía. Los indicadores permiten observar si la organización se dirige por el camino adecuado puesto que informa la situación respecto al cumplimiento de los objetivos establecidos.

Se busca la mejora de calidad y reducción de costos asociados a la misma, el indicador a utilizarse para medir el desempeño del área de producción será: reducción de reproceso en la etapa de elaboración. Por consiguiente, se obtendrán 2 indicadores, la cantidad de proyectos realizados satisfactoriamente y los proyectos en los cuales se encontraron desperfectos que deriven en la repetición labores. Esto con el fin de evidenciar la eficiencia en los procesos y poder tomar decisiones con base en los indicadores encontrados.

3.2.2. Diseño de formatos

La elaboración de formatos de registro es una herramienta utilizada para la toma de datos, verificando una lista de eventos y la incidencia en que ocurren, lo cual permite entender mejor la frecuencia estadística de los problemas que el proceso presenta. Es importante que estos datos sean sencillos y entendibles con el fin de que cualquier operario pueda realizarlos; el operario por medio de un *check list* puede ser capaz de realizar el gráfico de control. Una vez obtenidos los datos se analizan e investigan las causas de su

comportamiento por lo que la información recolectada debe ser confiable con el fin de tomar decisiones respecto a los resultados.

Este formato debe estar adherido a la orden de trabajo ya que puede haber errores o defectos en el producto final debido a sus diversas capacidades; instalación económica, organizacional, liderazgo, entre otros. Además de las variables exógenas.

El formato utilizado para la recolección de datos dentro de la empresa Mármol Soñado, S. A., es el siguiente:

Figura 27. **Formato de registro**

Corroboración de proyecto

Nombre del proyecto:	
Fecha de elaboración:	
Material:	

Proceso de elaboración:

Área	Correcta elaboración	Presenta desperfectos	Descripción
Dibujo Responsable:			
Corte Responsable:			
Boleo Responsable:			
Brillo Responsable:			
Estuque Responsable:			
Instalación Responsable:			

Fuente: elaboración propia.

Trasladando la información recolectada por medio de los formatos se realizaron las siguientes tablas, omitiendo el nombre de los proyectos debido a la confidencialidad que se maneja con ellos, estos serán identificados sólo con un número. Los cuadros que se encuentren rellenos serán las áreas en las cuales se presentó algún tipo de defecto; mientras que los que se encuentren libres indicarán que el proceso fue realizado correctamente.

Tabla VI. Datos recolectados en inspección

Núm. de proyecto	Material	Dibujo	Corte	Voleo	Brillo	Estuque	Instalación
1	Blanco oz premiere						
2	Blanco oz premiere						
3	Blanco oz premiere						
4	Blanco apolo						
5	Amarillo dorado						
6	Blanco diamante						
7	Tan brown						
8	Negro ébano						
9	Volakas						
10	Blanco oz premiere						
11	Blanco nieve						
12	Blanco oz premiere						
13	Tiger skin						
14	Tiger skin						
15	Tiger skin						
16	Negro leather						
17	Blanco puro idea italia						
18	Blanco oz premiere						
19	Tiger skin						
20	Blanco puro idea italia						
21	Blanco nieve						
22	Blanco estelar idea italia						
23	Blanco oz premiere						
24	Blanco nieve						
25	Blanco nieve						
26	Tiger skin						
27	Tiger skin						
28	Tiger skin						
29	Tiger skin						
30	Blanco oz premiere						
31	Cuarzo gris idea italia						
32	Tan brown						
33	Blanco oz premiere						
34	Tiger skin						
35	Tiger skin						
36	Tiger skin						
37	Tan brown						
38	Blanco oz premiere						
39	Cuarzo beige saltana						
40	Cuarzo blanco apolo						
41	Blanco oz premiere						

Continuación de la tabla VI.

42	Cuarzo gris oscuro						
43	Negro ébano						
44	Blanco diamante						
45	Tan brown						
46	Blanco diamante						
47	Marrón emperador premiere						
48	Gris perla						
49	Blanco oz premiere						
50	Tiger skin						
51	Blanco diamante						
52	Gris perla						
53	Blanco oz premiere						
54	Tiger skin						
55	Santa cecilia						
56	Alaska						
57	Cuarzo blanco diamante						
58	Blanco oz premiere						
59	Marrón emperador						
60	Blanco oz premiere						
61	Tan brown						
62	Marrón emperador						
63	Tiger skin						
64	Tiger skin						
65	Tan brown						
66	Juparana light						
67	Santa cecilia						
68	Tiger skin						
69	Tan brown						
70	Santa cecilia del más antiguo						
71	Marrón emperador						
72	Marrón emperador						
73	Marrón emperador						
74	Serena						
75	Serena						
76	Blanco puro idea italia						
77	Crema tundra mate						
78	Calacata						
79	Marrón emperador						
80	Santa cecilia						
81	Marrón emperador						
Defectos por área		5	27	23	2	3	9
Proyectos sin ningún tipo de defecto: 42		proyectos con defecto: 39					

Fuente: elaboración propia.

3.3. Puntos de inspección

La inspección del producto es utilizada para verificar que este cumpla con los requerimientos establecidos. El realizar una sola inspección al final del proceso puede evitar que el producto con desperfectos llegue al cliente; pero no

evita el desperdicio, avería o merma y defectos causados por la elaboración de este.

La inspección no debe ser tomada como procedimiento principal para garantizar la calidad, pero su manejo ayuda considerablemente a reducir los costos por desperdicio y re fabricación. Realizando una inspección a las piezas en cada una de las etapas del proceso de elaboración se aumentará la probabilidad que estas presenten la calidad esperada.

3.3.1. Inspección de materias primas

En el momento de recibir insumos del proveedor se debe corroborar que el pedido posea los requerimientos indicados en la orden de compra. Antes de iniciar el proceso de producción es fundamental inspeccionar las planchas de material a utilizarse, con el fin de seleccionar aquellas que no presenten fisuras que afecten a las piezas por cortarse y verificar que la tonalidad no presente una excesiva variación la cual se hace evidente al momento de realizarse uniones entre cubiertas.

3.3.2. Inspección de producto por etapa

Realizando una inspección a las piezas en cada una de las etapas del proceso de elaboración se aumentará la probabilidad que estas presenten la calidad esperada; por consiguiente, a cada área se le especificará las características del producto que debe inspeccionar. Los mismos encargados de manipular el producto durante los distintos procesos deben realizar las inspecciones.

3.3.2.1. Corte

Inicia corroborando que el material, las medidas de las piezas y los acabados indicados en el plano sean los mismos respecto a la orden de corte, en caso exista alguna discrepancia, debe verificar con el encargado de dibujo cuales son las especificaciones correctas. Debe inspeccionar que los *tops* fabricados no presenten variaciones excesivas donde se realizan las uniones, así como rectificar las medidas de cada pieza conforme el plano lo establece.

3.3.2.2. Voleo

En primera instancia, debe observar que hayan sido trasladadas en su totalidad las piezas del proyecto y que estas se encuentren identificadas correctamente y rectificar nuevamente las piezas para que estas se elaboren conforme el plano lo establece.

3.3.2.3. Brillo

Deben identificar que los acabados se elaboren conforme el plano lo indica, de tal manera que no existan fisuras en los *tops* por el desgaste ocasionado por las copas, la limpieza y fineza con la que se realizan los engrosados de piezas.

3.3.2.4. Inspección de producto terminado

La inspección en el área de producto terminado no se realizará de una manera minuciosa ya que el producto ha sido evaluado en las etapas anteriores, con la finalidad de corroborar que el producto cumpla con las medidas establecidas en el plano, perforaciones y acabados.

3.4. Gráficos de control

Son herramientas utilizadas para determinar la eficiencia del proceso, mostrando si este se encuentra bajo control o existen motivos que producen variabilidad en las operaciones durante el transcurso del tiempo, localizando e investigando las causas que producen el descenso en la calidad, con el fin de identificar problemas y tomar decisiones correctivas, operativas y administrativas para contrarrestarlos.

Para su realización es necesaria la toma de muestras que se organizan en subgrupos, al promedio de los valores recolectados se le conoce como línea central L_c , mientras que la dispersión del proceso se muestra por medio del límite de control superior L_{cs} y el límite de control inferior L_{ci} .

3.4.1. Gráficos de control por atributos

Son utilizados para estudiar si el proceso se encuentra bajo control por medio de sus atributos; es decir, las características que posee un producto, ya sea que estas existan o no. Este tipo de gráficos solo pueden realizarse cuando se es capaz de llevar una cuenta de no conformidades o con el uso de un *check list* realizado por el operario y/o departamento.

3.4.1.1. Gráfico U

Este tipo de gráfico no se limita simplemente a decir si el producto es o no defectuoso, toma en consideración que cada unidad puede tener más de un defecto. Estas unidades pueden presentar defectos pero aun así cumplir con la función para la que fue diseñada. Se utiliza cuando el tamaño de la agrupación de datos obtenido es variable y analiza el promedio de defectos que posee cada

artículo. Para determinar la línea central y los límites se utilizan las siguientes fórmulas:

$$LCS = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{u}$$

$$LCI = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Donde:

$$\bar{u} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{total de artículos inspeccionados}}$$

$$n = \text{total de artículos inspeccionados}$$

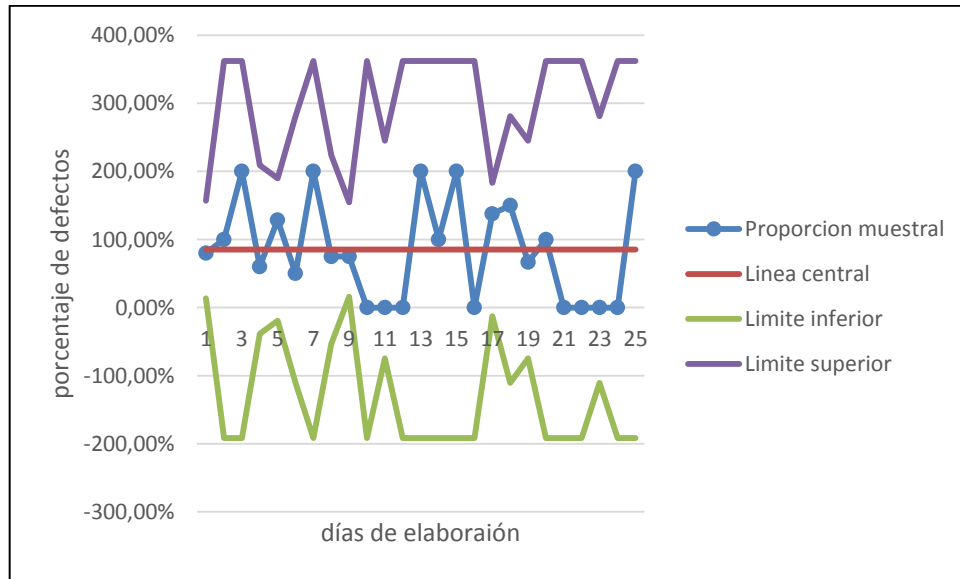
A continuación, se presenta el gráfico de control obtenido mediante los datos recolectados en un determinado periodo de tiempo, agrupando los datos por el tipo de material en que fueron elaborados.

Tabla VII. Datos utilizados para el gráfico U

Muestras	Cantidad	Defectos	Porcentaje de defectos (%)	Límite inferior (%)	Línea central (%)	Límite superior (%)
Blanco oz premiere	15	12	80,00	13,69	85,19	156,68
Blanco apolo	1	1	100,00	-191,70	85,19	362,07
Amarillo dorado	1	2	200,00	-191,70	85,19	362,07
Blanco diamante	5	3	60,00	-38,64	85,19	209,01
Tan brown	7	9	128,57	-19,47	85,19	189,84
Negro ébano	2	1	50,00	110,60	85,19	280,97
Volakas	1	2	200,00	-191,70	85,19	362,07
Blanco nieve	4	3	75,00	-53,26	85,19	223,63
Tiger skin	16	12	75,00	15,96	85,19	154,41
Negro leather	1	0	0,00	-191,70	85,19	362,07
Blanco puro idea Italia	3	0	0,00	-74,68	85,19	245,05
Blanco estelar idea Italia	1	0	0,00	-191,70	85,19	362,07
Cuarzo gris idea Italia	1	2	200,00	-191,70	85,19	362,07
Cuarzo beige saltara	1	1	100,00	-191,70	85,19	362,07
Cuarzo blanco apolo	1	2	200,00	-191,70	85,19	362,07
Cuarzo gris oscuro	1	0	0,00	-191,70	85,19	362,07
Marrón emperador premiere	8	11	137,50	-12,71	85,19	183,08
Gris perla	2	3	150,00	-110,60	85,19	280,97
Santa cecilia	3	2	66,67	-74,68	85,19	245,05
Alaska	1	1	100,00	-191,70	85,19	362,07
Juparana light	1	0	0,00	-191,70	85,19	362,07
Santa cecilia antiguo	1	0	0,00	-191,70	85,19	362,07
Serena	2	0	0,00	-110,60	85,19	280,97
Crema tundra mate	1	0	0,00	-191,70	85,19	362,07
Calacata	1	2	200,00	-191,70	85,19	362,07
Total muestra: 81		Total defectos observados: 69				

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Gráfico U (n variable)



Fuente: elaboración propia.

Por medio del gráfico elaborado se puede concluir que el proceso es estable de una manera general; pero se observa que los puntos varían constantemente respecto a la línea central, confirmando que existe variabilidad en el proceso de elaboración y que es necesario tomar medidas correctivas.

3.4.1.2. Gráfico P

Este tipo de gráfico califica las características de calidad como defectuosa o no defectuosa; se verifica si el producto cumple con las especificaciones; mostrando la proporción defectuosa por muestra o subgrupo. Su finalidad es identificar las causas que puedan incrementar la proporción de defectos dentro del proceso. Los datos que pueden utilizarse para su realización pueden ser una muestra de artículos o incluso la totalidad de los proyectos analizados. Si la muestra recolectada no varía, los límites se verán representados por medio de

una línea recta; por el contrario, si existe variabilidad como en el presente caso, los límites irán variando de un día a otro. Para determinar la línea central y los límites se utilizan las siguientes fórmulas:

$$LCS = P_{prom} + 3 \sqrt{\frac{P_{prom} (1 - P_{prom})}{n_i}}$$

$$\text{Línea central} = P_{prom}$$

$$LCI = P_{prom} - 3 \sqrt{\frac{P_{prom} (1 - P_{prom})}{n_i}}$$

Donde:

$$P_{prom} = \frac{\text{número total defectos}}{\text{número total de observaciones}}$$

$$n_i = \text{número de muestra observado}$$

A continuación, se demostrará el gráfico de control obtenido mediante los datos recolectados en un determinado periodo de tiempo; este es el de un mes, dividiendo la toma de datos por día.

Tabla VIII. Datos utilizados para el gráfico P

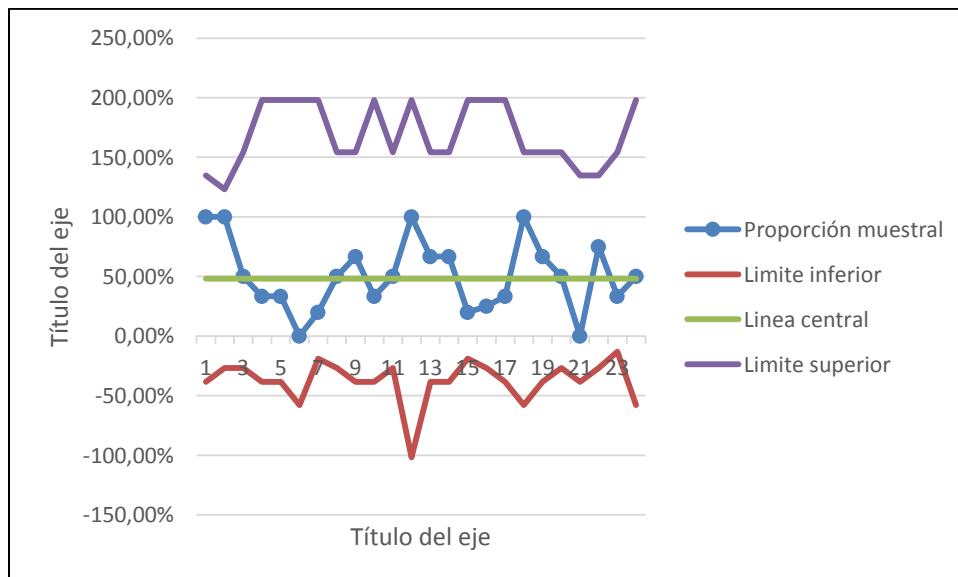
Días	Muestra	Defectuosos	Proporción muestral (%)	Límite inferior (%)	Línea central (%)	Límite superior (%)
1	3	3	100,00	-38,39	48,15	134,69
2	4	4	100,00	-26,80	48,15	123,10
3	4	2	50,00	-26,80	48,15	154,14
4	3	1	33,33	-38,39	48,15	198,05
5	3	1	33,33	-38,39	48,15	198,05
6	2	0	0,00	-57,85	48,15	198,05
7	5	1	20,00	-18,89	48,15	198,05
8	4	2	50,00	-26,80	48,15	154,14
9	3	2	66,67	-38,39	48,15	154,14

Continuación de la tabla VIII.

10	3	1	33,33	-38,39	48,15	198,05
11	4	2	50,00	-26,80	48,15	154,14
12	1	1	100,00	-101,75	48,15	198,05
13	3	2	66,67	-38,39	48,15	154,14
14	3	2	66,67	-38,39	48,15	154,14
15	5	1	20,00	-18,89	48,15	198,05
16	4	1	25,00	-26,80	48,15	198,05
17	3	1	33,33	-38,39	48,15	198,05
18	2	2	100,00	-57,85	48,15	154,14
19	3	2	66,67	-38,39	48,15	154,14
20	4	2	50,00	-26,80	48,15	154,14
21	3	0	0,00	-38,39	48,15	134,69
22	4	3	75,00	-26,80	48,15	134,69
23	6	2	33,33	-13,05	48,15	154,14
24	2	1	50,00	-57,85	48,15	198,05

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Gráfico de control P (n variable)



Fuente: elaboración propia.

Por medio del gráfico elaborado se puede concluir que el proceso es estable de una manera general, pero existen días en los cuales los datos se acercan considerablemente a los límites, que demuestra que el proceso puede salir de control si no se toman las medidas necesarias.

3.5. Herramientas básicas para el control de la calidad

Técnicas de resolución de problemas aplicadas para la mejora de la calidad. Se utilizan estas herramientas para analizar la situación real y observar los problemas que afectan al proceso con el fin de encontrar una solución óptima; las herramientas a utilizarse dentro de la empresa Mármol Soñado, S. A., son:

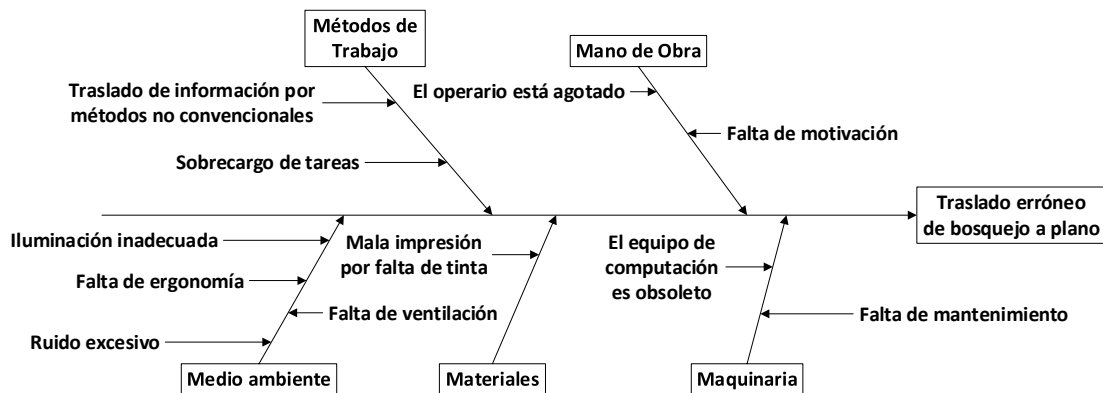
3.5.1. Diagrama de Ishikawa

Se le conoce también con el nombre de diagrama causa y efecto, su estructura se asemeja al esqueleto de un pescado, en la cabeza del esqueleto se encuentra el efecto y las espinas son consideradas las causas. Técnica utilizada para determinar causas raíz por medio de una representación gráfica, que permite visualizar causas de no conformidad en los productos. Facilita la solución de problemas grandes dividiéndolo en partes más accesibles, identificando así las posibles causas que los generan.

Las causas se agrupan en 6 ramas, lo cual se conoce como la metodología de las 6M: material, medición, mano de obra, maquinaria, métodos de trabajo y medio ambiente.

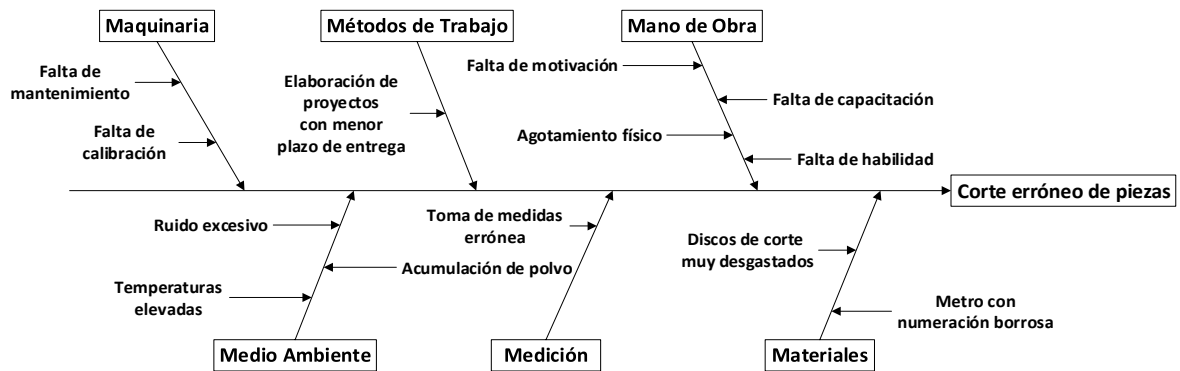
Con la finalidad de analizar las posibles causas que provocan los desperfectos en el proceso productivo se efectuará un diagrama de Ishikawa por áreas.

Figura 30. Ishikawa área de dibujo



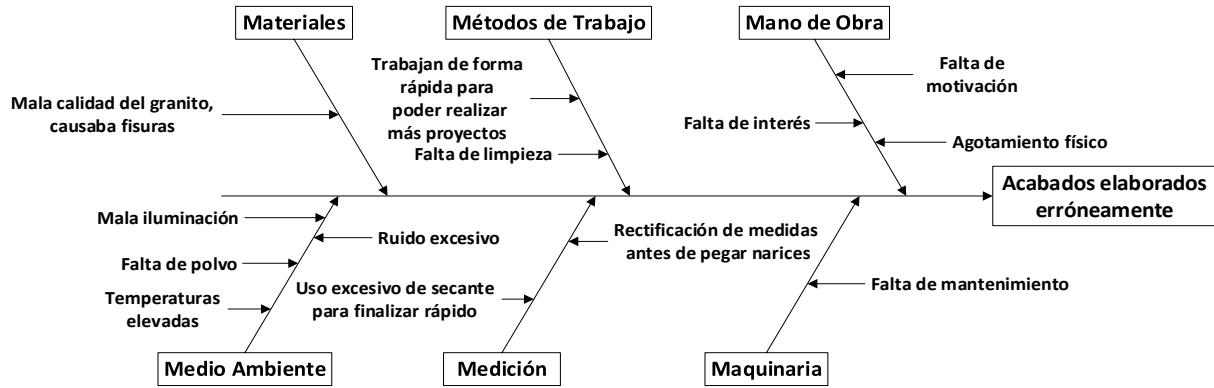
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Ishikawa área de corte



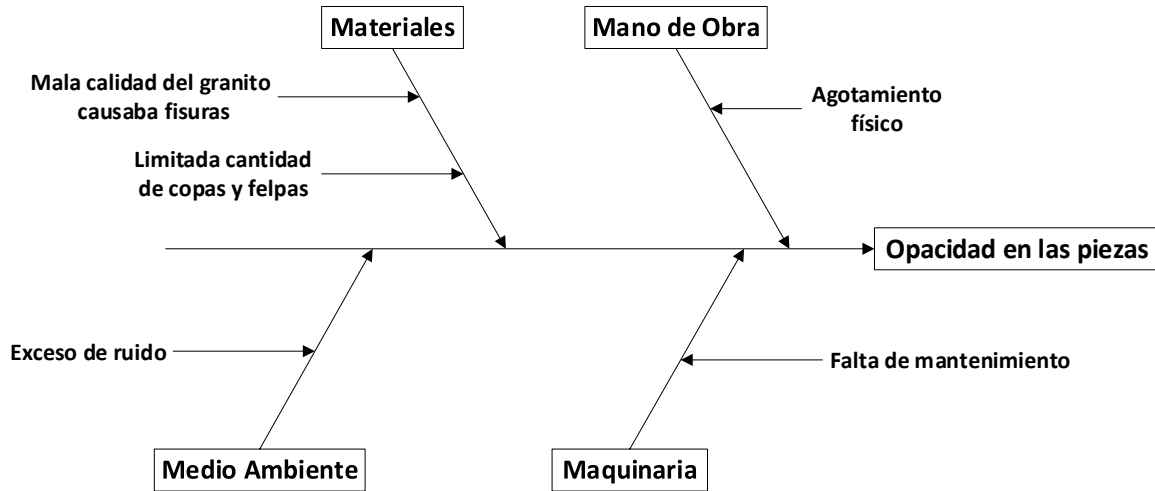
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Ishikawa área de voleo



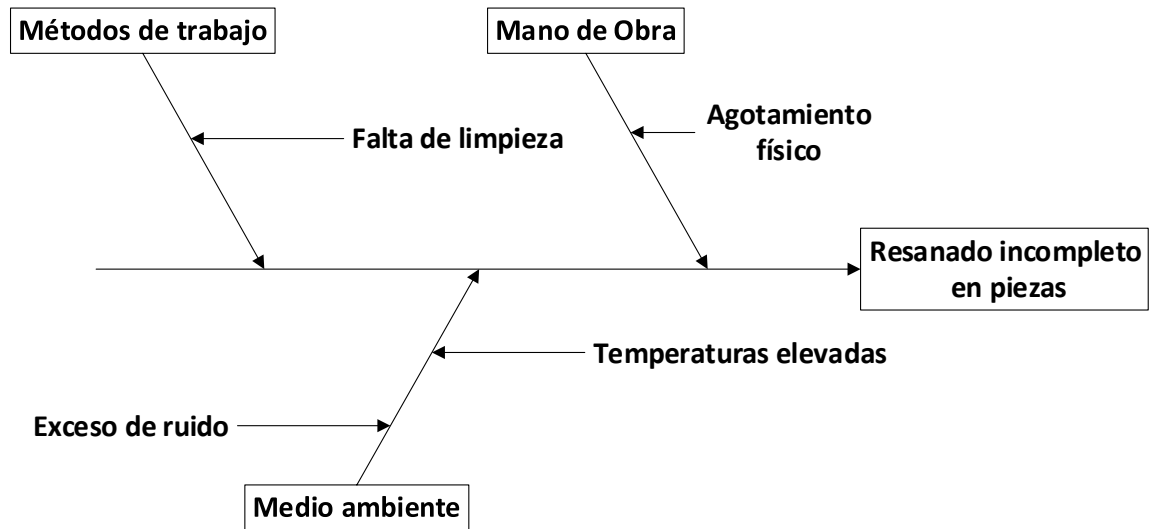
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Ishikawa área de brillo



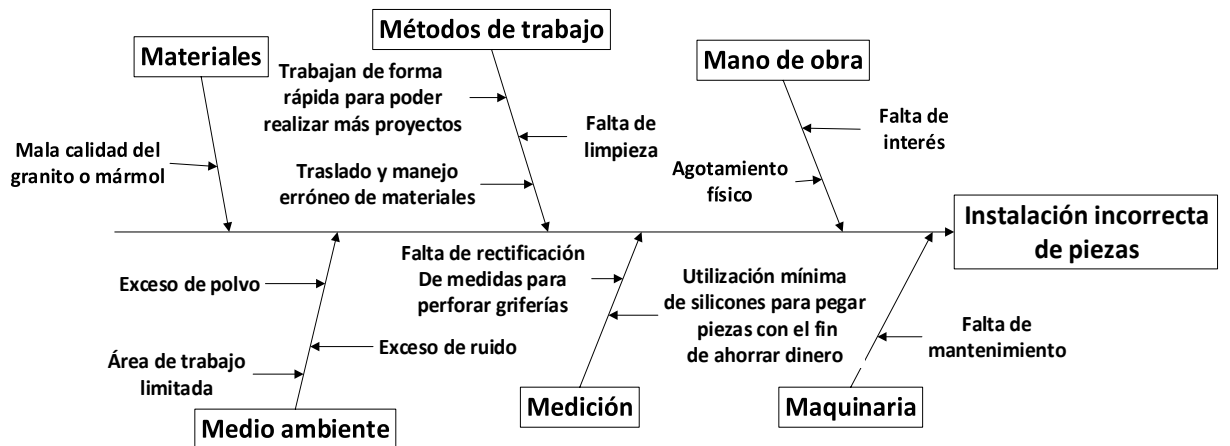
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Ishikawa área de estuque



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Ishikawa área de instalación



Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Diagrama de Pareto

Herramienta visual a base de gráficas de barras utilizada para clasificar las causas de un problema desde la que más presencia posee hasta la que menos es presenciada. Representa la regla 80-20 la cual aplicada al control de la calidad nos indica que el 80 % de los defectos son causados por el 20 % de los elementos que intervienen en el proceso de elaboración.

Ordena las causas de mayor a menor, que evidencia los problemas vitales, lo que permite identificar prioridades en la toma de decisiones que impulsen el control de la calidad enfocando los esfuerzos donde estos presentarán mayor impacto.

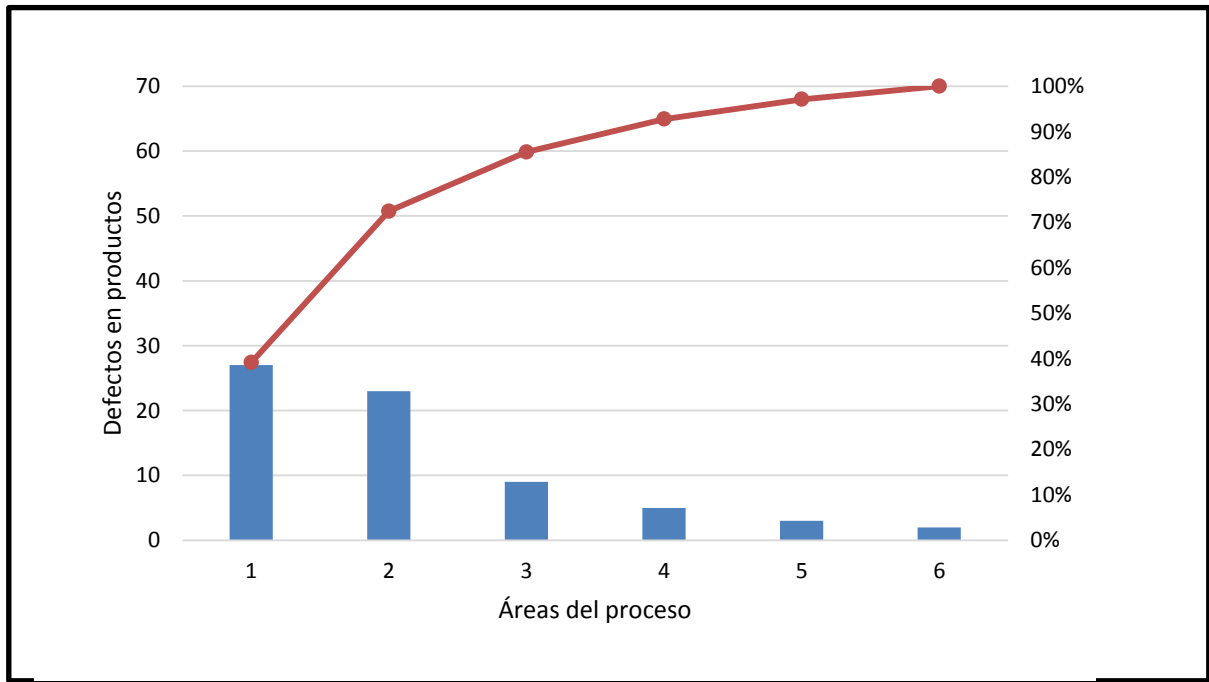
En la siguiente tabla se mostrarán resumidos los datos obtenidos del área de producción que se utilizarán para la elaboración del diagrama de Pareto.

Tabla IX. Datos para elaboración de Pareto

	Área de producción	Cantidad de defectos	Total acumulados	Porcentaje acumulado
1	Corte	27	27	39 %
2	Voleo	23	50	72 %
3	Instalación	9	59	86 %
4	Dibujo	5	64	93 %
5	Estuque	3	67	97 %
6	Brillo	2	69	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Gráfico Pareto



Fuente: elaboración propia.

3.6. Identificación de las áreas de mayor incidencia y sus causas

En el gráfico de Pareto se observa que las áreas en las cuales se presenta una mayor incidencia de defectos dentro de todo el proceso de elaboración son corte y voleo. Simultáneamente, se observa en el diagrama de Ishikawa cuáles son las causas a las que se atribuyen los desperfectos.

Tabla X. **Causas de desperfectos por área**

Metodología 6M	Corte	Voleo
Mano de obra	Agotamiento físico, capacitación en el uso de maquinaria	Agotamiento físico, falta de interés
Métodos de trabajo	Entrega en plazo menor al estipulado por petición del cliente apresurando el proceso	Trabajar de forma rápida para realizar más proyectos, falta de limpieza
Materiales	Cinta métrica demasiada desgastada con numeración borrosa	Mala calidad del granito causaba fisuras al momento de trabajarlo
Medio ambiente	Ruido excesivo, acumulación de polvo, temperaturas elevadas	Ruido excesivo, acumulación de polvo, temperaturas elevadas
Medición	Toma de medidas erróneas causadas por distracciones externas	Uso excesivo de secante para finalizar rápido, falta de rectificación de medidas
Maquinaria	Falta de mantenimiento preventivo y calibración	Falta de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

3.7. Verificación del plan de control de calidad

Con el propósito de aumentar la eficiencia es necesario saber el lugar donde se encuentra actualmente la empresa. Conociendo las medidas de desempeño presentes en el control de la calidad podrá decidirse hacia donde orientar los esfuerzos para realizar las mejoras necesarias.

Actualmente, la empresa asegura la calidad de sus productos basándose en las inspecciones realizadas a los proyectos. Estas inspecciones son internas y externas, las internas son realizadas por el jefe de producción cuando el

producto ha sido terminado dentro de planta y las externas son llevadas a cabo por el gerente de producción, realizando visitas sorpresa a las distintas ubicaciones de los proyectos verificando la metodología de trabajo de los instaladores.

3.7.1. Análisis de indicadores

Por medio de los datos recolectados se determinaron los niveles de calidad que posee el proceso de elaboración.

- Proceso completo

$$i = \left(\frac{42}{81}\right) * 100 = 51,85 \%$$

Según los datos recolectados, 42 proyectos no presentaron ningún solo tipo de desperfecto durante el proceso de elaboración; lo que permite determinar que de 81 proyectos realizados en total, durante el periodo designado, se elaboraron 42 proyectos correctamente desde el comienzo que da un porcentaje del 51,85 % de la calidad en general. Esto demuestra que es necesaria la implantación de un sistema de control de la calidad.

- Por área
 - Dibujo

$$i = \left(\frac{76}{81}\right) * 100 = 93,83 \%$$

El porcentaje de calidad que el área de dibujo demuestra es de un 94 % el cual es bastante elevado; que indica que el sistema empleado está funcionando, siempre existe la posibilidad de mejoras aunque por el momento no es necesario enfocarnos en esta área.

- Corte

$$i = \left(\frac{54}{81}\right) * 100 = 66,67 \%$$

El porcentaje de calidad que el área de corte demuestra es de un 67 % el cual es considerablemente bajo, por lo que deben tomarse medidas correctivas para aumentar la calidad.

- Voleo

$$i = \left(\frac{58}{81}\right) * 100 = 71,60 \%$$

El porcentaje de calidad que el área de voleo demuestra es de un 72 % al igual que en el área de corte, este es un porcentaje bajo comparado con los demás, por lo que deben tomarse medidas correctivas para aumentarlo.

- Brillo

$$i = \left(\frac{79}{81}\right) * 100 = 97,53 \%$$

El porcentaje de calidad que el área de brillo demuestra es de un 98 % siendo el más alto respecto a las demás áreas.

- Estuque

$$i = \left(\frac{78}{81}\right) * 100 = 96,30 \%$$

El porcentaje de calidad que el área de estuque demuestra es de un 96 % el cual es considerado aceptable ya que es elevado y por el momento no es necesario enfocar esfuerzos para aumentarlo.

- Instalación

$$i = \left(\frac{72}{81}\right) * 100 = 88,89 \%$$

El porcentaje de calidad que el área de instalación demuestra es de un 90 % el cual puede mejorarse pero por el momento no es de los principales a tratar.

Tabla XI. **Análisis de indicadores (eficiencia)**

Área	Proyectos sin desperfectos	Muestra	Cálculo	Indicador (%)	Observación (Relevante)
Proceso completo	42	81	$\left(\frac{42}{81}\right) * 100$	51,85	No presenta
Dibujo	76	81	$\left(\frac{76}{81}\right) * 100$	93,83	No relevante
Corte	54	81	$\left(\frac{54}{81}\right) * 100$	66,67	Bajo
Voleo	58	81	$\left(\frac{58}{81}\right) * 100$	71,60	Bajo
Brillo	79	81	$\left(\frac{79}{81}\right) * 100$	97,53	Alto
Estuque	78	81	$\left(\frac{78}{81}\right) * 100$	96,30	Alto
Instalación	72	81	$\left(\frac{72}{81}\right) * 100$	88,89	Alto (pero puede mejorarse)

Fuente: elaboración propia.

3.8. Medidas correctivas y de corrección

Luego de determinar los niveles de desempeño y las causas que producen desperfectos en el proceso productivo, es necesaria la toma de decisiones con el fin de reducir causas y si es posible eliminarlas inmediatamente.

3.8.1. Por área de incidencia de fallos

- Dibujo
 - Realizar una distribución adecuada de tareas para no sobrecargar al operario.

- Reducir la transmisión de información por métodos no convencionales, es decir no enviar por correo fotos de las medidas de dibujo con el fin de adelantar trabajo.
- Realizar mantenimiento preventivo al equipo de cómputo.
- Mejorar la ergonomía en el puesto de trabajo; silla, filtro para disminuir la intensidad en la iluminación de la pantalla, ventilación, entre otras.
- Corte
 - Plan de capacitación para el correcto manejo de maquinaria y utilización del equipo de protección personal.
 - Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo a las distintas cortadoras.
 - Realización de inspecciones más rigurosas a los productos antes de salir del área.
- Voleo
 - Plan de capacitación para el correcto manejo de maquinaria y utilización del equipo de protección personal.
 - Capacitación de procedimientos para la correcta realización de acabados por parte del jefe de producción.

- Mejora de las condiciones de trabajo, reduciendo la cantidad de polvo en el ambiente y las elevadas temperaturas.
- Realización de inspecciones más rigurosas a los productos antes de salir del área.
- Brillo
 - Plan de capacitación sobre la correcta utilización del equipo de protección personal.
 - Iluminación para evitar deslumbramientos y zonas opacas.
- Estuque
 - Plan de capacitación sobre la correcta utilización del equipo de protección personal.
 - Realización de inspecciones más rigurosas a los productos antes de salir del área.
 - Verificación de útiles y herramientas utilizadas en el estucado.
- Instalación
 - Programación de visitas sorpresa más recurrentes e inspecciones más minuciosas por parte del gerente de producción.
 - Control de inventario adecuado.

4. DESARROLLO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

4.1. Responsables de la implementación

Debe establecerse un comité directivo para guiar a los equipos encargados de los proyectos; las funciones que se les atribuirán a estos consisten en asegurarse de dirigir sus esfuerzos en el cumplimiento de las metas de la compañía, autorizar la investigación y el análisis de problemas para posteriormente aprobar los cambios. Es recomendable la utilización de un equipo integrado por individuos con distintas experiencias puesto que la diversidad de conocimientos puede dirigir a la solución óptima de un problema al contarse con una variedad de puntos de vista.

4.1.1. Gerencia general

Encargado de establecer la planificación táctica para el desarrollo de las políticas y estándares mínimos de la calidad dentro de la empresa a cumplirse en un periodo de tiempo establecido; debe revisar y aprobar los presupuestos proporcionados por el gerente de producción o rechazarlos según su criterio. Su mayor impacto en el desarrollo de la calidad consiste en proporcionar granitos, mármoles y cuarzos que cumplan con las características necesarias para que los trabajadores puedan realizar sus funciones sin ningún tipo de inconveniente.

4.1.2. Gerencia de producción

El gerente de producción es el encargado de velar por el cumplimiento de las metas establecidas por la gerencia general, utilizando la información

recolectada por el supervisor y los informes de reclamos por parte de ventas debe realizar los cálculos correspondientes para determinar los indicadores de la calidad y utilizando las herramientas de la ingeniería como Pareto e Ishikawa determinar el plan de acción a seguir. Será el encargado de capacitar a los trabajadores respecto a la correcta utilización del equipo de protección personal. En caso de necesitar insumos para las capacitaciones debe realizar un presupuesto detallado y solicitarlo a gerencia general.

Supervisará y dirigirá reuniones quincenales en el área de producción para discutir los temas relacionados a inconformidades o mejoras que puedan darse. Deberá encargarse de la programación del mantenimiento preventivo para el área de corte y asegurarse de la realización del mismo con el fin de evitar retrasos por desperfectos en la maquinaria.

4.1.3. Supervisor de producción

Por su alta experiencia y por ser un trabajador que lleva más de 10 años en la empresa y se ha desempeñado en cada una de las áreas, será el encargado de inspeccionar los proyectos, realizar la toma de datos e instruir a los operarios sobre el concerniente uso de la maquinaria y la realización de acabados en las capacitaciones programadas.

4.2. Capacitación de personal

La fuerza de trabajo conocida como mano de obra es uno de los recursos principales de cualquier empresa. Dentro de cualquier mejora de un proceso o implementación del mismo, es necesaria la capacitación a las personas que tendrán relación directa con estos procesos. Para alcanzar los estándares

establecidos por la empresa, el personal debe ser capacitado de una manera apropiada.

Existen diversos métodos para capacitar al personal: el aprendizaje en el trabajo en el cual el personal se ve obligado a aprender por sí solo las técnicas, instrucciones escritas, las instrucciones gráficas, las videocintas y la capacitación física. Dentro de estos métodos el mejor es la capacitación física ya que el personal observa directamente cómo se deben realizar cada una de las tareas utilizando circunstancias reales válidas y el desempeño se puede supervisar y así mismo retroalimentar.

4.2.1. Diseño del programa

La capacitación es un proceso sistemático y estratégico cuyo objetivo principal es desarrollar de una mejor manera las habilidades específicas de cada tarea, esto permite aumentar la calidad en cada producto y la satisfacción de los clientes. Tras determinar que las áreas con mayor incidencia de defectos eran corte y voleo, los esfuerzos irán dirigidos a los empleados de estas áreas.

Tabla XII. **Capacitación por área**

Área	Descripción
Corte	Familiarizar a los trabajadores con las herramientas que se utilizan, así mismo, indicar cuál es el equipo de protección personal que se debe manejar y la técnica correcta para manipular cada pieza.
Voleo	Enseñar la forma correcta de cómo se deben realizar los acabados.

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Cronograma de actividades

El proceso de capacitación se divide por etapas, y se realiza en periodos de una hora u hora y media por día con el fin de no interrumpir significativamente el proceso de producción.

Tabla XIII. Cronograma de actividades

Fábrica:	"mármol soñado, s. A."														
Dedicada a:	Elaboración de cubiertas para cocinas, baños, etc. Utilizando mármol, granito y cuarzo.														
Responsable del control sobre lo ejecutado	Gerente de producción														
Actividades a desarrollar	Días														
	11	22	33	54	65	76	87	98	99	110	111	112	113	114	Involucrados
Presentación															
a. Objetivos															Gerente de producción, supervisor de producción, voleador y cortador.
b. Justificación o explicación															Gerente de producción, supervisor de producción, voleador y cortador.
c. Conferencia sobre el epp															Gerente de producción, supervisor de producción, voleador y cortador.
Área de corte															
Inducción															
a. Uso de herramientas															Supervisor de producción y cortador.
b. Técnicas de corte															Supervisor de producción y cortador.
c. Evaluación															Gerente de producción, supervisor de producción y cortador.
d. Retroalimentación															Supervisor de producción y cortador.

Continuación de la tabla XIII.

Área de voleo																	
Inducción																Supervisor producción voleador.	de y
a. Herramientas																Supervisor producción voleador.	de y
b. Técnicas de voleo																Supervisor producción voleador.	de y
c. Evaluación																Gerente producción, supervisor producción voleador.	de y
d. Retroalimentación																Supervisor producción voleador.	de y

Fuente: elaboración propia.

Considerando la cantidad de horas que se utilizarán para realizar la capacitación a los trabajadores y el sueldo de estos, se estima que el costo por realizar la capacitación es el siguiente:

Tabla XIV. **Costo de capacitación**

Puesto	Cantidad de operarios	Salario por hora	Cantidad de horas en capacitación	Total
Gerente de producción	1	Q 20,00	4	Q 80,00
Supervisor de producción	1	Q 15,00	14	Q 210,00
Cortador	2	Q 12,00	8	Q 96,00
Voleador	2	Q 12,00	8	Q 96,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total de implementar la capacitación propuesta dentro de una jornada de trabajo en horario normal es de Q 482,00; en caso esta se efectuara fuera de este horario, es decir, horas extras; se multiplica el precio determinado con anterioridad por el factor 1,5 correspondiente a horas extra lo cual Oda

como resultado Q 723,00; únicamente es recomendable utilizar las horas extra en caso la demanda sea elevada y la capacitación no pueda realizarse en un horario normal.

4.3. Manual de implementación del control de calidad

La utilización de un manual de procedimientos como herramienta administrativa para que los empleados conozcan que es lo que deben ejecutar y la manera en que deben realizarlo consiste en explicar paso a paso lo que se debe hacer en cada tarea. En este caso es necesario detallar los pasos para el control de calidad con el fin de que los trabajadores delegados por la empresa puedan realizar las tareas de manera correcta y utilizar estos procedimientos de calidad cuando lo crean necesario; así mismo, para que sean capaces de interpretar los resultados de manera que la toma de decisiones sea la mejor.

4.3.1. Procedimiento para la realización de inspecciones

El primer paso es decidir quién será el encargado de realizar las inspecciones; debe ser una persona familiarizada con el proceso y que sea íntegra para asegurar la veracidad de los datos recolectados.

Dependiendo de lo que quieran inspeccionar, pudiendo ser el proceso de elaboración completo o simplemente hacer las inspecciones del proceso por área, se debe realizar una hoja de formato para la cual se deben considerar todos aquellos aspectos que se crean relevantes y determinar un periodo de tiempo razonable para la recolección de los datos.

Un factor muy importante para realizar la toma de datos que se debe considerar es la temporada de trabajo, puesto que en algunos momentos será

muy elevada como los meses de noviembre y diciembre, lo que causa que los proyectos se trabajen de una manera apresurada; mientras que en otros será baja como es el caso de enero, dando un tiempo demasiado holgado para realizar los proyectos. Lo ideal es realizar la inspección en momentos que la empresa se encuentre desempeñando funciones con normalidad para evidenciar las posibles causas de los desperfectos.

4.3.2. Procedimiento para la elaboración de los gráficos de control

Con los datos recolectados se realizan agrupaciones dependiendo del tipo de gráfico que se desee trabajar. Como se mencionó con anterioridad, el gráfico P mostrará la proporción de proyectos defectuosos respecto un periodo de tiempo y el gráfico U, la cantidad de defectos que estos poseen.

- Gráfico U

Los datos deben agruparse considerando alguna característica en común; en este caso, se trabajará por medio de los distintos materiales a utilizarse para la fabricación de cada uno de los proyectos; el ejemplo a demostrarse será realizado con el primer dato del respectivo gráfico realizado en el inciso 3.4 y para el cálculo de los demás datos solo será necesario repetir el procedimiento; por consiguiente, es necesario tabular los datos recolectados en una tabla con los siguientes datos como mínimo:

Tabla XV. Realización del gráfico U

Material	Muestra	Defectos	Porcentaje de defectos (%)	Límite inferior (%)	Límite central (%)	Límite superior (%)
Blanco OZ premiere	15	12	80	13,69	85,19	156,68

Fuente: elaboración propia.

A continuación se determinarán los datos faltantes para completar la tabla; todo esto se realiza por medio de fórmulas en las cuales únicamente hay que substituir los datos recopilados:

$$\text{Porcentaje de defectos} = \frac{\text{total de la muestra}}{\text{total de defectos}}$$

$$\text{Porcentaje de defectos} = \frac{12}{15} = 0,80$$

El siguiente paso es determinar la línea central; para calcular este dato es necesario conocer las cantidades totales de proyectos observados y de defectos encontrados.

$$\text{Linea central} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{total de proyectos}}$$

$$\text{Linea central} = \frac{69}{81} = 0,8519$$

Por último, para completar la tabla es necesario determinar los límites de control; estos utilizan la misma fórmula, en lo único que se diferencian uno del otro es que para el límite inferior se realiza una resta y para el superior se efectúa una suma. Debido a que el número de proyectos realizados por cada

material no es constante, es decir, los subgrupos muestran variabilidad, el valor 'n' se substituye por la muestra correspondiente al material analizado.

$$\text{Límites de control} = \bar{u} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$\text{Límite inferior} = 0,80 - 3 \sqrt{\frac{0,80}{15}} = 0,1369$$

$$\text{Límite superior} = 0,80 + 3 \sqrt{\frac{0,80}{15}} = 1,566$$

Una vez finalizada la tabla, simplemente se deben seleccionar y graficar por medio de un gráfico de líneas las columnas correspondientes al porcentaje de defectos, la línea central y ambos límites.

- Gráfico P

Los datos deben agruparse considerando alguna característica en común; en este caso se trabajará por medio de la cantidad de proyectos realizados por día; el ejemplo a demostrarse será realizado con el primer dato del respectivo gráfico realizado en el inciso 3.4 y para el cálculo de los demás datos solo será necesario repetir el procedimiento; por consiguiente, es necesario tabular los datos recolectados en una tabla con los siguientes datos como mínimo:

Tabla XVI. Realización del gráfico P

Día observado	Muestra	Defectuosos	Proporción muestral (%)	Límite inferior (%)	Límite central (%)	Límite superior (%)
1	3	3	100,00	-38,39	48,15	134,69

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se determinarán los datos faltantes para completar la tabla; todo esto se realiza por medio de fórmulas en las cuales únicamente hay que substituir los datos recopilados:

$$\text{Porcentaje de defectos} = \frac{\text{total de la muestra}}{\text{total de defectuosos}}$$

$$\text{Porcentaje de defectos} = \frac{3}{3} = 1$$

El siguiente paso es determinar la línea central; para calcular este dato es necesario conocer las cantidades totales de proyectos observados y cuántos de estos son defectuosos.

$$\text{Línea central} = \frac{\text{total de defectuosos}}{\text{total de proyectos}}$$

$$\text{Línea central} = \frac{39}{81} = 0,4815$$

Por último, para completar la tabla es necesario determinar los límites de control; estos utilizan la misma fórmula; en lo único que se diferencian uno del otro es que para el límite inferior se realiza una resta y para el superior se efectúa una suma. Debido a que el número de proyectos realizados por cada

material no es constante; es decir, los subgrupos muestran variabilidad en el valor 'n' se substituye por la muestra correspondiente al material analizado.

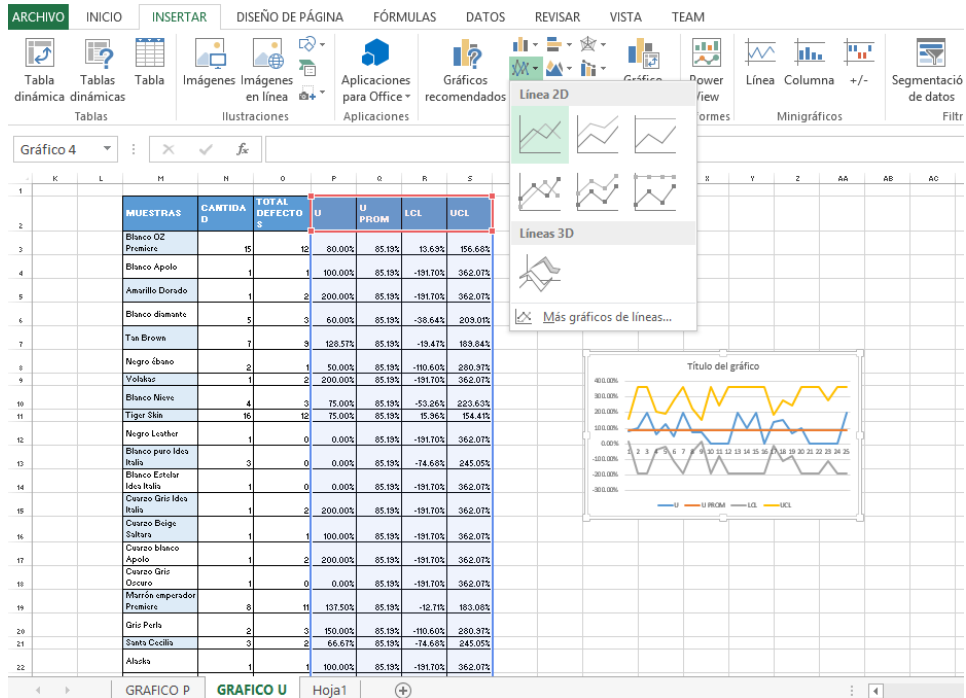
$$\text{L\u00edmites de control} = P_{prom} \pm 3 \sqrt{\frac{P_{prom}(1 - P_{prom})}{n_i}}$$

$$\text{L\u00edmite inferior} = 0,4815 - 3 \sqrt{\frac{0,4815(1 - 0,4815)}{3}} = -0,3839$$

$$\text{L\u00edmite superior} = 0,4815 + 3 \sqrt{\frac{0,4815(1 - 0,4815)}{3}} = 1,3469$$

Una vez finalizada la tabla, simplemente se deben seleccionar y graficar por medio de un gr\u00e1fico de l\u00edneas las columnas correspondientes al porcentaje de defectos, la l\u00ednea central y ambos l\u00edmites, como se demuestra a continuaci\u00f3n:

Figura 37. Ejemplo de gráfica U



Fuente: elaboración propia

Posteriormente a la elaboración de los gráficos es necesario interpretar lo que estos significan; pueden presentarse dos opciones: que todos los puntos del gráfico se encuentren dentro de los límites lo cual indicaría que el proceso se encuentra en control o, por el contrario, que existan puntos fuera de nuestros límites, por consiguiente, es necesario analizar las causas que provocaron la salida de los datos.

4.3.3. Procedimiento para la elaboración y el análisis de indicadores

Los indicadores se utilizarán para hacer una comparación entre dos datos; en este caso, sirvieron para determinar el porcentaje de calidad completa y el porcentaje de calidad en cada área. Esto ayuda a tomar decisiones acerca de las medidas que se deben tomar para que estos porcentajes puedan ir creciendo cada vez más. El uso de estos indicadores es sencillo y de fácil entendimiento; de esta manera, los resultados se pueden presentar a cualquier nivel de la empresa, de modo que cualquier trabajador lo pueda entender.

Para la elaboración de estos indicadores se necesitan dos datos: cantidad de datos totales recolectados y cantidad de datos recolectados sin defectos. Luego de que se obtienen estos datos, se deben ingresar a la siguiente fórmula:

$$i = \left(\frac{m}{N}\right) * 100 = \%$$

Donde:

- i = indicador
- m = datos recolectados sin *defectos*
- n = total de datos recolectados

El resultado arrojará el porcentaje de calidad que se maneja ya sea en toda la empresa o en cada área. Si se desea determinar el porcentaje de calidad en un área determinada, los datos recolectados sin defectos (m) que se deben colocar en la fórmula serán específicamente los datos del área en estudio, por lo que si se tiene una hoja de inspección en donde el área en

estudio no tiene defectos, pero sí otras áreas, ésta no se toma en cuenta para 'm'.

Los indicadores se pueden utilizar para comparar datos anteriores con actuales para determinar si un procedimiento de mejora que se ha implementado ha dado resultados positivos o negativos y a partir de esto determinar qué medidas se deben tomar. Mientras más grande sea el porcentaje, mejor será la calidad que se está manejando ya sea en la empresa o en el área que se esté estudiando.

4.3.4. Procedimientos de medidas correctivas

Cuando se ha corroborado el nivel de desempeño del proceso mediante los indicadores se deberá de tomar la decisión sobre lo que se hará a continuación en el caso de buscar mejorar. Utilizando herramientas para el control de la calidad como los diagramas de Pareto e Ishikawa, se debe identificar el área donde se están generando los defectos y las causas que los originen.

Luego de identificar las principales causas se debe realizar un plan de acción que enfoque sus esfuerzos a su reducción o mitigación. Para definir las acciones correctivas se puede apoyar con la lluvia de ideas, en la cual es importante que participen todos los involucrados en el proceso para tener una gran variedad de puntos de vistas.

Antes de implementar el plan de una manera general, se debe realizar una prueba piloto que permita observar cual será el comportamiento del proceso en un periodo de tiempo para posteriormente analizarlo y verificar su eficacia; dependiendo de los resultados obtenidos, se implementará de una manera

general o si el plan no generó ningún tipo de cambio considerable o, por el contrario, en vez de mejorar este empeoró por lo que hay que identificar lo que generó ese resultado y replantearlo con nuevas acciones correctivas.

4.4. Costos asociados

Son aquellos costos que no existirían si todas las actividades se realizaran siempre sin desperfectos. Cuando no se cumplen las expectativas del cliente a la primera, la compañía debe incurrir en estos costos. Existen dos tipos: internos y externos; los internos se refiere al costo de reproceso y oportunidad, los cuales existen dentro de la empresa; mientras que el externo es cuando el producto ya llegó al cliente y este se entera de la existencia de los defectos: pérdida de clientes, malas referencias, entre otros.

4.4.1. Costos de reproceso

Este costo se presenta cuando el producto muestra algún tipo de desperfecto el cual se ve reflejado haciendo que este tenga una refabricación, ya sea total o parcial, el desperdicio de materiales para corregir el desperfecto y el tiempo desaprovechado.

Dependiendo de la etapa del proceso en la que se detecte el defecto, aumentará su costo del mismo; por ejemplo, no es lo mismo si en el proceso de corte se identifica el defecto incurriendo solo en el costo de material por reposición de pieza si esta no fuera reutilizable; o solo en desgaste de disco y tiempo de los trabajadores, si en dado caso el error no fuera culpa de ellos, a que esta misma pieza se encontrara al final del proceso por lo que no solo se incurriría en los costos ya mencionados sino que también se tendría que

realizar nuevamente el acabado y brillo de la pieza, lo que eleva así el costo total a causa de un desperfecto.

4.4.2. Costo de oportunidad

La empresa no siempre es capaz de anticiparse al aumento de la demanda; por lo que el material existente debe utilizarse de una manera óptima para minimizar los desperdicios con el fin de cumplir con los proyectos solicitados, mientras ingresa un nuevo lote de material. En algunos casos debido a que se tiene que reponer alguna pieza de un proyecto, se desajusta la cantidad a utilizarse para uno nuevo; por lo que ya no es posible vender este último perdiendo así la oportunidad de realizar un nuevo proyecto.

4.4.3. Costo de la pérdida de clientes

Como es bien sabido, las personas tienden a quejarse de un producto cuando este no cumple con sus expectativas o tienen un problema con el mismo; en el caso de encontrarse con desperfectos o un mal servicio por parte de la empresa, es muy probable que los clientes ya no vuelvan a contratarla; y lo que perjudicaría más a la organización serán las malas referencias a sus conocidos, por consiguiente, estos buscarán a la competencia.

4.5. Transformar el grupo de trabajadores en un equipo de trabajo

Cuando se cuenta con un grupo de trabajo, las personas tienen contacto entre ellas de forma continua y realizan de una manera correcta las tareas asignadas; sin embargo, no se preocupan por que toda la empresa alcance los objetivos globales. Se dice que un grupo de trabajo está enfocado en realizar únicamente objetivos laborales, personales y no tienen interés en colaborar con

sus compañeros de trabajo para que estos a su vez también cumplan con los suyos, carecen de un propósito en común.

Un equipo de trabajo es fundamental en la organización para que esta se desarrolle de una manera correcta y logre alcanzar todos los objetivos establecidos. Este equipo se conforma de trabajadores con habilidades que se complementan, haciendo que el esfuerzo personal de por resultado un desempeño mayor.

Todas las personas que se encuentran laborando en la organización deben estar enfocadas a lograr los objetivos y metas establecidos por la empresa, es por esto que la creación de un equipo de trabajo es indispensable para su buen desarrollo. Al momento de crear este equipo se debe tomar en cuenta que se presentarán diferencias y conflictos; la diferencia con el grupo de trabajo será que se debe aprender a resolverlos de manera que no afecte a ningún colaborador.

4.5.1. Mejorar el trabajo en equipo

Se sabe que ninguna empresa es perfecta, así mismo, sus trabajadores, por lo que en un equipo de trabajo siempre habrá cosas por mejorar. Se debe medir el desempeño individual y global en el equipo para determinar qué cosas están impidiendo un correcto crecimiento, qué cosas se pueden mejorar y qué es lo que se está realizando de una forma incorrecta. De igual manera, la empresa debe tener líderes que sepan encaminar a la empresa a los objetivos ya antes establecidos involucrándose con los demás trabajadores en las labores diarias para que estos sepan que todos forman parte de un equipo.

Con el fin de mejorar la comunicación entre trabajadores es necesario realizar reuniones en el equipo de producción dentro del cual se traten los temas relacionados a inconformidades o mejoras que puedan darse, haciendo que los trabajadores participen siempre teniendo al gerente de producción como mediador. Se debe tener en cuenta que el objetivo de estas reuniones no es señalar culpables; por el contrario, es buscar soluciones como un equipo de trabajo. Como se mencionó anteriormente, con la finalidad de fortalecer el trabajo en equipo se planteará la inclusión de un sistema de recompensa semestral si los índices de desempeño analizados para el periodo son como mínimo los deseados.

4.5.2. Aumento de la confianza en relación subordinado-jefe inmediato

La relación entre trabajadores dentro de la empresa es un aspecto muy importante que se debe tomar en cuenta para el rendimiento empresarial; esto se puede lograr a través de un entorno laboral positivo, ofreciendo una mayor estabilidad laboral y seguridad a los trabajadores.

Un punto clave para que la confianza crezca es mantener al trabajador con autoestima elevada, que sepa que su trabajo es importante y que forma parte de un gran equipo de trabajo. Así mismo, tomar decisiones en conjunto ayuda a que el trabajador sienta que su opinión cuenta. Otros aspectos como la seguridad del trabajador al momento de realizar una tarea hacen que la persona se sienta protegida y motivada. Cabe destacar que un empleado que carece de confianza, es más difícil de entrenar y por ende es más complicado lograr que forme parte de un equipo de trabajo. La apertura de líneas de comunicación es uno de los factores que tendrá impacto sobre la eficiencia de la organización.

Tanto el jefe de planta como el gerente de producción deben hacer sentir a los trabajadores de una manera cómoda, escuchando lo que estos tengan que decir y tomando en cuenta sus comentarios, esto con el fin de que exista un grado de comunicación en el que los trabajadores no dudarán de notificar alguna situación extraña o comportamiento que noten en sus compañeros de trabajo.

4.5.3. Creación de un ambiente solidario basado en principios éticos

Cuando el ambiente laboral es bueno, se trabaja de una mejor manera por lo que la productividad aumenta y la motivación también. Hay ocasiones en las que un trabajador puede ofrecer su ayuda a otro para lograr cierto objetivo y en esto radica la solidaridad empresarial. Para que una empresa alcance sus objetivos debe poner énfasis en la ayuda que existe entre trabajadores para que se logre de una mejor manera estos objetivos y con una mayor eficiencia. Es importante resaltar la ética en cualquier nivel dentro de la empresa, desde los gerentes hasta los operarios. Se entiende como ética al conjunto de principios, valores y reglas utilizadas para definir lo que está bien y lo que está mal, que detalla el comportamiento esperado de los empleados actuando en nombre de la organización.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Resultados

Son los datos obtenidos al momento de realizar el proceso de mejora, los cuales provienen de las inspecciones realizadas y tabuladas en los formatos; dichos datos posteriormente indicarán el tipo de acción a tomar dentro de la organización.

5.1.1. Análisis

Existe la necesidad de realizar un análisis a los datos obtenidos al realizar algún tipo de medición, esto con el fin de iniciar un proceso de mejora de calidad. Dependiendo de los resultados obtenidos, se puede determinar si las medidas correctivas utilizadas en el proceso de elaboración tuvieron el desenvolvimiento esperado causando así una mejora y disminución en la variabilidad de los productos; o si por el contrario, las decisiones tomadas no fueron las adecuadas y debe replantearse el proceso de mejora para la calidad. Esto dependerá de los indicadores obtenidos y la comparación con las metas establecidas por gerencia.

5.1.2. Mejora continua

Ningún proceso es perfecto, por lo que siempre es posible realizar mejoras para optimizar los resultados; con la globalización y mejoras tecnológicas que existen siempre se podrá innovar en los procesos; por lo que es necesario no estancarse en algún tipo de metodología y siempre tener la mente abierta a los

cambios. Es necesario realizar periódicamente análisis a la metodología establecida con el fin de encontrar posibles mejoras, este es el principio de los círculos de calidad desarrollado por Deming.

Una de las herramientas más importante para lograr aprovechar al máximo la mejora continua es el correcto manejo del *feedback* sobre los resultados, si se transmite correctamente la información de los errores o las causas que provocan los defectos, será más simple que los trabajadores entiendan que deben hacer para evitarlos y mejorar.

5.1.2.1. Redefinición de las metas de indicadores

Con el fin de mantener la competitividad en el mercado, es necesario que la empresa siempre busque mejorar la experiencia del cliente durante todo el proceso. Por lo tanto, es necesario que cada cierto tiempo se plantee la opción de aumentar los niveles esperados de calidad. Es decir, si el primer año de implementación se obtuvo un resultado del 80 %, para el segundo año se buscaría un aumento al 83 %, esto dependerá de la tecnología y las capacidades organizativas, administrativas, instaladas.

5.2. Ventajas de la implementación

Las empresas donde los desperfectos en productos han reducido al mínimo gozan de ventajas como tiempos de proceso más rápidos, reducción de los costos por desperdicio y reposición, es decir una optimización en los recursos. Lo que se ve reflejado en un costo menor del producto, lo que permitirá que la empresa genere ingresos más altos.

5.2.1. Disminución de retrasos en la producción

El retraso en la producción por desperfectos es por causa del material ya que este se debe manejar con precaución sino podría fisurarse, haciendo que los tiempos de traslados y ubicación de un área a otra sea alto. Al elaborar las piezas correctamente desde el comienzo no se estará perdiendo tiempo en realizar reproceso a las mismas; por consiguiente, los operarios pueden enfocarse en trabajar proyectos nuevos y optimizar el tiempo.

5.2.2. Disminución del desperdicio de materiales

Puesto que la materia prima utilizada es un tipo de piedra, en el caso de ser cortada con las medidas erróneas, si estas fueran más pequeñas la pieza ya no puede utilizarse a menos que dentro del proyecto existieran piezas aun menores entonces solo tendría que ajustarse; existen casos en los que no es posible utilizar dichas piezas en un mismo proyecto y se debe esperar bastante tiempo hasta que se presente la oportunidad para usarlas o elaborar uno nuevo; existe el peligro de que la pieza pueda fisurarse o lastimarse si no es almacenada correctamente.

5.2.3. Reducción de costos por reposición

Esta ventaja es la más significativa para la organización; con la correcta elaboración e instalación del proyecto se logrará que el cliente tenga una experiencia agradable y se dé por concluido el proyecto. Cuando existen defectos por los cuales el cliente se ve en la necesidad de presentar un reclamo, la organización incurre en una diversa cantidad de gastos, puesto que deben enviar al gerente de producción a que realice una inspección a modo de identificar la mejor solución al problema y programar el proceso que incluye el

desmontaje de las piezas a reponer, el traslado a la planta, realizar las correcciones a la pieza e instalar nuevamente las piezas. En caso la pieza no pueda volver a utilizarse, se debe fabricar nuevamente teniendo el cuidado de no incurrir nuevamente en el mismo tipo de defecto e ir a instalar.

CONCLUSIONES

1. Por medio de indicadores se determinó que la calidad actual de la empresa Mármol Soñado, S.A. de una manera general en el proceso de fabricación es de 51,85 %, se utilizó como método de control únicamente inspecciones superficiales al final del proceso de elaboración.
2. Los aspectos considerados al momento de realizar el programa de registro incluyen factores como el periodo de tiempo estipulado para la toma de datos, el nivel de demanda en dicho periodo, los materiales en que se realizaban los proyectos, las distintas áreas del proceso de elaboración y los operarios que realizaban las tareas.
3. Las áreas en las cuales la cantidad de defectos son mayores con respecto a las demás áreas de producción son corte y voleo, con porcentajes de 33,33 y 28,4 respectivamente; esto se determinó mediante el uso de la herramienta para el control de la calidad conocida como diagrama de Pareto.
4. Con el diagrama Ishikawa se determinó que las principales causas atribuibles a las fallas en las áreas de corte y voleo son debido a la falta de:
 - Calibración
 - Mantenimiento preventivo
 - Capacidad del operario
 - Metodología de trabajo

5. El plan propuesto para el control de la calidad se basa en la asignación de tareas; es responsable el gerente general de proporcionar materia prima que cumpla con las características necesarias; el área de producción se encargará de la capacitación de los trabajadores en el uso correcto del equipo de protección personal, herramientas, maquinaria y técnicas de elaboración así como de realizar inspecciones más estrictas a instalación de proyectos.

6. Se desarrolló un plan de mejora continua basado en la utilización del ciclo de Deming el cual consiste en las siguientes etapas: planear: mediante la recolección de datos se analizó la situación actual de la calidad en la empresa y se determinó, mediante el uso de indicadores, que era necesario desarrollar un plan de acción para minimizar la cantidad de desperfectos. Hacer: realizar las actividades determinadas en el plan de acción por medio de una prueba piloto. Verificar: posteriormente a la implementación del plan de acción es necesario medir nuevamente el desempeño respecto a la calidad. Actuar: en caso el resultado de la verificación sea positivo se procede a implementar de manera general el programa; en caso contrario, se replantea el plan de acción y se realizan las correcciones necesarias para crear un cambio positivo.

7. Para minimizar la cantidad de desperfectos producidos por la organización es necesario prestar atención a los indicadores de eficiencia que posee cada una de las áreas del proceso de fabricación, ya que la sumatoria de las mejoras producidas por cada área proporciona como resultado un aumento de la calidad total.

RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de identificar el rumbo de acciones a tomar, es necesario comenzar examinando el estado actual en que se encuentra la organización.
2. Al momento de realizar una hoja de registros los aspectos que se tomen en cuenta deben ser medibles y reales; como las dimensionales de los *tops*, la rectitud de los cortes y la fineza de los acabados, entre otros.
3. Al identificar las áreas donde se encuentra la mayor incidencia de desperfectos, se facilita el direccionar esfuerzos en la planeación de acciones correctivas puesto que, al encontrarles una solución a estos principales, el número de desperfectos se reduce considerablemente.
4. Al determinar que existen varias causas que provocan los desperfectos se recomienda iniciar los cambios en aquellas que representen un menor costo o sean más fáciles de corregir. De acuerdo con el diagrama de Pareto las causas menores solucionan también las mayores.
5. Con el propósito de aumentar la probabilidad de éxito del plan para el control de la calidad es necesario que todos los involucrados en el proceso participen, especialmente empeñados en este proyecto la: cabeza directriz, delegando tareas específicas dependiendo del puesto de trabajo en que se encuentren y las habilidades que estos posean.

6. El ciclo de Deming P.H.V.A., también se conoce bajo el nombre de círculo de la calidad, esto se debe a que las etapas son cíclicas; por lo que a cierto tiempo es necesario iniciar desde la primera etapa nuevamente con el fin de tener un sistema de mejora continua en la calidad.
7. Es necesario buscar la armonía y secuencia lógica en las operaciones, puesto que el proceso se puede ver representado como una cadena, en la cual este será tan eficaz como lo sea su eslabón más débil.
8. Al momento de buscar la mejora en el trabajo de equipo se puede crear un sistema de recompensa semestral; por ejemplo, una convivencia para festejar lo logrado y mantener la motivación.

BIBLIOGRAFÍA

1. BELTRÁN JARAMILLO, Jesús Mauricio. *Indicadores de gestión*. 2a ed. Colombia: 3R, 2008. 194 p.
2. CUATRECASAS, Luís. *Gestión integral de la calidad*. España: Profit, 2010. 230 p.
3. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto; DE LA VARA SALAZAR, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2013. 120 p.
4. KAORU, Ishikawa. *Introducción al control de calidad*. España: Díaz de Santos, 1994. 89 p.
5. RENDER, Barry; HEIZER, Jay. *Administración de la producción*. México: Pearson Educación, 2007. 220 p.
6. S. HILLIER, Frederick; S. HILLIER, Mark. *Métodos cuantitativos para administración*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2013. 110 p.
7. SUMMERS, Donna C. S. *Administración de la calidad*. México: Pearson Educación, 2006. 139 p.

