



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MÁRMOL
Y GRANITO EN EL TALLER “DIVINO NIÑO” EN LA CIUDAD DE SALCEDO
PROVINCIA DE COTOPAXI**

Autores:

Mullo Jami Telmo Rodrigo

Quillupangui Luje Sergio Andrés

Tutor:

Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

Latacunga - Ecuador

2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Mullo Jami Telmo Rodrigo** y **Quillupangui Luje Sergio Andrés**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **Optimización de procesos en la transformación del mármol y granito en el taller “Divino Niño” en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi**, siendo el **Ing. Raúl Andrango** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

MULLO JAMI TELMO RODRIGO

C.C. 050293918-4

QUILLUPANGUI LUJE SERGIO ANDRÉS

C.C. 172089388-0



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Optimización de procesos en la transformación del mármol y granito en el taller Divino Niño en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi” de Mullo Jami Telmo Rodrigo y Quillupangui Lujé Sergio Andrés, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio, 2017

Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

C. C. 1717526253

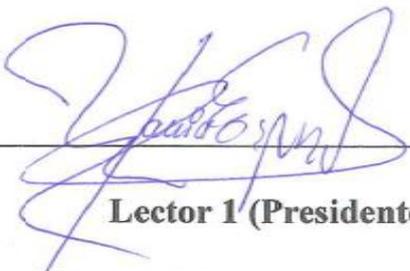
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes : **Mullo Jami Telmo Rodrigo y Quillupangui Luje Sergio Andrés**, con el título de Proyecto de Titulación: **“Optimización de procesos en la transformación del mármol y granito en el taller “divino niño” en la ciudad de salcedo provincia de Cotopaxi”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

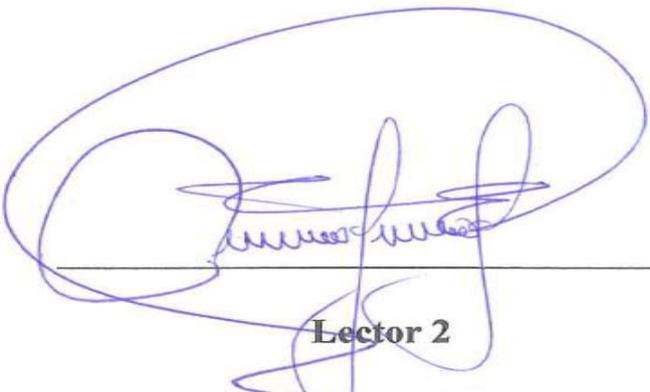
Latacunga, Julio, 2017

Para constancia firman:



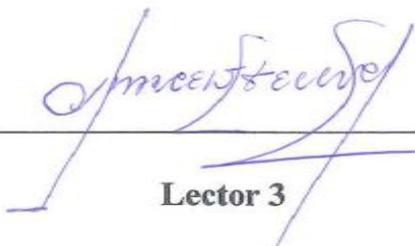
Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán
C.C. 050226936-8



Lector 2

Ing. MSc. Edison Patricio Salazar Cueva
C.C. 050184317 – 1



Lector 3

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Córdor

C.C. 050151855 – 9

Marmolería “Divino Niño”

Salcedo Panamericana Norte vía a Latacunga a 300 metros del Redondel del Príncipe



AVAL TALLER DIVINO NIÑO

Salcedo julio de 2017

Quien suscribe, Luis Abelardo De Faz Rojas en calidad de gerente propietario del taller CERTIFICO que los Sres. Mullo Jami Telmo Rodrigo y Quillupangui Luje Sergio Andrés, realizaron en las instalaciones del taller el proyecto de investigación titulado: **“OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MÁRMOL Y GRANITO EN EL TALLER DIVINO NIÑO EN LA CIUDAD DE SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI”**. En la ejecución de dicho proyecto los Sres. demostraron habilidades y conocimientos en su especialidad así también generaron resultados en su proyecto, que le serán de gran utilidad al taller por cuanto se enfocó en solucionar problemas inherentes en los procesos productivos.

Durante su estadía los Sres. en mención se hicieron acreedores de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y don de gentes demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente.

Atentamente.

GERENTE PROPIETARIO DEL TALLER

C.I. 0502893654

Telf. 0998305109

TABLA DE CONTENIDOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL TALLER DIVINO NIÑO.....	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
Título del proyecto.....	1
Fecha de inicio	1
Fecha de finalización	1
Lugar de ejecución.....	1
Facultad que auspicia.....	1
Carrera que auspicia.....	1
Equipo de trabajo	1
Coordinadores del proyecto	1
Área de conocimiento	2
Línea de investigación	2
Sub líneas de investigación de la carrera	2
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS.....	4
General.....	4
Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
Composición del mármol.....	6
Composición del granito	6
Proceso de transformación de mármol y granito	6

Corte con disco diamantado	7
Escafilado	7
Abujardado	7
Arenado	7
Pulido	7
Resinado	8
Ingeniería de métodos	8
Diagramas de procesos	10
Diagrama de flujo recorrido.....	11
Técnica del estudio del tiempo y movimiento	12
Estudio de tiempos.....	12
Tiempo estándar.....	12
Aplicaciones del tiempo estándar	13
Equipo para el estudio de tiempos	13
Cálculo del número de observaciones.....	13
Método Estadístico.....	13
Calificación del desempeño	14
Suplementos del estudio de tiempos	15
Clasificación de suplementos.....	15
Valor de suplementos.....	16
Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo.....	17
Estudio de movimientos.....	19
8. HIPÓTESIS	22
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
Métodos de investigación	22
Método Inductivo:	22
Método bibliográfico:.....	22
Técnicas de investigación	23
Investigación de campo:.....	23
Observación:.....	23
Estudio de tiempos:	23
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	23
Flujo grama para los productos que existen en el taller.....	26
Costos de producción.....	35
Propuestas para la optimización de procesos.....	46

Comprobación de la hipótesis.....	54
11. IMPACTOS.....	57
Técnicos.....	57
Económicos.....	57
Ambientales.....	58
Sociales.....	58
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	58
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
Conclusiones.....	59
Recomendaciones.....	59
14. BIBLIOGRAFÍA.....	60
15. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	4
Tabla 2: Simbología flujo de procesos.....	11
Tabla 3: Cálculo de número de observaciones.....	14
Tabla 4: Posturas.....	17
Tabla 5: Ropa molesta.....	17
Tabla 6: Ruido.....	18
Tabla 7: Polvo.....	18
Tabla 8: Conversion de puntos a Suplementos.....	18
Tabla 9: Therbligs Eficientes.....	19
Tabla 10: Therbligs Ineficientes.....	20
Tabla 11: Producción total del taller.....	24
Tabla 12: Elaboración de lápida básica en mármol.....	26
Tabla 13: Elaboración de lápida Estándar en mármol.....	27
Tabla 14: Elaboración de lápida Premium en mármol.....	28
Tabla 15: Elaboración de complementos para lápida Premium.....	29
Tabla 16: Elaboración de Mesón en granito.....	30
Tabla 17: Elaboración de lápida Estándar en granito.....	31
Tabla 18: Resumen de tiempos obtenidos en diagrama de procesos.....	32
Tabla 19: Maquinaria y Herramientas.....	33
Tabla 20: Costo de materiales.....	35
Tabla 21: Otros costos.....	36
Tabla 22: Consumo de energía eléctrica.....	37
Tabla 23: Costo de mano de obra.....	37
Tabla 24: Presupuesto de costo de Producción.....	38
Tabla 25: Calculo del número de observaciones.....	40
Tabla 26: Tiempo básico del proceso en la transformación de mármol para una Lápida Básica.....	41
Tabla 27: Tiempo básico del proceso en la transformación de mármol para una Lápida estándar.....	42
Tabla 28: Tiempo básico del proceso en la transformación de mármol para una Lápida Premium.....	43
Tabla 29: Tiempo básico del proceso en la transformación de Granito para un mesón.....	44
Tabla 30: Tiempo básico del proceso en la transformación de Granito para una Lápida estándar.....	45
Tabla 31: Propuesta para mejorar procesos de transformación de mármol.....	46
Tabla 32: Propuesta para mejorar procesos de transformación de granito.....	47
Tabla 33: Propuestas para reducir tiempo muerto.....	47
Tabla 34: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol en Lápida Básica.....	49
Tabla 35: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol en Lápida Estándar.....	50
Tabla 36: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol en Lápida Premium.....	51
Tabla 37: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de Granito en mesón.....	52
Tabla 38: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de Granito Lápida estándar.....	53
Tabla 39: Comparación de tiempo actual versus tiempo optimizado en mármol.....	54
Tabla 40: Comparación de tiempo actual versus tiempo optimizado en granito.....	55
Tabla 41: Pronostico de producción anual.....	56
Tabla 42: Ahorro de tiempo anual.....	57
Tabla 43: Presupuesto del proyecto.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ingeniería.....	8
Figura 2: Ingeniería de Métodos	8
Figura 3: Ingeniería de métodos	12
Figura 4: Suplementos según la OIT.	15
Figura 5: Suplementos para el tiempo estándar	16
Figura 6: Valor de Suplementos.	17
Figura 7: Diagrama de Pareto transformación de Mármol	34
Figura 8: Diagrama de Pareto transformación de Granito	34
Figura 9: Costos de producción	38
Figura 10: Distribución actual de planta.....	39
Figura 11: Distribución de Taller propuesto	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula para el número de observaciones.....	14
Ecuación 2: Tiempo normal.....	41

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

TÍTULO: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MÁRMOL Y GRANITO EN EL TALLER “DIVINO NIÑO” EN LA CIUDAD DE SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI.

Autores:

Mullo Jami Telmo Rodrigo

Quillupangui Luje Sergio Andrés

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se evaluó el sistema productivo para la optimización de procesos en la transformación de mármol y granito en el taller “Divino Niño”. Se realizó un análisis del sistema productivo mediante un levantamiento de información de los procesos de operación y producción actual para reducir tiempos operacionales.

El presente estudio se planteó como una investigación no experimental y se adopta una modalidad de campo, aplicando herramientas como la observación para reconocimientos de procesos y revisión documental para evaluar el sistema productivo del taller Divino Niño.

La optimización de los procesos se sustenta en la utilización de herramientas adecuadas para la transformación del mármol y granito además de una redistribución del taller con lo que se consiguió reducir tiempo en el proceso productivo.

Los resultados que se obtuvieron con cada producto, aplicando los materiales y herramientas adecuadas presentan los siguientes datos. Se consiguió una reducción en los tiempos de producción de Lápida estándar de mármol de 29 min por unidad, Lápida Básica de mármol de 24 min por unidad, Lápida estándar de granito de 41 min por unidad, mesón de granito de 38 min por unidad y Lápida Premium de mármol de 40 min por unidad.

Palabras clave: Optimización, procesos, mármol y granito

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

Title: PROCESS OPTIMIZATION IN THE MARBLE AND GRANITE TRANSFORMATION AT THE ATELIER “DIVINO NIÑO” IN SALCEDO-COTOPAXI

Authors:

Mullo Jami Telmo Rodrigo

Quillupangui Luje Sergio Andrés

ABSTRACT

This research project evaluated the productive system for the optimization of the marble and granite transformation at the “Divino Niño” atelier. It was done an analysis of the productive system through some information gathering about the actual operation and production processes in order to reduce operational time.

The research project presented a non- experimental research and it assumed a research field modality. The researchers applied the observation as an investigative tool due to it was necessary a process recognition and a literature review to evaluate de productive system at “Divino Niño” atelier.

The optimization process is supported in the use of appropriate tools to do the marble and granite transformation. It also allowed to do a redistribution of the atelier. Both actions permitted to reduce time in the productive process.

The results in each product, applying the appropriate materials and tools, were the following: It was achieved to reduce the time-consuming of standard marble tombstone of 29min per unit, basic marble tombstone of 24 min per unit, standard granite tombstone of 41min per unit, granite porterhouse of 38 min per unit and premium marble tombstone of 40 min per unit.

Key words: Optimization, process, marble and granite



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de Proyecto de Titulación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial : **MULLO JAMI TELMO RODRIGO y QUILLUPANGUI LUJE SERGIO ANDRÉS** cuyo título versa **“OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DEL MÁRMOL Y GRANITO EN EL TALLER “DIVINO NIÑO” EN LA CIUDAD DE SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio de 2017

Atentamente,

Msc. Fanny Mercedes Abata Checa

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 050227874-0

1. INFORMACIÓN GENERAL

➤ Título del proyecto:

Optimización de procesos en la transformación del mármol y granito en el taller “Divino Niño” en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi.

➤ Fecha de inicio:

Abril de 2017

➤ Fecha de finalización:

Agosto de 2017

➤ Lugar de ejecución:

Sector Rumipamba de la Universidad, Parroquia San Miguel, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi

➤ Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

➤ Carrera que auspicia:

Ingeniería industrial

➤ Equipo de trabajo

Ing. MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

C.C. 171752625-3

Título tercer nivel: Ingeniero Industrial

Título cuarto nivel: Magister en Gestión de la Producción

➤ Coordinadores del proyecto

Mullo Jami Telmo Rodrigo

C.C. 050293918-4

Título Bachiller: Electrónica de Consumo

Quillupangui Luje Sergio Andrés

C.C. 102089388-0

Titulo Bachiller: Electromecánica Automotriz

➤ **Área de conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Producción.

➤ **Línea de investigación:**

Optimización de procesos productivos

➤ **Sub líneas de investigación de la carrera:**

Optimización de procesos productivos

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cada taller, empresa o industria está en constante cambio y desarrollo de sus procesos productivos con el fin de mejorar y ser más competitivos consiguiendo así; una eficiencia en sus procesos productivos reduciendo tiempos muertos, movimientos y traslados innecesarios de materiales, herramientas y personas lo que se traduce en un ahorro económico para las empresas.

En el estudio de métodos se establecerá los mecanismos para reducir las actividades que no generen un valor agregado en la transformación de mármol y granito las cuales deben estar enfocadas en procesos y procedimientos de corte y pulido que precautele la integridad física y mental de los operarios en los puestos de trabajo.

Por medio de esta investigación se ha determinado que en EL TALLER DE MÁRMOL Y GRANITO “DIVINO NIÑO” se genera tiempos muertos, procesos ineficientes y distribución inadecuada de maquinaria lo que impide una productividad eficiente y alta calidad en el proceso de transformado de mármol y granito como son el corte y pulido, es aquí donde se optimizará aplicando el estudio de tiempos y movimientos para incrementar la rentabilidad y productividad del taller reduciendo costos de producción.

La implementación de un estudio de tiempos y movimientos facilitará la ejecución de los procesos de transformación de materia prima de mármol y granito en lapidas y mesones reduciendo tiempos de producción y traslados de material enfocándose en el corte y pulido, además se establecerá herramientas y métodos de trabajo que faciliten la elaboración de los producto que ofrece el taller.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos son el propietario y personal operativo puestos que mejorarán los ingresos económicos lo cual permitirá la adquisición de nueva maquinaria y realizar nuevos productos, así el propietario incrementará las unidades producidas en un tiempo determinado, mientras que para el personal operativo las actividades se facilitarán al utilizar herramientas y maquinaria adecuada que permitirán reducir tiempos, costos de producción en un ambiente laboral más comfortable.

Los beneficiarios indirectos serán los clientes que adquieren los diferentes productos que se ofrecen siendo estos personalizados acorde a las necesidades y exigencias. Los trabajos serán entregados en menor tiempo permitiendo incrementar el número de unidades producidas y la calidad de los mismos mejorará al aplicar nuevas herramientas, técnicas y métodos de trabajo.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La transformación del mármol y granito se lo realiza con máquinas-herramientas de forma inadecuada y rudimentaria donde la precisión del corte depende de la destreza del operario por lo que al momento de ensamblar piezas quedan residuos que dificultan el proceso de pulido, este a su vez presenta deficiencias al no utilizar las herramientas adecuadas por cada material identificando si es mármol o granito además la distribución de maquinaria y áreas de trabajo del taller genera muchos traslados de materia prima y personal generando costos elevados de producción por el incremento en tiempos y movimientos que podrían ser minimizados con el uso de nuevas herramientas adecuadas y una redistribución del taller mejorando las condiciones laborales del trabajador para prevenir enfermedades profesionales.

El tiempo necesario para realizar un corte y pulir varía de acuerdo al tipo de materia prima ya que para cada material se necesita herramientas específicas lo que genera un incremento en el tiempo y costo de producción al utilizar las mismas herramientas para transformar el mármol y el granito. Al utilizar las herramientas de mármol en el granito estas se deterioran rápidamente y no se obtiene una calidad óptima debido a que el granito tiene una dureza más elevada.

En el Ecuador existen empresas que cuentan con maquinaria de última tecnología sin necesidad de mucho talento humano, estas empresas transforman el mármol y granito a un bajo costo y con buena calidad, debido a la tecnificación y ganancias se puede acceder a esta maquinaria que tiene un costo muy elevado, el propósito de este estudio es que el taller mejore la producción con maquinaria de última tecnología a un futuro no muy lejano.

5. OBJETIVOS

➤ General

- ✓ Optimizar los procesos en la transformación del mármol y granito mediante el estudio de tiempo y movimientos para el mejoramiento de la productividad en el taller Divino Niño.

➤ Específicos

- ✓ Identificar los procesos actuales que intervienen en la transformación del mármol y granito
- ✓ Realizar una propuestas de mejora para reducir tiempos de producción.
- ✓ Determinar el tiempo estándar en cada uno de los proceso de transformación.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Identificar los procesos actuales que intervienen en la transformación del mármol y granito	-Identificación de los procesos productivos existentes.	-Elaboración de diagramas de procesos. -Análisis de situación actual de la empresa. Obtener tiempos muertos	-Observación. -Hojas diagramas de procesos -Matrices de levantamiento de procesos e información técnica.
Realizar una propuestas de mejora para reducir tiempos de producción.	-Proponer mejoras al proceso productivo actual.	-Adquisición de nuevas herramientas y materiales. Redistribución de planta	-Tabla cotización de herramientas -Plano propuesto de redistribución
Determinar el tiempo estándar en cada uno de los proceso de transformación.	-Determinar tiempos estándares de los procesos.	-Estandarizar tiempos de las actividades productivas.	-Hojas de toma de datos -Tablas de tiempos obtenidos en el estudio. -Tabla comparación de tiempo actual versus optimizado.

Elaborado por: Los Autores

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Para la realización del presente trabajo de investigación se revisó bibliografía de varios autores los cuales definieron manuales para la optimización los procesos que se utilizaron en el proyecto.

La fundamentación teórica utilizada en el proyecto denominado “OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA TRANSFORMACIÓN DE MÁRMOL Y GRANITO” tiene como fin optimizar los procesos productivos relacionados con la transformación del mármol y granito para esto se toma en cuenta los recursos humanos, técnicos y financieros para conseguir beneficios económicos y sociales.

Mediante la definición y análisis de los procesos existentes se determinará las ineficiencias para tomar medidas correctivas que mejoren el transformado de mármol. Por lo que se define un proceso como un conjunto de actividades destinadas a la transformación de recursos en bienes o servicios. En este proceso intervienen información y tecnología las cuales determinarán tanto como entradas y salidas del producto terminado o continuar con otros procesos cuya finalidad es satisfacer los clientes internos.

Extracción y procesamiento de mármol y granito

En el caso de la extracción de la roca es fundamental conocer las condiciones geológicas de las canteras a cielo abierto como pueden ser un 95% en canteras al aire libre y 5% en cuevas o minas en una cantera se puede encontrar diferentes tipos de mármol y granito, reservas, dimensiones, fracturamientos, calidades, tipos y colores, esto con el objeto de justificar la inversión. La extracción mediante el uso irracional de los explosivos daña el yacimiento propio y los alrededores y tiene menor eficiencia, mientras que con la utilización de técnicas adecuadas (hilo diamantado, barrenación, etc.) pueden obtenerse mayores rendimientos.

Esta etapa del producto es la que determina en gran parte su precio y calidad. En la fase de corte, laminado y pulido también es necesario utilizar tecnología de punta para reducir costos (tiempo, desperdicios, uniformidad en el terminado). Los bloques crudos de estos materiales son extraídos de las montañas naturales mejor conocidas como las canteras, dichas canteras están ubicadas al aire libre y las mismas se van cortando escalonadamente con una moto sierra guiada por rieles, cadenas diamantada, explosivos, sierra de cable estos son sistemas que permiten obtener bloques de grandes dimensiones, posteriormente los bloques son llevados a sometidas series de procesos. (ARQHYS, 2017)

Composición del mármol

El mármol es una roca metamórfica compacta formada a partir de rocas calizas que, sometidas a elevadas temperaturas (entre 150 y 200 °C) y presiones (alrededor de 1.500 bar), por largos períodos de tiempo alcanzando un alto grado de cristalización. El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90%; los demás componentes, considerados impurezas, 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 alto nivel de brillo natural, es decir, sin ceras ni componentes químicos. El mármol se utiliza principalmente en la construcción, decoración y escultura. A veces es translúcido, de diferentes colores, como blanco, marrón, rojo, verde, negro, gris, azul amarillo, y que puede aparecer de coloración uniforme, jaspeada (a salpicaduras), veteadas (tramada de líneas) y diversas configuraciones o mezclas entre ellas. (Mármoles, 2017)

Composición del granito

Las rocas graníticas están constituidas por tres minerales esenciales; cuarzo un mineral compuesto por silicio; feldespato un mineral silicato de aluminio y micas minerales pertenecientes a un grupo de numerosos silicatos de alúmina, hierro, calcio, magnesio. Además de un grupo muy variable de minerales accesorios, que se presentan en porcentajes inferiores al 5 %, como pueden ser el apatito, esfena, óxidos, allanita, circón, anfíboles, etc. Tanto el proceso de formación hace millones de años como la propia composición química de los granitos, hace de estas piedras unos materiales excepcionales para la construcción desde el punto de vista estético, pero sobre todo, desde el punto de vista técnico con altos valores de resistencia y durabilidad. (Granito, 2012)

Proceso de transformación de mármol y granito

Elección de la lámina de mármol o granito, se hacen los primeros cortes en la sierra con disco de punta de diamante. Se pasa otra sierra manual donde se hacen los cortes de detalles. Se hacen las curvaturas y los perfiles con un esmeril y una piedra de diamante. Se terminan los detalles a mano con lija de agua o esponjas de diamantes. Se procede a la pulitura total de la pesa con una máquina y discos de piedra (5 discos en total) desde lo más porosos hasta llegar al último paso de piedra química que le da el acabado final y el brillo a la pieza. Todas estas máquinas trabajan con agua para proteger el disco y que la pieza quede en mantenimiento. (ARQHYS, 2017)

Corte con hilo diamantado

El hilo diamantado ha desplazado completamente al hilo helicoidal en su utilización como herramienta de corte en los talleres de marmolería, permitiendo obtener un corte más delgado y uniforme, superficies serradas casi pulidas y exentas de oxidaciones, todo ello a una velocidad de corte muy superior.

Corte con disco diamantado

Se lo realiza con amoladora y un disco diamantado de 4 pulgadas con agua para enfriar el disco la precisión depende de la experiencia del operario

Escafilado

Es un acabado cuyo proceso se realiza al cortar la piedra por corte mecánico o manual, mediante herramientas de labra manual, principalmente un puntero, que aplicándolo en el punto adecuado, ayuda al desprendimiento de lascas y esquirlas. Se aplica a granitos de labra y piedras de cantería compactas, como las calizas. (ARQHYS, 2017)

Abujardado

También se conoce con el nombre de labrado, se aplica a la superficie de la roca previamente aplanada, un martillo (bujarda) con una o dos cabezas de acero que contienen pequeños dientes piramidales, aunque en la actualidad se sigue usando la bujarda manual, lo más habitual es trabajar con bujardas neumáticas, sencillas o automáticas, en las que las cabezas se van desplazando sobre la superficie de la roca. Se aplica en granitos mármoles, calizas y areniscas. (ARQHYS, 2017)

Arenado

(ARQHYS, 2017) afirma “Consiste en golpear la superficie con arena de sílice o corindón, impulsándola por aire a través de una boquilla que “proyecta” la arena contra la piedra”.

Pulido

Se utilizan de forma sucesiva abrasivos de grano progresivamente decreciente, que se van vertiendo a la tabla de piedra, entre las sustancias más comunes encontramos un preparado a base de ácidos, sales y demás productos químicos, conocido con el nombre comercial de “Potes polvo”, cuyo aspecto es harinoso y de color generalmente blanco, estos abrasivos persiguen un alisamiento con la consecución del brillo. Durante todo el proceso de ejecución el agua está presente, como refrigerante de la máquina, y como aclarado del abrasivo. (ARQHYS, 2017)

Resinado

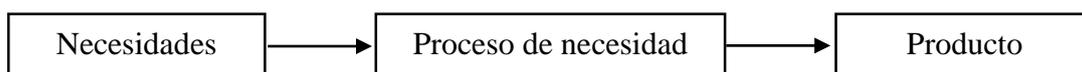
Consiste en aplicar masillas y resinas epoxi en transparente o a su color, para anular o disimular los poros naturales que presenta la piedra. Comienza enmasillando inferiormente la pieza, con pasta blanca, para taponar el poro en su cara inferior, posteriormente se realiza un desbaste a la pieza en bruto, esto es, a la tabla, de esta forma se quita la primera capa de imperfecciones limándola, mediante un disco o similar. (ARQHYS, 2017)

Ingeniería de métodos

(Janania, 2008) afirma “La ingeniería de métodos es la aplicación de métodos analíticos de todos los principios de las ciencias sociales y físicas y del proceso creativo a los procesos de transformación para satisfacer las necesidades humanas”.

En pocas palabras, la ingeniería se podría representar gráficamente de la siguiente manera:

Figura 1: Ingeniería

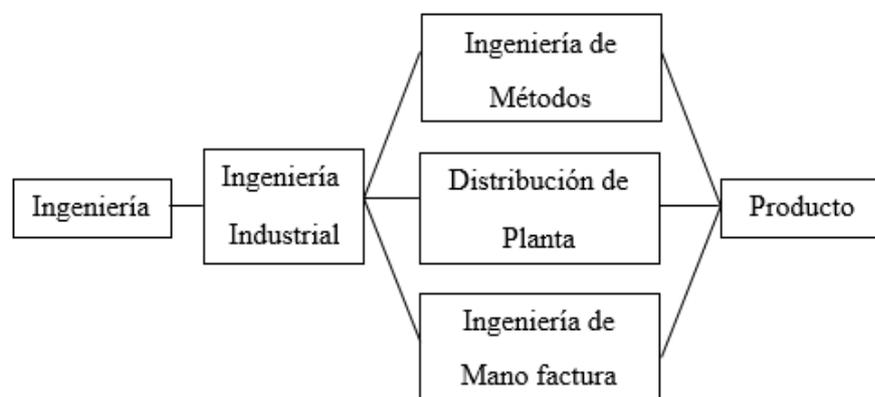


Fuente: Janania Abraham Camilo, Manual de Tiempos y Movimientos 2008

Por su parte, la Ingeniería industrial básicamente se ocupa del estudio y transformación de materias primas o materiales a algo diferente (producto terminado y sobre todo que sea más aplicable a su forma, tiempo y lugar. Su principal responsabilidad consiste en diseñar el mejor método para lograr esa determinada transformación (Janania, 2008)

Si realizamos esto en un diagrama, tendremos lo siguiente:

Figura 2: Ingeniería de Métodos



Fuente: Janania Abraham Camilo, Manual de Tiempos y Movimientos 2008

En otras palabras, la ingeniería industrial trata de maximizar la ganancia en la inversión, utilizando los diseños apropiados para satisfacer las necesidades con el menor costo posible en los productos terminados; por ejemplo, si necesitamos muebles de comedor debemos empezar analizando el tipo de materia prima a utilizar, todo lo que comprende el proceso y así sacar un producto terminado en forma óptima.

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos, actividades, sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que este sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. La ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procedimientos herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de ingeniería de producción (Garcia Vanessa, 2009)

La ingeniería de métodos permite identificar los elementos y herramientas utilizados para llevar a cabo un proceso de forma sistemática y organizada facilitando así a que este abierto a modificaciones y mejoras constantes para reducir tiempos y movimientos en la elaboración de cualquier bien o producto.

Estudio de trabajo

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan.

Por ende se deduce que el Estudio de Trabajo es un método sistemático para el incremento de la productividad utilizando la menor cantidad de recursos disponibles, es decir "Es una herramienta fundamental para el cumplimiento de los objetivos del Ingeniero Industrial". (Salazar López, 2016)

Procedimiento básico para el estudio del trabajo

Así como en el método científico hace falta recorrer ocho etapas fundamentales para asegurar el máximo provecho del algoritmo, en el Estudio del Trabajo también hace falta recorrer ocho pasos para realizar un Estudio del Trabajo completo (respetando su secuencia y tal como se observa los pasos son: (Salazar López, 2016)

Selecciona: El trabajo o proceso que se ha de estudiar, el cual tiene que ser concreto y sistematizado.

Registrar: Todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos para que el estudio sea confiable.

Examinar: Los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados para tales fines.

Establecer: El método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión así como los aportes de los dirigentes, supervisores, trabajadores y asesores cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.

Evaluar: Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo para poder realizar comparaciones de todos los tiempos obtenidos.

Definir: El nuevo método, y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones del proyecto.

Implantar: El nuevo método, comunicando las decisiones formando a las personas interesadas (implicadas) como práctica general aceptada con el tiempo normalizado.

Controlar: La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos, para llegar a cumplir con todas las expectativas del proyecto propuesto.

Diagramas de procesos

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso. El diagrama de operaciones de proceso permite observar con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. (García Vanessa, 2009)

Tabla 2: Simbología flujo de procesos

SIMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCION
	Operación	Transforma materia prima.
	Inspección	Revisa la calidad de la pieza trabajada.
	Inspección y Operación	Realiza una operación y revisa la calidad.
	Transporte	Traslada un material de un lugar a otro.
	Almacenamiento	Almacena el producto o materia prima.
	Demora	Material en espera de ser procesado.

Elaborado por: Bello Gonzales

Diagrama de flujo recorrido

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Su objetivo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso. Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca. Igualmente para comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

Es práctica común encabezarlo con las palabras Diagrama del proceso de recorrido La información para identificarlo siempre es necesaria. En el plano deben estar representados todos los objetos permanentes como muros, columnas, escaleras, etc., y también los semipermanentes como hacinamientos de material, bancos de servicio, etc. En el mismo plano debe estar localizado, de acuerdo con su posición actual, todo el equipo de manufactura, así como lugares de almacén, bancos de inspección y, si se requiere, las instalaciones de energía. (Garcia Vanessa, 2009)

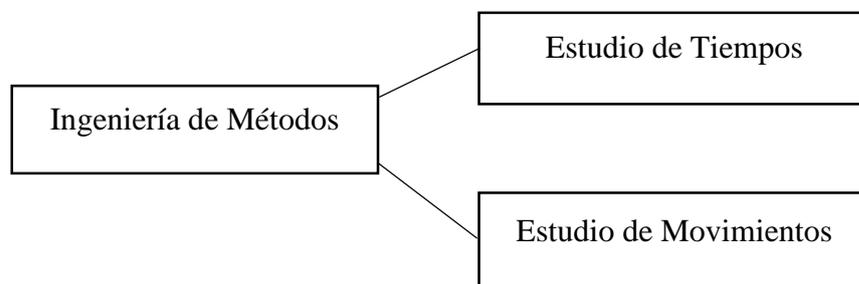
Igualmente, debe decidirse a quién se va a seguir: al hombre o al material, pero sólo a uno, éste debe ser el mismo que se haya seguido en el diagrama del proceso de todas las actividades.

Técnica del estudio del tiempo y movimiento

El estudio de tiempos y movimientos se ha perfeccionado continuamente, y en la actualidad se le reconoce como un instrumento necesario para el funcionamiento óptimo o eficaz en la industria o cualquier tipo de negocio con el fin de que sea más competitiva y pueda obtener mejores ganancias.

La Ingeniería de métodos se puede resumir de la siguiente manera:

Figura 3: Ingeniería de métodos



Fuente: Janania Abraham Camilo, Manual de Tiempos y Movimientos 2008

Estudio de tiempos

Se define como estudio de tiempos a la medición del trabajo en horas o minutos sobre el número de elementos, piezas o componentes de un producto o también un producto terminado. Esto se mide en horas-hombre utilizadas para llevar a cabo una tarea específica.

Esta definición no aclara qué significa empleado calificado, paso estándar y utilización efectiva de la flexibilidad. Por ejemplo, el término empleado calificado puede definirse con más profundidad como un promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y son capaces de realizar satisfactoriamente cualquiera de las etapas del trabajo involucradas, o todas ellas, de acuerdo con los requerimientos del trabajo en consideración. (Niebel, 2009)

Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, incluyendo síntomas de fatiga.

Aplicaciones del tiempo estándar

(Niebel, 2009) afirma. “Los tiempos estándar o tiempos tipo de fabricación o prestación, son la base para una serie de aplicaciones a nivel industrial y de servicio, aplicaciones sin las cuales las organizaciones difícilmente subsisten y entre ellas tenemos”:

- ✓ Ayuda a la planeación de la producción
- ✓ Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos.
- ✓ Ayuda a establecer las cargas de trabajo.
- ✓ Ayuda a formular un sistema de costos estándar.
- ✓ Proporciona costos estimados.
- ✓ Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control.
- ✓ Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores.

Los tiempos estándares serán el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo. Es el punto de partida para poder evaluar las sí está mejorando el desempeño de los trabajadores

Equipo para el estudio de tiempos

El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, un tablero de estudio de tiempos, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. Un equipo de videograbación también puede ser muy útil.

Cálculo del número de observaciones

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento.

Los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones son:

- ✓ Método Estadístico.
- ✓ Método Tradicional.

Método Estadístico

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

Nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5 \%$

Ecuación 1: Fórmula para el número de observaciones.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: OIT

Ejemplo

Se realizan 5 observaciones preliminares, los valores de los respectivos tiempos transcurridos en centésimas de minuto son: 8, 7, 8, 8, 7. Ahora pasaremos a calcular los cuadrados que nos pide la fórmula:

Tabla 3: Cálculo de número de observaciones

8	64
7	49
8	64
8	64
7	49
$\Sigma x = 38$	$\Sigma x^2 = 290$

Fuente: OIT

$n' = 5$

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tendremos el valor de n:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{5(290) - (38)^2}}{38} \right)^2 = 6,64 \cong 7$$

Dado que el número de observaciones preliminares (5) es inferior al requerido (7), debe aumentarse el tamaño de las observaciones preliminares, luego recalculan n. Puede ser que en recalcular se determine que la cantidad de 7 observaciones sean suficientes.

Calificación del desempeño

El desempeño del operario es un factor que permite ajustar los tiempos normales de las tareas. Para calificar el desempeño del operario se deben evaluar con cuidado factores como la velocidad, destreza, movimientos falsos, ritmo, coordinación, efectividad y otros según el tipo de tarea.

Suplementos del estudio de tiempos

Se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia. En la etapa de valoración del ritmo de trabajo se obtiene el tiempo básico o normal del trabajo, si con este tiempo calculamos la cantidad de producción estándar que se debe obtener durante un periodo dado, en una fase inmediata de observación nos encontraríamos con que difícilmente se pueda alcanzar este estándar. (OIT, 2010)

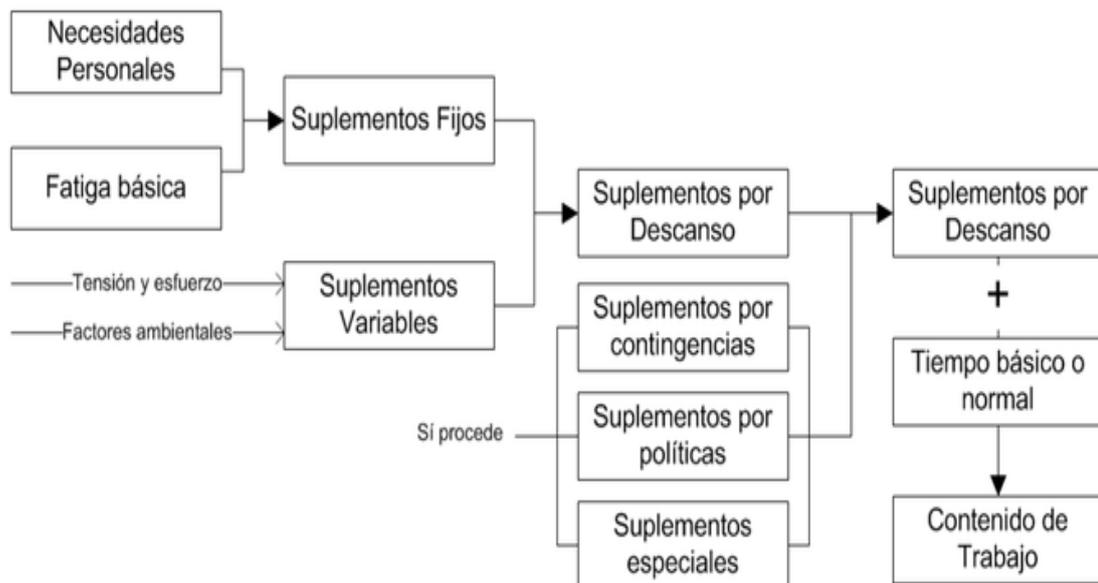
Clasificación de suplementos

Los suplementos que se pueden conceder en un estudio de tiempos se pueden clasificar a grandes rasgos en:

- ✓ Suplementos fijos (Necesidades personales)
- ✓ Suplementos Variables (Fatiga básica) y
- ✓ Suplementos especiales.

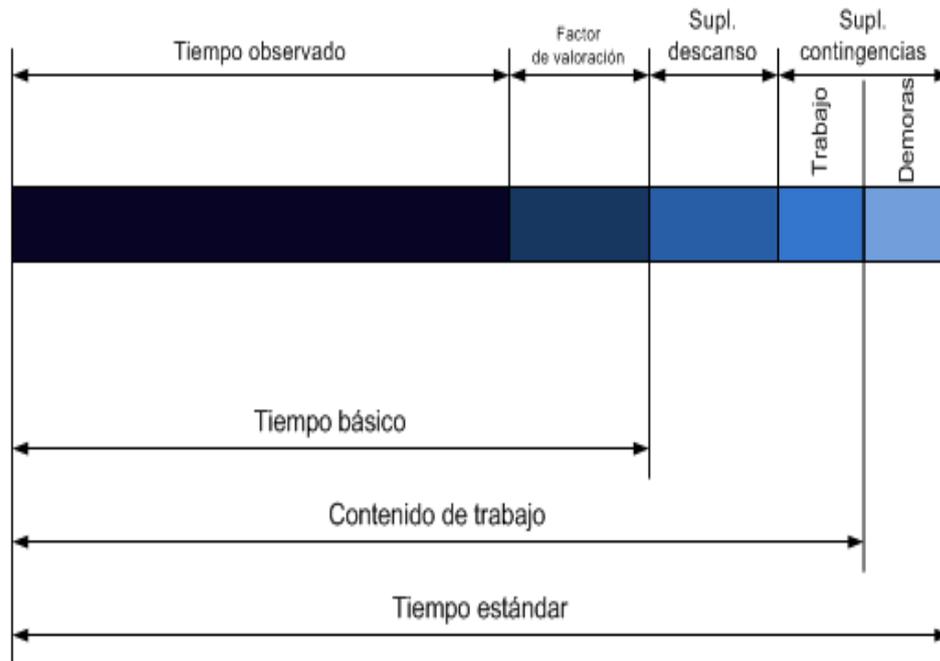
Sin embargo existe una clasificación más detallada propuesta por la OIT para segmentar los suplementos, tal como se muestra en la siguiente ilustración: (OIT, 2010)

Figura 4: Suplementos según la OIT.



Fuente: OIT

Tal como se puede apreciar en la anterior ilustración, los suplementos por descanso son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos solo se aplican bajo ciertas condiciones y esto ayuda a minimizar el riesgo de adquirir enfermedades profesionales. (Salazar López, 2016)

Figura 5: Suplementos para el tiempo estándar

Elaborado por: OIT

Cada actividad realizada por el ser humano produce fatiga por lo que hay que prever suplementos que la compensen. Al igual que hay que prever un suplemento para que el operario se ocupe de sus necesidades fisiológicas también es importante el suplementos por contingencias o imprevisto.

Los suplementos por descanso es el que se añade al tiempo básico para compensar al trabajador y reponerse del esfuerzo físico y mental causado por la realización de actividades bajo determinadas condiciones ambientales.

Los suplementos por necesidades fisiológicas se le incluyen al tiempo estándar por lo que siempre estarán presentes para que el operario pueda utilizar los servicios higiénicos u urinarios. Suplementos por contingencias es el margen que se incluye a un tiempo estándar por imprevistos o demoras que no se pueden medir porque no ocurren con frecuencia ni con regularidad.

Valor de suplementos

Para valorar se agrupa en factores constantes y variables. Los factores constantes son los que no van a variar en función de la actividad y siempre estarán presentes como: necesidades personales con la cual se valora con 5% a 7 % para hombres y mujeres respectivamente. Además de un porcentaje básico por fatiga de 4% para hombre y para mujeres.

Figura 6: Valor de Suplementos.

Fuente: OIT

Los factores variables son las que influyen directamente en la actividad y son determinadas por el ambiente de trabajo. Para valorar el tipo de trabajo y el esfuerzo la OIT definió tablas en las que consta el tipo de actividad y un puntaje. Se realiza la suma del puntaje de actividad y luego se la compara en tabla de conversión para asignar el suplemento.

Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo

Tabla 4: Posturas

Situación	Puntos
Sentado cómodamente	0
Sentado incómodamente o a veces sentado y a veces de pie	2
De pie o andando libremente	4
Subiendo o bajando escaleras sin carga	5
De pie o andando con una carga	6
Subiendo o bajando escaleras de mano o debiendo a veces inclinarse, levantarse o estirarse	8
Levantamiento pesos con dificultades	10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse o estirarse	12
Extrayendo carbón tumbado	16

Fuente: OIT

Tabla 5: Ropa molesta

Situación	Puntos
Guantes de goma para cirugía	1
Guantes de goma para uso doméstico o botas de goma	2
Gafas protectoras	3
Guantes de goma o piel para uso industrial	5
Mascaras (pintura)	8
Traje de amianto	15
Ropa de protección incomoda y mascarilla de respiración	20

Fuente: OIT

Tabla 6: Ruido

Situación	Puntos
Trabajar en oficina tranquila	0
Trabajar en oficina con ruido de tráfico al fondo	1
Trabajar en taller de máquinas ligeras	2
Trabajar en taller de carpintería	4
Hacer remaches en astillero	9
Perforar pavimentos en carretera	10

Fuente: OIT

Tabla 7: Polvo

Situación	Puntos
Trabajo en oficinas	0
Rectificación y bruñido con sistema de aspiración	1
Aserrar madera	2
Evacuar ceniza	4
Atracción de soldaduras	6
Trasegar coque en tolvas	10
Descargar cemento	11
Demoler edificios	12

Fuente: OIT

Tabla 8: Conversion de puntos a Suplementos

PUNTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Fuente: OIT

La tabla muestra los puntos de conversión a porcentaje de cada suplemento por descanso de cada proceso que interviene en la transformación de mármol y granito. Para la valoración del estudio de tiempos se tomó en cuenta los suplementos 5% para necesidades personales, 4% por fatiga y un 6% por el ambiente de trabajo en la que se incluyó tensión visual, auditiva, calidad del aire, postura.

Estudio de movimientos

(Gilberth, 1910) afirma. “Se define como el estudio de los movimientos del cuerpo humano, con la búsqueda de mejoras en las operaciones, eliminando así los movimientos innecesarios y estableciendo la secuencia de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima”

Tabla 9: Therbligs Eficientes

THERBLIGS EFICIENTES			
Therbligs	Nomenclatura	Descripción	Símbolo
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano desde y hacia un objeto, el tiempo depende de la distancia. En general precede a soltar y va seguido de tomar.	
Mover	M	Movimiento con la mano llena, el tiempo depende de la distancia y peso. En general esta precedido por tomar y seguido de soltar o posicionar.	
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto, inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control. Esta precedido de alcanzar y seguido de mover.	
Soltar	S	Dejar el control de un objeto. Es el therblig más corto.	
Pre posicionar	PP	Posiciona un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior. Casi siempre ocurre con mover.	
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha, se detecta con facilidad.	
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas, se detecta con facilidad en el avance del trabajo.	
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas, en general precedido de posicionar o mover y seguido de tomar.	

Elaborado por: Los Autores.

Como parte del análisis de movimientos, los Gilbreth concluyeron que todo trabajo, ya sea productivo o no, se realiza mediante el uso de combinaciones de 17 movimientos básicos a los que ellos llamaron *therbligs* (Gilbreth pronunciado al revés). Los therbligs pueden ser eficientes o ineficientes.

Los primeros directamente estimulan el progreso del trabajo y con frecuencia pueden ser acortados, pero por lo general no pueden eliminarse por completo. Los therbligs ineficientes no representan un avance en el progreso del trabajo y deben eliminarse aplicando los principios de la economía de movimientos.

Tabla 10: Therbligs Ineficientes.

THERBLIGS INEFICIENTES			
Therblig	Nomenclatura	Descripción	Símbolo
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto, inicia cuando los ojos se mueven para localizar el objeto.	
Seleccionar	SE	Elije un artículo entre varios, generalmente sigue después de buscar.	
Posicionar	P	Orienta un objeto durante el trabajo, en general va precedido de mover y seguido de soltar.	
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista pero también con otros sentidos.	
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción, en general se detecta como una duda antes de la acción.	
Retraso Inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance lejano.	
Retraso Evitable	R	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso como el toser.	
Descanso para rastrear la fatiga	D	Aparece en forma periódica no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.	
Sostener	SO	Una mano tiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.	

Elaborado por: Autores

Se muestran los therbligs efectivos que muestran un avance directo en el proceso del trabajo estos pueden acortarse pero no eliminarse.

Los therbligs no efectivos son los que no hacen avanzar el proceso de una forma eficiente estos deben ser eliminados.

Estandarización de procesos

Estudio de Tiempos: El tiempo es oro para la industria. El tiempo que no es desperdiciado es utilizado para la producción diaria; al haber una mayor cantidad de horas dedicadas a producir, mayores ventas se obtendrán, por lo cual una mayor cantidad de ingresos.

Estudio de Movimientos: Un trabajador al tener que hacer mayor cantidad de movimientos innecesarios, derrocha tiempo que a la larga hace disminuir la productividad.

Estandarización de herramientas: Cada obrero ya no tiene la obligación de pensar como realizar sus tareas, simplemente su trabajo es seguir las instrucciones, causando esto una disminución del grado de libertad de este y permitiendo así un ahorro de tiempo.

Departamento de planificación: Debe existir un departamento encargado de planificar el cómo y el cuándo de las tareas, para así que el trabajo del obrero se vea simplificado.

Tarjeta de enseñanzas para los trabajadores: Cada trabajador debe de recibir un manual de instrucciones donde se le enseñe como realizar su tarea y en qué momento, para mejorar la eficiencia del trabajador.

Selección de empleados por tareas: Se especializó el trabajo. Un obrero ya no realiza múltiples tareas, si no que realiza una permanentemente; así el conjunto de todas las tareas especializadas logran una máxima productividad.

Incentivos si se termina el trabajo a tiempo: Al obrero es incentivado si realiza su tarea adecuadamente con un aumento de salario, punto crítico en la obra de Taylor ya que se contradice en cierta parte. El dice que el hombre es perezoso por naturaleza por eso hay que incentivarlo para que realice su trabajo con un aumento de salario, pero lo que especifica después es que el aumento de salario tiene un tope máximo: hasta el 60% del salario inicial, porque al sobrepasar este limite el obrero se vuelve un “toma trago” disminuyendo así la productividad de la empresa. (Niebel, 2009)

Todas estas actividades están resumidas en 4 principios básicos de la teoría de administración científica:

La organización científica del trabajo: Actividades a cargo de los administradores para reemplazar métodos empíricos por métodos científicos.

La selección científica y la capacitación del trabajador: Seleccionar los trabajadores más aptos en el trabajo adecuado, brindándoles educación.

Cooperación entre directivos y operarios: Los directivos (jefes) tienen un mayor conocimiento sobre las actividades de la industria, teniendo así todo el derecho a dar órdenes a los trabajadores; pero teniendo en cuenta esta una mayor remuneración a los mejores operarios.

División del trabajo entre administradores y operarios: Los gerentes se hacen cargo del trabajo mental (planeación) mientras los obreros de la ejecución de este.

8. HIPÓTESIS

¿Con la optimización de procesos en la transformación del mármol y granito se reducirá tiempos de producción?

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La metodología utilizada para la optimización de procesos en la transformación del mármol y granito es la siguiente.

Métodos de investigación

Método Inductivo:

(Guzman Villena, 2006) afirma. “Es el razonamiento, que partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas y las demostraciones”.

Se inicia con la identificación de los procesos involucrados en la transformación del mármol y granito para de esta manera obtener una conclusión de los factores principales que están afectando los tiempos y movimientos en los procesos.

Método bibliográfico:

El método de investigación bibliográfica es el sistema que se sigue para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, el método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación. (Rosario, 2000)

Para esta investigación se utiliza referencias bibliográficas, documentos, artículos relevantes y de importancia para recopilar información. Permite el análisis de distintas fuentes para complementar la investigación.

Técnicas de investigación

Investigación de campo:

(Fidias, 2012) afirma. “Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin controlar o manipular variable alguna”.

Este tipo de investigación se la realiza mediante la recopilación de información levantamiento de actividades, tiempos y movimientos etc. En el medio donde se desarrolla el estudio en proceso.

Observación:

(Hernandez, Fernandez, & Baptista, 1999) afirma. “La observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos y conductas manifestadas”.

Este tipo de investigación se caracteriza por la visualización del fenómeno en estudio, determinando el objeto, analizándolo de manera clara los datos obtenidos para su registro para su posterior análisis.

La observación es a técnica de recogida de la información que consiste básicamente, en observar, acumular e interpretar las actuaciones, comportamientos y hechos de los trabajadores como se desenvuelven habitualmente en sus actividades.

Estudio de tiempos:

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. (Salazar López, 2016)

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Mediante el levantamiento de información que describa los distintos procesos productivos que se realizan en taller artesanal. Además el uso de cuadros y esquemas adecuados permitirán tomar el control de las actividades a realizar, el tiempo utilizado en cada proceso y uso de materia prima. Para así poder reducir tiempos, movimientos y costos de producción y así tener mejores ingresos.

Identificación de procesos

Tabla 11: Producción total del taller.

Material	Tipo de producto terminado	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Imagen
Mármol	Lápida Básica	3	2	5	1	2	13	
	Lápida Estándar	3	4	6	1	3	17	
	Lápida Premium	0	1	2	0	1	4	
Granito	Lápida Estándar	1	2	1	1	1	6	
	Mesón	0	2	2	1	0	5	
Total		7	11	16	4	7	45	

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

En el taller de mármol DIVINO NIÑO se realizan diferentes tipos de trabajos y con un número variable de acuerdo la época del año. Se determinó un total de 5 productos diferentes clasificados por tipo de material y producto terminado del año 2016 período agosto-diciembre. Se registró este lapso de tiempo ya que aquí se muestra una considerable variación en la venta de productos siendo la más alta octubre mes previo a una creencia religiosa llamada día de los difuntos aunque también las ventas aumentan considerablemente en el día de las madres, de esta manera se obtuvo el producto que tiene mayor demanda.

Actividades relacionadas con la producción

Trazado.- En base a los requerimientos de los clientes se realiza marcas de referencia con una tiza o lápiz en la plancha de mármol o granito para realizar los cortes teniendo en cuenta que estos sean correctos.

Corte.- Es la acción de dividir o separar en mármol en dos o más piezas, mediante la aplicación de una fuerza.

Desbaste.- Quitar partes ásperas y que sobresalen del diseño y consiguiendo poner al descubierto la superficie del material a ser pulido.

Pulido.- Es la acción de alisar y perfeccionar una superficie áspera, todo depende del material que se va a trabajar.

Tallado.- Dar la forma deseada desbastando un material de forma manual o con maquinaria de acuerdo a un modelo o plantilla.

Arenado.- Es el golpe de arena para desbastar mármol o granito por medio de una manguera con aire comprimido para

Pintado.- Se cubre la parte desbastada por la arena con pintura acorde a las especificaciones del producto.

Ensamble.- Es la unión de dos o más piezas de mármol por medio de resina poliéster.

Diseño de texto.- Es la realización de texto en programas computacionales para luego poder ser impreso.

Instalación de vidrio.- Actividad en la cual se realiza la distribución de vidrio en el mármol o granito.

Flujo grama para los productos que existen en el taller

Tabla 12: Elaboración de lápida básica en mármol

Diagrama de flujo de procesos								
Fecha:			Resumen					
Proceso:	Elaboración Lápida Básica Mármol		Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	T muerto(min)	T total(min)	
Actividad:	Tiempo del proceso		Operación	14	140	24	164	
Método:	Actual	x	Transporte	0	0	0	0	
	Propuesto		Espera	0	0	0	0	
Elaborado por:	Los autores		Almacenamiento	1	2	1	3	
			Inspección	1	7	3	10	
Marque la casilla con una x			Total	16	149	28	177	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descripción	T Basico (min)	T muerto(min)	T. B. + T. M
x					Revisión de especificaciones en contrato	7	3	10,48
	x				Selección de materia prima	10	2	11,59
	x				Trazado de mármol	7	2	8,74
	x				Corte de mármol	10	2	12,4
	x				Pulido con lija N° 30	7	2	9,4
	x				Pulido con lija N° 80	14	2	15,8
	x				Pulido con lija N°220	8	2	10,07
	x				Pulido con lija N°400	6	2	8
	x				Diseño de texto en vinil	21	2	22,6
	x				Pegado de vinil	3	2	5
	x				Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	19	1	20,14
	x				Arenado	21	1	21,66
	x				Pintado	10	2	12,2
	x				Retiro de vinil	4	1	4,56
	x				Abrillantado	1	1	2
		x			Almacenado	2	1	2,66
1	14	1	0	0	Total	149,30	28	177,3

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo total necesario para elaborar un lápida básica es de 177 min en horas laborables tenemos un resultado de 3 horas incluyendo tiempos muertos detectados en cada actividad. El tiempo muerto es de 28 minutos.

Tabla 13: Elaboración de lápida Estándar en mármol

Diagrama de flujo de procesos								
Fecha de realización	22/6/2017		Resumen					
Proceso:	Elaboración Lápida Estándar Mármol		Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	T muerto(min)	T total(min)	
Actividad:	Tiempo del proceso		Operación	19	217	36	253	
Método:	Actual	x	Transporte	0	0	0	0	
	Propuesto		Espera	1	7	3	10	
Elaborado por:	Los autores		Almacen	1	2	1	3	
			Inspección	1	7	3	10	
Marque la casilla con una x			Total	22	233	43	276	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descripción	T Basico (min)	T muerto (min)	T. B. + T. M
x					Revisión de especificaciones en contrato	7,2	3	10,2
	x				Selección de materia prima	14,4	2	16,4
	x				Trazado de mármol	6,4	2	8,4
	x				Corte de plancha de mármol	9,6	2	11,6
	x				Diseño de texto en vinil	19,9	2	21,85
	x				Pegado de vinil	3,8	2	5,8
	x				Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	20,4	1	21,4
	x				Arenado	22,0	1	23
	x				Pintado	9,4	2	11,4
	x				Retiro de vinil	4,4	1	5,4
	x				Corte revestimiento de mármol	18,6	2	20,6
	x				Corte de tiras de mármol	8,8	3	11,78
	x				Ensamble de mármol	14,6	2	16,6
				x	Secado de piezas	7,3	3	10,26
	x				Desvaste de imperfecciones	13,8	2	15,8
	x				Pulido con lija N° 30	7,0	2	9
	x				Pulido con lija N° 80	12,4	2	14,4
	x				Pulido con lija N°220	6,6	2	8,55
	x				Pulido con lija N°400	4,8	2	6,8
	x				Abrillantado	1,2	1	2,2
	x				Intalacion de vidrio	18,8	3	21,8
		x			Almacenado	2,2	1	3,2
1	19	1	0	1	Total	233,4	43	276,44

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo total necesario para elaborar una lápida estándar es de 276 min o 4,6 horas incluyendo tiempos muertos detectados en cada actividad. El tiempo muerto es de 43 minutos y el tiempo en demoras son en las actividades que no dependen del operario ni del taller más bien es el tiempo que tarda en secarse la resina poliéster.

Tabla 14: Elaboración de lápida Premium en mármol

Diagrama de flujo de procesos								
Fecha de realización	22/6/2017		Resumen					
Proceso:	Elaboración Lápida Premium Mármol		Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	T muerto(min)	T total(min)	
Actividad:	Tiempo del proceso		Operación	21	437	50	487	
Método:	Actual	x	Transporte	0	0	0	0	
	Propuesto		Espera	2	16	6	22	
Elaborado por:	Los autores		Almacenamiento	1	2	1	3	
			Inspección	1	8	3	11	
Marque la casilla con una x			Total	25	462	60	522	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descripción	T Básico (min)	T muerto(min)	T. B. + T. M
x					Revisión de especificaciones en contrato	7,8	3	10,8
	x				Selección de materia prima	18,7	2	20,71
	x				Trazado de marmol	6,2	2	8,17
	x				Corte de plancha de marmol	8,0	2	10
	x				Diseño de texto en vinil	19,8	2	21,8
	x				Pegado de vinil	3,8	2	5,8
	x				Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	20,6	1	21,6
	x				Arenado	21,6	1	22,6
	x				Pintado	9,6	2	11,6
	x				Retiro de vinil	4,2	1	5,22
	x				Corte revestimiento de marmol	17,6	2	19,57
	x				Corte de tiras de marmol	8,0	3	10,98
	x				Ensamble de marmol	15,0	2	17
				x	Secado de piezas	7,8	3	10,8
	x				Desvaste de imperfecciones	14,7	2	16,74
	x				Pulido con lija N° 30	6,4	2	8,36
	x				Pulido con lija N° 80	12,6	2	14,58
	x				Pulido con lija N°220	8,0	2	10
	x				Pulido con lija N°400	5,4	2	7,4
	x				Abrillantado	1,3	1	2,28
	x				Elaboracion de apliques	203,2	10	213,18
	x				Ensamble de apliques	16,0	4	19,98
				x	Secado de apliques	7,8	3	10,8
	x				Intalacion de vidrio	16,6	3	19,62
		x			Almacenado	1,9	1	2,85
1	21	1	0	2	Total	462,44	60	522,44

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo total necesario para elaborar una lápida básica es de 522 min o 8,7 horas incluyendo tiempos muertos detectados en cada actividad. El tiempo muerto es de 60 minutos y el tiempo en demoras es en actividades que no se realizan en el taller como tallar en mármol y realización de vidrios.

Tabla 15: Elaboración de complementos para lápida Premium

Diagrama de flujo de procesos								
Fecha:			Resumen					
Proceso:	Elaboracion Complementos		Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	T muerto(min)	T total(min)	
Actividad:	Tiempo del proceso		Operación	10	101	23	124	
Método:	Actual	x	Transporte	0	0	0	0	
	Propuesto		Espera	1	10	1	11	
Elaborado por:	Los autores		Almacenamiento	1	0	1	1	
			Inspección	1	8	3	11	
Marque la casilla con una x			Total	13	118	28	146	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descripción	T Basico (min)	T muerto(min)	T. B. + T. M
x					Revisión de especificaciones en contrato	7,6	3	10,6
	x				Selección de materia prima	20,0	2	22,0
	x				Trazado de mármol	7,0	2	9,0
	x				Corte de mármol	7,7	2	9,7
	x				Ensamble piezas	3,8	2	5,8
				x	Secado de Piezas	9,7	1	10,7
	x				Formado de piezas	30,5	6	36,5
	x				Pulido con lija N° 30	7,7	2	9,7
	x				Pulido con lija N° 80	13,7	2	15,7
	x				Pulido con lija N°220	6,0	2	8,0
	x				Pulido con lija N°400	2,8	2	4,8
	x				Abrillantado	1,4	1	2,4
		x			Almacenado	0,1	1	1,1
1	10	1	0	1	Total	118,04	28	146,0

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

La elaboración de complementos es solo para la lápida Premium ya que su diseño incluye 2 pilares 8 elementos decorativos para los pilares y 1 arco en la parte superior. Estos elementos son procesados en el mismo taller en donde se debe seleccionar el material para luego ser cortado y pulido de acuerdo a las medidas del producto principal.

Tabla 16: Elaboración de Mesón en granito

Diagrama de flujo de procesos								
Fecha:	22/6/2017		Resumen					
Proceso:	Elaboración de Mesón en granito		Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	T muerto(min)	T total(min)	
Actividad:	Tiempo del proceso		Operación	12	154	24	178	
Método:	Actual	x	Transporte	0	0	0	0	
	Propuesto		Espera	1	8	3	11	
Elaborado por:	Los autores		Almacenamiento	1	2	1	3	
			Inspección	1	7	3	10	
Marque la casilla con una x			Total	15	172	31	203	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descripción	T Básico (min)	T muerto(min)	T. B. + T. M
x					Revisión de especificaciones en contrato	7,2	3	10,2
	x				Selección de materia prima	10,7	2	12,73
	x				Trazado de granito	7,9	2	9,88
	x				Corte de acuerdo a las especificaciones	12,8	2	14,8
	x				Corte de tiras de granito	9,5	3	12,54
	x				Ensamble de granito	6,0	2	8
				x	Secado de piezas	8,0	3	11
	x				Desvaste de imperfecciones	53,1	2	55,1
	x				Pulido con disco para granito	10,0	2	12
	x				Pulido con lija N° 30	9,0	2	11
	x				Pulido con lija N° 80	16,0	2	18
	x				Pulido con lija N°220	9,0	2	11,02
	x				Pulido con lija N°400	6,8	2	8,8
	x				Abrillantado	3,4	1	4,4
		x			Almacenado	2,2	1	3,23
1	12	1	0	1	Total	172	31	202,7

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

En la elaboración de mesones el tiempo es de 202 minutos, esto en horas laborables es de 3,3 horas. El tiempo muerto obtenido es de 31 min. Las dimensiones del mesón son de un promedio de 2 m lineales.

Tabla 17: Elaboración de lápida Estándar en granito

Diagrama de flujo de procesos								
Fecha de realización		Resumen						
Proceso:	Elaboración Lápida Estándar Granito		Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	T muerto(min)	T total(min)	
Actividad:	Tiempo del proceso		Operación	20	252	39	291	
Método:	Actual	x	Transporte	0	0	0	0	
	Propuesto		Espera	1	7	3	10	
Elaborado por:	Los autores		Almacenamiento	1	2	1	3	
			Inspección	1	7	3	10	
Marque la casilla con una x			Tiempo total(min)	268	268	46	314	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descripción	T Básico (min)	T muerto(min)	T. B. + T. M
x					Revisión de especificaciones en contrato	6,6	3	9,6
	x				Selección de materia prima	15,3	2	17,29
	x				Trazado de granito	8,2	2	10,22
	x				Corte de plancha de granito	15,6	2	17,6
	x				Diseño de texto en vinil	21,0	2	22,96
	x				Pegado de vinil	3,6	2	5,6
	x				Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	22,0	1	23
	x				Arenado	21,4	2	23,4
	x				Pintado	9,4	2	11,4
	x				Retiro de vinil	4,5	1	5,51
	x				Corte revestimiento de granito	20,4	2	22,42
	x				Corte de tiras de granito	8,2	3	11,16
	x				Ensamble de granito	14,2	2	16,2
				x	Secado de piezas	7,3	3	10,28
	x				Desvaste de imperfecciones	19,5	2	21,47
	x				Pulido con disco para granito	9,4	2	11,4
	x				Pulido con lija N° 30	8,5	2	10,45
	x				Pulido con lija N° 80	16,2	2	18,2
	x				Pulido con lija N°220	8,6	2	10,6
	x				Pulido con lija N°400	5,6	2	7,6
	x				Abrillantado	1,3	1	2,28
	x				Intalacion de vidrio	19,3	3	22,32
		x			Almacenado	2,2	1	3,23
1	20	1	0	1	Total	268,2	46	314,19

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo total necesario para elaborar una lápida estándar de granito es de 314 min o 5,2 horas en incluyendo tiempos muertos detectados en cada actividad. El tiempo muerto es de 46 minutos y el tiempo en demoras es en actividades que no se realizan en el taller o no depende del operario ni del taller.

Los diagramas de proceso fueron elaborados en Excel y se registró información de los tiempos promedio y de los tiempos muertos que se presentan en la elaboración de cada producto como son: Lápidas Básica, Estándar y Premium, además se registró la información de la elaboración de los complementos para la lápida Premium. El número de operaciones se va incrementando acorde a la complejidad del producto a realizarse.

Tabla 18: Resumen de tiempos obtenidos en diagrama de procesos

Tipo de producto terminado	Tiempo por unidad (Horas)
Lápida Premium Mármol	8,7
Lápida Estándar Mármol	4,6
Lápida Estándar Granito	5,2
Mesón Granito	3,3
Lápida Básica Mármol	3

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo de elaboración de cada producto varía en función de la complejidad de trabajo así tenemos que el producto para el que se necesita más tiempo por unidad es la lápida Premium de mármol y la que necesita menos tiempo por unidad es la lápida básica de mármol. También se registró el número de unidades producidas durante este periodo las cuales varían de acuerdo al tipo de producto siendo la más vendida la lápida estándar y la que tiene menos acogida es la lápida Premium, esto es debido al precio de venta.

En base a la estandarización de los tiempos se plantea realizar una optimización para lo cual se enfocara en los tiempos más altos de las actividades que están relacionadas directamente con la transformación del mármol y granito. Para esto se realizó diagramas de Pareto donde se muestra las actividades a ser optimizadas. No se tomaron en cuenta las actividades de adquisición de vidrio y tallado de imagen ya que esto no depende del taller.

Situación actual del proceso de producción

En el taller actualmente se encuentran trabajando tres personas que están distribuidas de la siguiente manera: Un operario, una secretaria y el propietario quien realiza la logística de compra de materiales e insumos. Además se cuenta con maquinaria especializada para realizar cada una de las actividades desarrolladas en los diagramas de procesos.

Tabla 19: Maquinaria y Herramientas

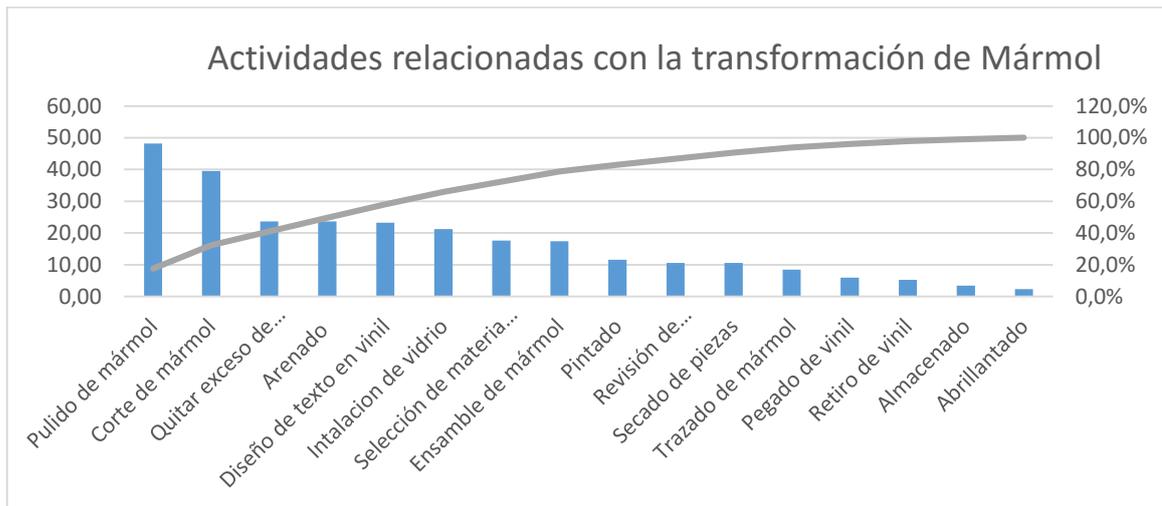
Maquinaria y Herramientas			
N°	Nombre	Cantidad	Descripción
1	Cortadora de mármol y granito	1	Corta planchas de 0,6m x 4 m. El disco recorre a través de la mesa
2	Cortadora de mármol y granito	1	Corta planchas de 0,6m x 0,8. El disco se encuentra fijo en la mesa
3	Arenadora	1	Expulsa Arena a presión para tallar
4	Compresor	1	Capacidad de 200 litros
5	Amoladora Grande	3	Disco para piedra de 9 pulgadas
6	Amoladora Pequeña	1	Disco para piedra de 4 pulgadas
7	Taladro	2	Brocas para hierro y cemento
8	Esmeril	1	Disco para piedra 9 pulgadas
9	Cortadora de mármol y granito con agua	1	Disco de diamante de 4 pulgadas

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Las máquinas y herramientas para realizar las lápidas y mesones son varias ya que cada máquina cumple una función específica. De esta manera se puede realizar los trabajos con mayor precisión y mejorar la calidad de los productos.

Figura 7: Diagrama de Pareto transformación de Mármol

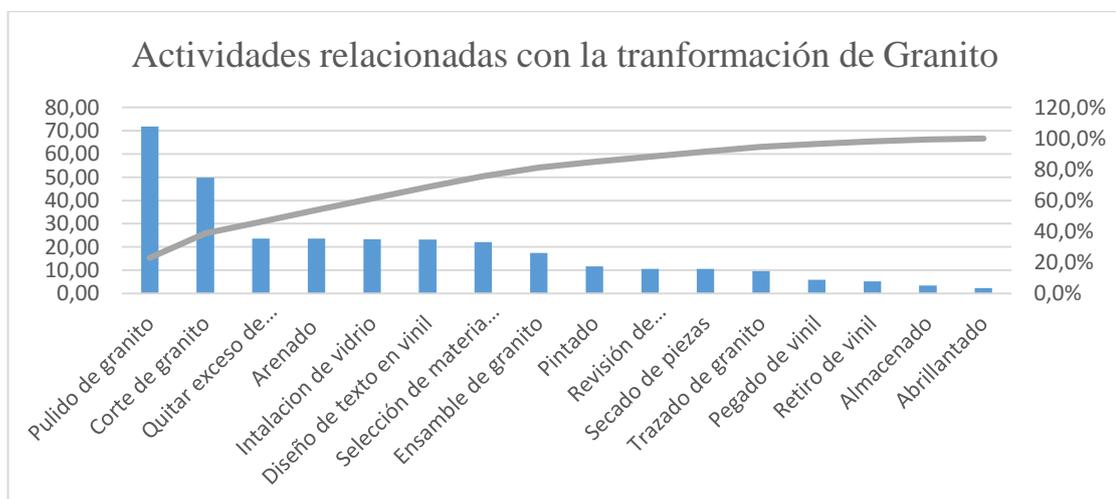


Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Se agrupo las actividades de corte y pulido ya que este proceso tiene subprocesos y son las que más tiempo se requiere para realizar la actividad. Se agrupo corte de plancha y uniformidad en el corte de mármol. Mientras que el pulido cuyas actividades comprenden desbaste de imperfecciones, pulido con lijas # 30, 80, 220 y 400 fueron agrupadas también.

Figura 8: Diagrama de Pareto transformación de Granito



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Los tiempos en comparación con el mármol son más altos por lo que la optimización se centra en pulido y corte. Se agrupo los procesos de corte y trazado de granito. También se agrupo los procesos de pulido, ensamble, pegado y secado de piezas. Estos son las actividades que presentan más tiempo en la transformación de granito de la misma forma son las actividades para la realización de mesones.

En la elaboración de cada lápida y mesón de mármol y granito se detectó tiempos que alteran el tiempo de entrega del producto final haciéndolo más largo. En el transcurso de cada proceso y al finalizar provocando traslado de material innecesario. La mayor parte del tiempo muerto se presenta en el cambio de actividad al preparar el área de trabajo para empezar la nueva actividad.

Costos de producción

Tabla 20: Costo de materiales

Costo de materiales										
Concepto	Lápida Estándar Mármol		Lápida Básica Mármol		Lápida Premium Mármol		Lápida Estándar Granito		Mesón Granito	
	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$
Mármol o Granito	0,5 m2	60	1 m2	110	1,5 m2	180	1m2	110	2 m2	220
Vinil	0,5 m2	5	0,5 m2	5	0,5 m2	5	0,5 m2	5		
Vidrio			1	20	1	20	1	20		
Tallar plancha			Tallado en alto relieve	50	Tallado en alto relieve	50				
Otros	Marco de metal o aluminio	20	Protección para vidrio	20						
Total \$		85		205		255		135		220

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El costo de m2 de mármol y granito es de \$110 y \$120 respectivamente, y depende del m2 del trabajo para su costo.

Tabla 21: Otros costos.

Otros Materiales										
Concepto	Lápida Estándar Mármol		Lápida Básica Mármol		Lápida Premium Mármol		Lápida Estándar Granito		Mesón Granito	
	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$
Equipo de protección personal	1 Mascarilla 1 taponos auditivos	0,5	1 Mascarilla 1 taponos auditivos	0,5	1 Mascarilla 1 taponos auditivos	0,5	1 Mascarilla 1 taponos auditivos	0,5	1 Mascarilla 1 taponos auditivos	0,5
Discos de corte de mármol	Disco de 9 pulgadas de corte y pulido	4	Disco de 9 pulgadas de corte y pulido	4	Disco de 9 pulgadas de corte y pulido	4				
Disco corte granito							Disco de diamante de 4 pulgadas	6	Disco de diamante de 4 pulgadas	6
Resina Poliéster			0,5 kg	3	1 kg	5	0,5 kg	3	0,5 kg	3
Lijas	Lija N° 60, 120, 220, 400	2	Lija N° 60, 120, 220, 400	2	Lija N° 60, 120, 220, 400	2	Lija N° 60, 120, 220, 400	2	Lija N° 60, 120, 220, 400	2
Total \$		6,5		9,5		11,5		11,5		11,5

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

En otros materiales se encuentra incluido el equipo de protección personal que se le asigna al operador así como también las herramientas y materiales necesarios para poder transformar el mármol y granito, la resina poliéster se vende solo por kilos y puede alcanzar para realizar hasta 2 lápidas. El vidrio es adquirido acorde a las dimensiones del producto y se lo puede obtener en productores especializados. No todas las lápidas son talladas y en otros es algunos complementos que se compran o marcos de metal.

Tabla 22: Consumo de energía eléctrica.

Consumo de energía eléctrica										
	Lápida Estándar Mármol		Lápida Básica Mármol		Lápida Premium Mármol		Lápida Estándar Granito		Mesón Granito	
Concepto	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$
Amoladora, taladro y esmeril	Consumo motores kW/h	2 0,4	Consumo motores kW/h	2 0,4	Consumo motores kW/h	2 0,4	Consumo motores kW/h	2 0,4	Consumo motores kW/h	2 0,5
Cortadora de Granito Disco móvil					Consumo motor 2 kW/h	0,4	Consumo motor kW/h	2 0,4		
Cortadora de Mármol Disco fijo			Consumo motor 2 kW/h	0,4						
Arenadora	Consumo motor kW/h	2 0,4	Consumo motor 2 kW/h	0,4	Consumo motor 2 kW/h	0,4	Consumo motor kW/h	2 0,4		
Computador	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2		
Alumbrado	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2	Consumo de 1kw/h	0,2
Total \$		1,2		1,6		1,6		1,6		0,7

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El consume de energía eléctrica se tomó en función de las horas utilizadas para realizar cada producto con un a valor de KW/h de 0,1 dólares. Los datos fueron obtenidos de acuerdo al número de horas empleadas para realizar cada producto. El consumo de energía varía de acuerdo a la utilización de cada herramienta.

Tabla 23: Costo de mano de obra

Costo de mano de obra										
	Lápida Estándar Mármol		Lápida Básica Mármol		Lápida Premium Mármol		Lápida Estándar Granito		Mesón Granito	
Concepto	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$	Descripción	\$
Mano de obra directa	Por 3 horas trabajadas	10	Por 6 horas trabajadas	20	Por 9 horas trabajadas	30	Por 6 horas trabajadas	20	Por 4 horas trabajadas	15
Mano de obra indirecta	Por 3 horas trabajadas	10	Por 3 horas trabajadas	10	Por 3 horas trabajadas	10	Por 3 horas trabajadas	10	Por 3 horas trabajadas	10
Total \$		20		30		40		30		25

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Para obtener el costo de mano de obra se dividió el sueldo mensual para el número de días y horas laborables obteniendo el costo de elaborar cada producto.

Tabla 24: Presupuesto de costo de Producción.

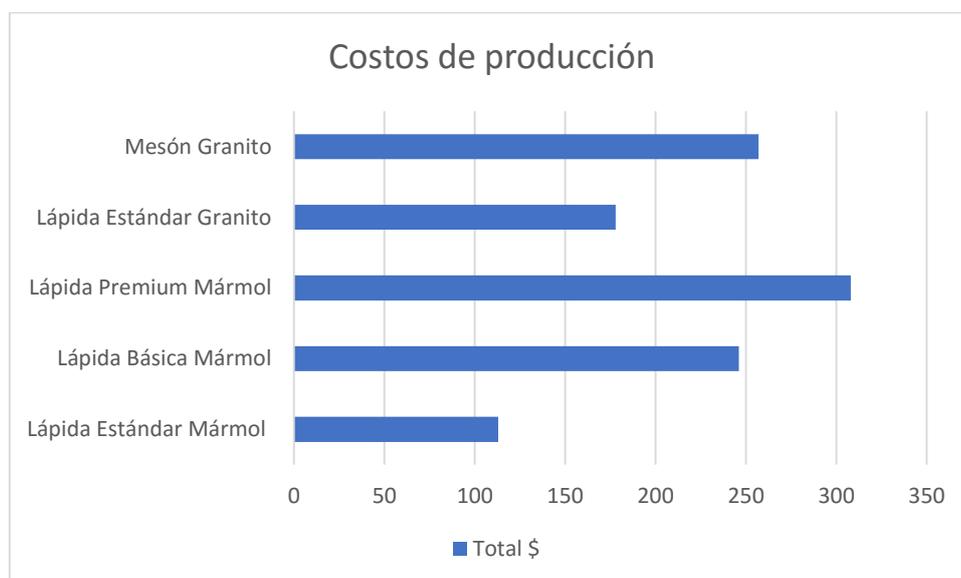
Presupuesto de costo de Producción					
Concepto	Lápida Estándar Mármol	Lápida Básica Mármol	Lápida Premium Mármol	Lápida Estándar Granito	Mesón Granito
Costo de Materia Prima	85	205	255	135	220
Otros Materiales	6,5	9,5	11,5	11,5	11,5
Consumo de energía	1,2	1,6	1,6	1,6	0,7
Costo de mano de obra	20	30	40	30	25
Total \$	113	246,1	308	178	257

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

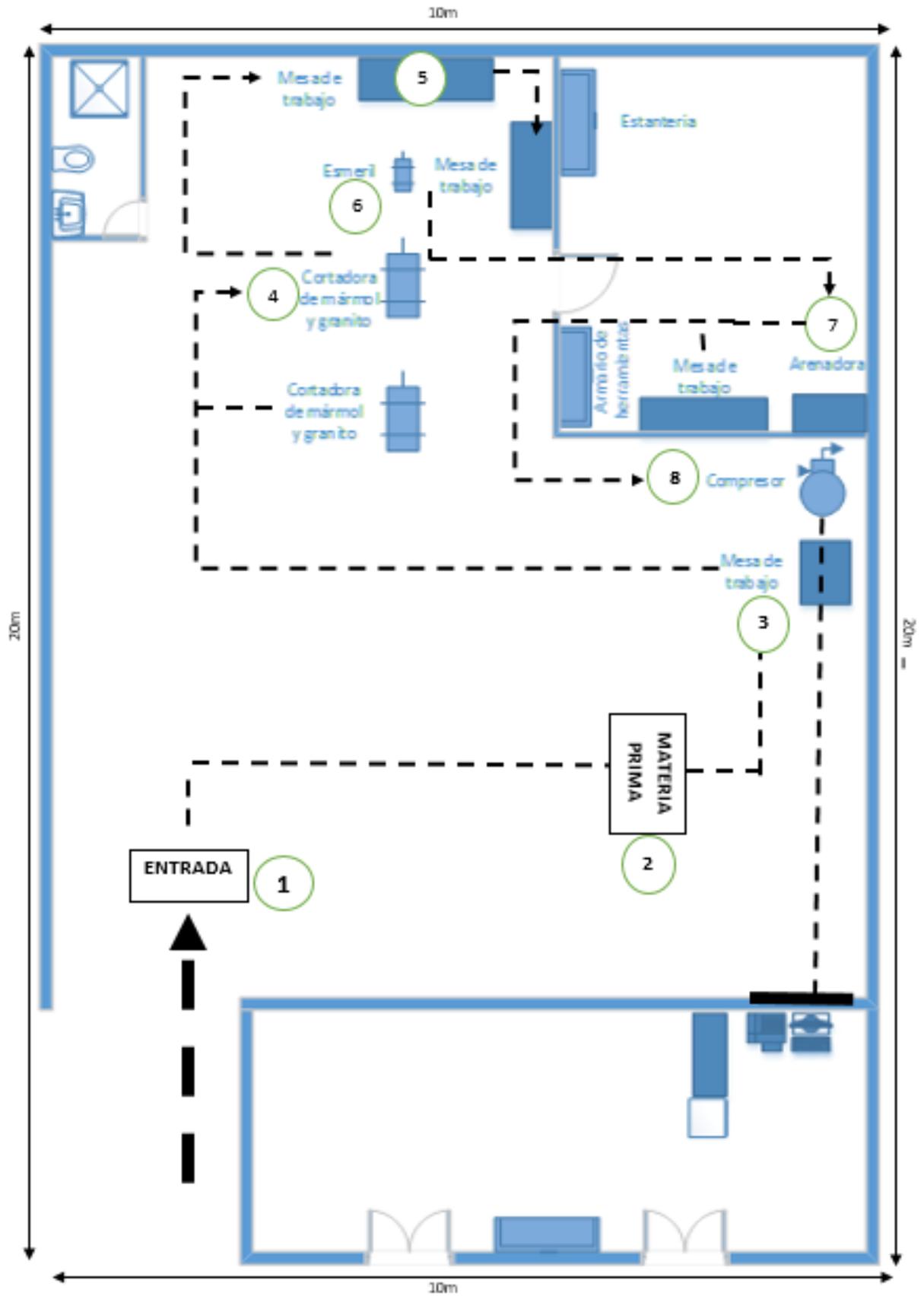
La tabla muestra el costo de producción de cada producto de acuerdo al material, mano de obra, consumo de energía eléctrica e insumos utilizado para la elaboración de cada producto. El costo de cada producto varía de acuerdo a la cantidad de materia prima e insumos utilizados

Figura 9: Costos de producción



Elaborado por: Autores

Figura 10: Distribución actual de planta



Elaborado por: Autores

Obtención de tiempos base de cada producto

Para obtener el tiempo base de cada producto, se estableció el número de observaciones eso se realizó de acuerdo al método estadístico. Inicialmente se tomó una muestra de cuatro mediciones realizando los cálculos correspondientes se concluyó que la muestra debe ser de 5 mediciones. Para obtener el número de observaciones se tomaron los datos más altos y los más bajos.

Método estadístico

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Tabla 25: Calculo del número de observaciones

23	529
23	529
22	484
20	441
$\Sigma x = 88$	$\Sigma x^2 = 1942$

Elaborado por: Los Autores

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{4(1942) - (88)^2}}{88} \right)^2 = 4,95 = 5$$

Valoración de tiempos cronometrados

La cifra 100 representa el desempeño estándar. Si el analista determina que la operación se está realizando a una velocidad inferior de acuerdo su criterio en la observación se aplicara un factor inferior a 100. Por otro lado si el analista observa que el ritmo de trabajo es superior a lo normal se aplicara un factor igual a 100.

Ecuación 2: Tiempo normal.

$$\text{Tiempo Observado} \times \frac{\text{Valoración determinada}}{\text{Valoración estándar}} = \text{Tiempo Normal o Básico}$$

Elaborado por: OIT

Tabla 26: Tiempo básico del proceso en la transformación de mármol para una Lápida Básica

N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS OBSERVADOS (min)					TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN	TIEMPO BÁSICO
		1	2	3	4	5			
1	Revisión de especificaciones en contrato	8,4	10	10,5	10	13,5	10,5	100	10,5
2	Selección de materia prima	10	8	14	12	17	12,2	95	11,6
3	Trazado de mármol	8	10	8	9	11	9,2	95	8,7
4	Corte de mármol	12	14	11	13	12	12,4	100	12,4
5	Pulido con lija N° 30	11	9	8	10	9	9,4	100	9,4
6	Pulido con lija N° 80	17	14	15	16	17	15,8	100	15,8
7	Pulido con lija N°220	12	11	10	9	11	10,6	95	10,1
8	Pulido con lija N°400	8	9	8	8	7	8,0	100	8,0
9	Diseño de texto en vinil	26	21	20	22	24	22,6	100	22,6
10	Pegado de vinil	4	6	4	5	6	5,0	100	5,0
11	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	27	23	18	18	20	21,2	95	20,1
12	Arenado	24	28	25	20	17	22,8	95	21,7
13	Pintado	10	9	15	13	14	12,2	100	12,2
14	Retiro de vinil	3	6	4	5	6	4,8	95	4,6
15	Abrillantado	1	2	3	2	2	2,0	100	2,0
16	Almacenado	4	2	2	3	3	2,8	95	2,7
	Total								177,30

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo básico se obtuvo realizando un promedio en las cinco mediciones de cada actividad que intervinieron en el proceso, además se incluyó una valoración subjetiva acorde al ritmo de trabajo del operario.

Tabla 27: Tiempo básico del proceso en la transformación de mármol para una Lápida estándar

N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS OBSERVADOS (min)					TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN	TIEMPO BÁSICO	
		1	2	3	4	5				
1	Revisión de especificaciones en contrato	9	10	10	9	13	10,2	100	10,20	
2	Selección de materia prima	17	15	19	17	14	16,4	100	16,40	
3	Trazado de mármol	8	10	11	8	5	8,4	100	8,40	
4	Corte de mármol	12	9	12	15	10	11,6	100	11,60	
6	Diseño de texto en vinil	26	21	23	18	27	23,0	95	21,85	
7	Pegado de vinil	4	6	5	6	8	5,8	100	5,80	
8	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	24	22	21	17	23	21,4	100	21,40	
9	Arenado	19	26	25	21	24	23,0	100	23,00	
10	Pintado	13	8	12	11	13	11,4	100	11,40	
11	Retiro de vinil	7	5	4	6	5	5,4	100	5,40	
12	Corte revestimiento de mármol	24	18	16	26	19	20,6	100	20,60	
13	Corte de tiras de mármol	12	10	12	15	13	12,4	95	11,78	
14	Ensamble de mármol	17	15	19	14	18	16,6	100	16,60	
15	Secado de piezas	11	10	11	11	11	10,8	95	10,26	
16	Desbaste de imperfecciones	16	17	15	15	16	15,8	100	15,80	
17	Pulido con lija N° 30	7	9	11	8	10	9,0	100	9,00	
18	Pulido con lija N° 80	15	13	13	15	16	14,4	100	14,40	
19	Pulido con lija N°220	8	9	7	11	10	9,0	95	8,55	
20	Pulido con lija N°400	6	7	7	9	5	6,8	100	6,80	
22	Abrillantado	2	2	3	2	2	2,2	100	2,20	
23	Instalación de vidrio	25	19	23	21	21	21,8	100	21,80	
24	Almacenado	4	3	4	2	3	3,2	100	3,20	
Total										276,44

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo básico se obtuvo realizando un promedio en las cinco mediciones en base al método estadístico, de cada actividad que intervinieron en el proceso, además se incluyó una valoración subjetiva acorde al ritmo de trabajo del operario.

Tabla 28: Tiempo básico del proceso en la transformación de mármol para una Lápida Premium

N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS OBSERVADOS (min)					TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN	TIEMPO BÁSICO
		1	2	3	4	5			
1	Revisión de especificaciones en contrato	11	9	10	11	13	10,8	100	10,80
2	Selección de materia prima	23	23	22	16	25	21,8	95	20,71
3	Trazado de mármol	12	10	7	8	6	8,6	95	8,17
4	Corte de plancha mármol	10	11	8	12	9	10,0	100	10,00
6	Diseño de texto en vinil	24	22	21	21	21	21,8	100	21,80
7	Pegado de vinil	7	6	4	5	7	5,8	100	5,80
8	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	23	20	21	20	24	21,6	100	21,60
9	Arenado	21	24	25	20	23	22,6	100	22,60
10	Pintado	11	11	12	11	13	11,6	100	11,60
11	Retiro de vinil	7	5	7	5	5	5,8	90	5,22
12	Corte revestimiento de mármol	21	18	23	22	19	20,6	95	19,57
13	Corte de tiras de mármol	12	12	13	13	11	12,2	90	10,98
14	Ensamble de mármol	18	16	17	15	19	17,0	100	17,00
15	Secado de piezas	11	11	11	11	10	10,8	100	10,80
16	Desbaste de imperfecciones	18	23	15	21	16	18,6	90	16,74
17	Pulido con lija N° 30	8	9	8	10	9	8,8	95	8,36
18	Pulido con lija N° 80	15	17	15	18	16	16,2	90	14,58
19	Pulido con lija N°220	9	10	8	12	11	10,0	100	10,00
20	Pulido con lija N°400	7	8	6	9	7	7,4	100	7,40
22	Abrillantado	2	2	3	2	3	2,4	95	2,28
23	Elaboración de apliques	222	215	230	220	235	224,4	95	213,18
24	Instalación de apliques	25	22	23	20	21	22,2	90	19,98
25	Secado de apliques	11	11	11	11	10	10,8	100	10,80
26	Instalación de vidrio	20	21	24	20	24	21,8	90	19,62
27	Almacenado	2	3	4	3	3	3,0	95	2,85
Total									522,44

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo básico se obtuvo realizando un promedio en las cinco mediciones de cada actividad que intervinieron en el proceso, además se incluyó una valoración subjetiva acorde al ritmo de trabajo del operario.

Tabla 29: Tiempo básico del proceso en la transformación de Granito para un mesón

N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS OBSERVADOS (min)					TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN	TIEMPO BÁSICO
		1	2	3	4	5			
1	Revisión de especificaciones en contrato	10	10	11	10	10	10,2	100	10,20
2	Selección de materia prima	13	15	12	15	12	13,4	95	12,73
3	Trazado de granito	15	11	9	9	8	10,4	95	9,88
4	Corte de granito según especificaciones	12	14	16	17	15	14,8	100	14,80
5	Corte tiras de granito	15	13	9	14	15	13,2	95	12,54
6	Ensamble de granito	9	7	7	8	9	8	100	8,00
7	Secado de piezas	11	11	12	11	10	11	100	11,00
8	Desbaste de imperfecciones	60	52	60	58	60	58	95	55,10
9	Pulido con disco para granito	12	13	11	15	13	12,8	100	12,80
10	Pulido con lija N° 30	10	12	9,0	13	11	11	100	11,00
11	Pulido con lija N° 80	18	17	17	16	22	18	100	18,00
12	Pulido con lija N°220	12	11	10	13	12	11,6	95	11,02
13	Pulido con lija N°400	8	9	7	11	9	8,8	100	8,80
14	Abrillantado	5	3	5	4	5	4,4	100	4,40
15	Almacenado	5	2	2	4	4	3,4	95	3,23
Total									203,50

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo básico se obtuvo realizando un promedio en las cinco mediciones de cada actividad que intervinieron en el proceso, pero el tiempo empleado en la transformación del granito es mucho mayor en comparación con el mármol puesto que el granito es más duro y es necesarias herramientas adecuadas para poder transformarlo, pero además se incluyó una valoración subjetiva acorde al ritmo de trabajo del operario.

Tabla 30: Tiempo básico del proceso en la transformación de Granito para una Lápida estándar

N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS OBSERVADOS (min)					TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN	TIEMPO BÁSICO	
		1	2	3	4	5				
1	Revisión de especificaciones en contrato	9	10	10	10	9	9,6	100	9,60	
2	Selección de materia prima	20	21	15	17	18	18,2	95	17,29	
3	Trazado de granito	10	10	11	11	9,1	10,2	100	10,22	
4	Corte de plancha de granito	14	18	20	19	17	17,6	100	17,60	
5	Diseño de texto en vinil	25	24	21	22	22,8	23,0	100	22,96	
6	Pegado de vinil	7	6	4	4	7	5,6	100	5,60	
7	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	25	26	22	21	21	23,0	100	23,00	
8	Arenado	22	24	25	23	23	23,4	100	23,40	
9	Pintado	9	12	12	11	13	11,4	100	11,40	
10	Retiro de vinil	7	5	7	5	5	5,8	95	5,51	
11	Corte revestimiento de granito	24	22	26	23	23	23,6	95	22,42	
12	Corte de tiras de granito	12	13	13	12	12	12,4	90	11,16	
13	Ensamble de granito	19	15	17	16	14	16,2	100	16,20	
14	Secado de piezas	11	10	10	11	9,4	10,3	100	10,28	
15	Desbaste de imperfecciones	25	22	19	23	24	22,6	95	21,47	
16	Pulido con disco para granito	12	13	9	11	12	11,4	100	11,40	
17	Pulido con lija N° 30	12	9	11	13	10	11,0	95	10,45	
18	Pulido con lija N° 80	21	16	17	19	18	18,2	100	18,20	
19	Pulido con lija N°220	12	9	10	12	10	10,6	100	10,60	
20	Pulido con lija N°400	8	7	6	9	8	7,6	100	7,60	
21	Abrillantado	2	2	3	2	3	2,4	95	2,28	
22	Instalación de vidrio	27	28	23	20	26	24,8	90	22,32	
23	Almacenado	5	3	4	2	3	3,4	95	3,23	
24	Total									314,19

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo empleado en la transformación del granito es mucho mayor en comparación con el mármol puesto que el granito es más duro y es necesarias herramientas adecuadas para poder transformarlo.

En la recolección de información se incluyó una valoración subjetiva acorde al ritmo de trabajo del operario. Este será el punto de partida para iniciar la optimización de procesos en la transformación del mármol y granito.

Propuestas para la optimización de procesos

Tabla 31: Propuesta para mejorar procesos de transformación de mármol

Propuestas para optimizar procesos de mármol			
Proceso	Equipo/Maquinaria	Actual	Propuesta
Corte	Discos de Corte de 9 pulgadas para amoladora de	Se utiliza un solo disco sin tomar en cuenta la actividad.	Se plantea utilizar discos exclusivamente para corte de 9 pulgadas
Desbaste	Disco para desbaste de 9 pulgadas para mesa cortadora de disco fijo	Se lo realiza con disco de corte.	Disco para desbastar de 9 pulgadas
Pulido	Disco para desbaste de 9 pulgadas para amoladora	Para desbastar se utiliza el mismo disco de corte.	Al ser el disco para desbastar de 9 pulgadas
	Lija para amoladora	Para pulir se utiliza lijas N° 30, 80, 220 y 400. Las lijas N° 220 y 400 se deterioran más rápido en relación de dos a uno.	Realizar el pulido con lija N°60 en lugar de N°30 y N°120 en lugar de N°80.

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Con la finalidad de optimizar los procesos productivos en la transformación de mármol y granito en el taller Divino Niño se sugiere la implementación de nuevos materiales de trabajo en las actividades que se detectó que tenía tiempos más elevados. Además se conseguirá mejores acabados con lo que mejorará la calidad de cada producto.

Tabla 32: Propuesta para mejorar procesos de transformación de granito

Propuestas para optimizar procesos de granito			
Proceso	Equipo/Maquinaria	Actual	Propuesta
Trazado	-	Se lo realiza con corrector debido a que es muy difícil rayar la superficie y su deterioro es rápido.	Adquirir material adecuado para realizar los trazos en las casas comerciales que distribuyen estas herramientas.
Corte	Cortadora de mármol y granito de disco móvil	No tiene un sistema de enfriamiento adecuado	Instalación de tubería de agua.
Pulido	Lijas	Se utiliza las mismas lijas que en mármol. El deterioro de las lijas es mucho más rápido. Lija N° 30, 80, 220 y 400	Adquisición de lijas adecuadas para pulir granito
Instalación de vidrio	Uso de brocas para granito	Las perforaciones en el granito se lo hacen con brocas para cemento.	Adquisición de brocas especiales para granito.

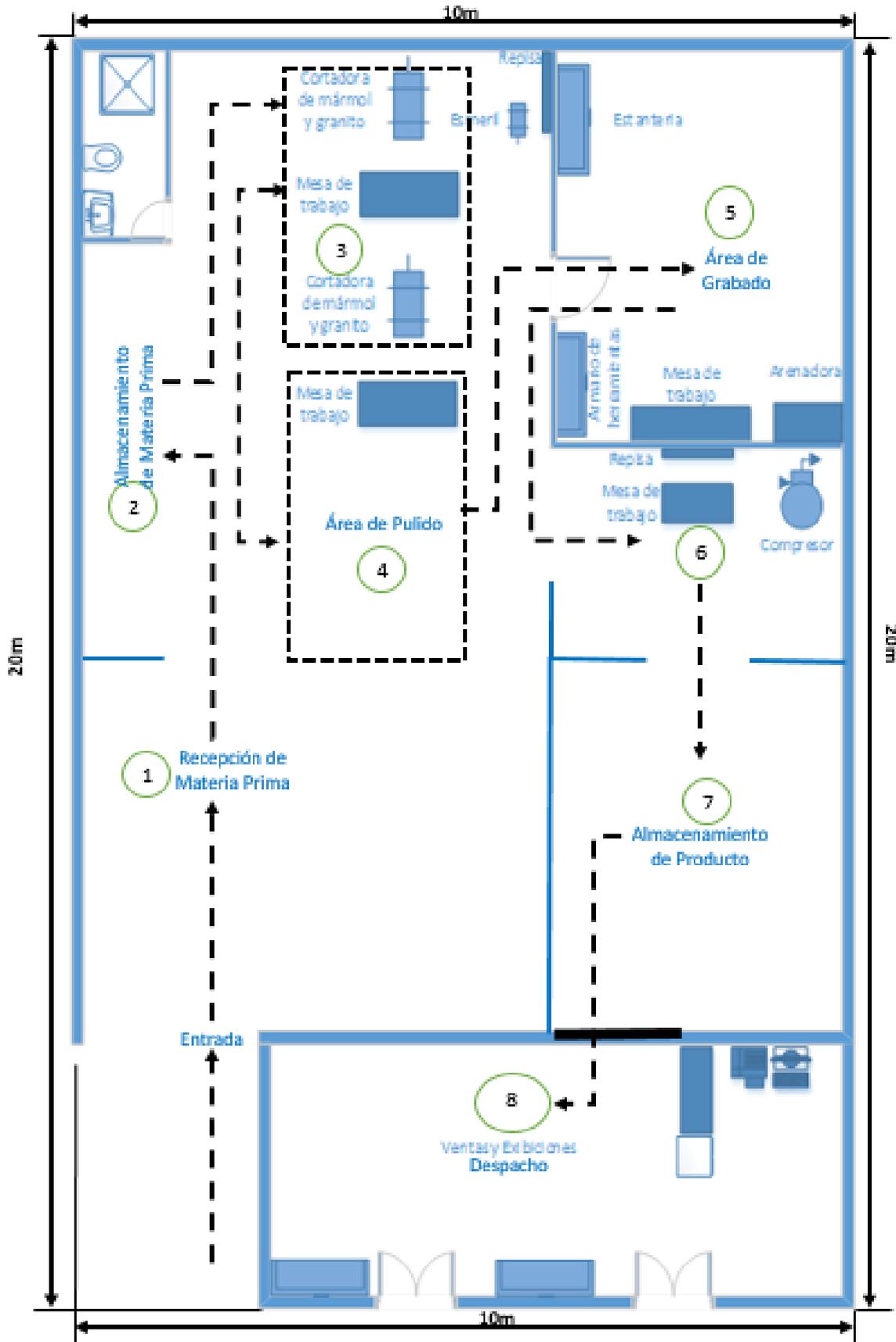
Elaborado por: Autores

Tabla 33: Propuestas para reducir tiempo muerto

Propuestas para reducir tiempo muerto		
Actividad	Descripción	Propuesta
Redistribución de planta	-Establecer áreas para cada actividad. -Instalación de estanterías en cada área de Trabajo	-Reducir traslados de materia prima e insumos. -Reducir tiempos en la búsqueda de materiales y herramientas
Planificación de actividades semanalmente	-Instalación de una pizarra. -Realizar pedidos de materia prima para cada semana. - Realizar la limpieza del taller unan vez por semana.	Permitirá reducir tiempo en seleccionar y buscar material. Reducirá la búsqueda de insumos y herramientas.

Elaborado por: Autores

Figura 11: Distribución de Taller propuesto



Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Con el diseño propuesto del taller se puede evidenciar una disminución en el resalado de materiales ya que se propone un área de trabajo para mármol y otro para granito. Esto elimina traslados para desbastar imperfecciones y unir las piezas de mármol y granito.

Comprobación y descripción de resultados

Este será el punto de partida para poder cuantificar cuanto se está reduciendo el tiempo en la elaboración de cada producto interviniendo en las actividades que ocupan más tiempo como son corte y pulido

Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol y granito

Tabla 34: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol en Lápidas Básicas

N°	ACTIVIDAD	T. B.	NECESIDADES PERSONALES Y CONTINGENCIAS	POSTURA	ROPA	RUIDO	POLVO	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTÁNDAR TBx(TS+1)
								PUNTOS	%		
1	Revisión de especificaciones en contrato	10									10,48
2	Selección de materia prima	12									11,59
3	Trazado de mármol	9									8,74
4	Corte de mármol	6,4	6%	12	8	4	4	28	15%	21%	7,74
5	Pulido con lija N° 60	4	6%	12	8	4	4	28	15%	21%	4,84
6	Pulido con lija N° 120	9	6%	12	8	4	4	28	15%	21%	10,89
7	Pulido con lija N°220	5,6	6%	12	8	4	4	28	15%	21%	6,78
8	Pulido con lija N°400	3,2	6%	12	8	4	4	28	15%	21%	3,87
9	Diseño de texto en vinil	23									22,60
10	Pegado de vinil	5									5,00
11	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	20									20,14
12	Arenado	22									21,66
13	Pintado	12									12,20
14	Retiro de vinil	5									4,56
15	Abrillantado	2									2,00
16	Almacenado	2,6									2,66
	Total	149,83									155,75

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

La tabla muestra el tiempo estándar de las actividades relacionadas con la transformación de mármol, las actividades optimizadas están resaltadas. El tiempo base empleado para la optimización es el tiempo estándar de cada producto en donde se tomó en cuenta la naturaleza del trabajo y se incluyó una valoración acorde a la actividad realizada.

Tabla 35: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol en Lápida Estándar

N°	ACTIVIDAD	T. B.	NECESIDADES PERSONALES Y CONTINGENCIAS	POSTURA	ROPA	RUIDO	POLVO	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTO %	TIEMPO ESTÁNDAR TBx(TS+1)
								PUNTOS	%		
1	Revisión de especificaciones en contrato	10,2									10,20
2	Selección de materia prima	16,4									16,40
3	Trazado de mármol	8,4									8,40
4	Corte de mármol	6,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	7,96
6	Diseño de texto en vinil	21,85									21,85
7	Pegado de vinil	5,8									5,80
8	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	21,4									21,40
9	Arenado	23									23,00
10	Pintado	11,4									11,40
11	Retiro de vinil	5,4									5,40
12	Corte revestimiento de mármol	12,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	14,98
13	Corte de tiras de mármol	7,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	9,07
14	Ensamble de mármol	16,6									16,60
15	Secado de piezas	10,26									10,26
16	Desbaste de imperfecciones	7,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	9,13
17	Pulido con lija N° 60	4,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	5,62
18	Pulido con lija N°120	9,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	11,47
19	Pulido con lija N°220	5,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	6,08
20	Pulido con lija N°400	4,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	4,91
22	Abrillantado	2,2									2,20
23	Instalación de vidrio	21,8									21,80
24	Almacenado	3,2									3,20
Total		237,1									247,12

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación de resultados

Una vez obtenido el tiempo el tiempo básico y en base a las propuestas de mejora se estableció el tiempo estándar añadiendo suplementos por la naturaleza del trabajo.

Tabla 36: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de mármol en Lápida Premium

N°	ACTIVIDAD	T. B.	NECESIDADES PERSONALES Y CONTINGENCIAS	POSTURAS	ROPA	RUIDO	POLVO	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTÁNDAR TBx(TS+1)
								PUNTOS	%		
1	Revisión de especificaciones en contrato	10,8									10,80
2	Selección de materia prima	20,71									20,71
3	Trazado de mármol	8,17									8,17
4	Corte de plancha mármol	7,0	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	8,19
6	Diseño de texto en vinil	21,8									21,80
7	Pegado de vinil	5,8									5,80
8	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	21,6									21,60
9	Arenado	22,6									22,60
10	Pintado	11,6									11,60
11	Retiro de vinil	5,22									5,22
12	Corte revestimiento de mármol	14,0	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	16,38
13	Corte de tiras de mármol	6,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	7,25
14	Ensamble de mármol	17									17,00
15	Secado de piezas	10,8									10,80
16	Desbaste de imperfecciones	6,0	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	7,02
17	Pulido con lija N° 60	4,6	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	5,38
18	Pulido con lija N° 120	10,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	11,93
19	Pulido con lija N°220	5,6	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	6,55
20	Pulido con lija N°400	4,6	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	5,38
22	Abrillantado	2,28									2,28
23	Elaboración de apliques	176,	4%	2	2	4	4	12	11%	15%	202,63
24	Instalación de apliques	19,9									19,98
25	Secado de apliques	10,8									10,80
26	Instalación de vidrio	19,6									19,62
27	Almacenado	2,85									2,85
	Total										482,35

Elaborado por: Autores

Tabla 37: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de Granito en mesón

N°	ACTIVIDAD	T. B.	NECESIDADES PERSONALES Y CONTINGENCIAS	POSTURAS	ROPA	RUIDO	POLVO	SUPLEMNTO		TOTAL SUPLEMENTO %	TIEMPO ESTÁNDAR TBx(TS+1)
								PUNTO	%		
1	Revisión de especificaciones en contrato	9,6									9,60
2	Selección de materia prima	17,2									17,29
3	Trazado de granito	10,22									10,22
4	Corte de plancha de granito	11,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	13,81
5	Diseño de texto en vinil	22,9									22,96
6	Pegado de vinil	5,6									5,60
7	Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	23									23,00
8	Arenado	23,4									23,40
9	Pintado	11,4									11,40
10	Retiro de vinil	5,51									5,51
11	Corte revestimiento de granito	14,4	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	16,85
12	Corte de tiras de granito	7,0	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	8,19
13	Ensamble de granito	16,2									16,20
14	Secado de piezas	10,2									10,28
15	Desbaste de imperfecciones	13,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	15,44
16	Pulido con disco para granito	7,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	8,42
17	Pulido con lija N° 30	6,0	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	7,02
18	Pulido con lija N° 80	12,0	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	14,04
19	Pulido con lija N°220	6,4	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	7,49
20	Pulido con lija N°400	4,4	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	5,15
22	Abrillantado	2,28									2,28
23	Instalación de vidrio	13,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	15,44
24	Almacenado	3,23									3,23
Total		256,6									272,82

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

El tiempo empleado para transformar granito con relación al mármol es mucho mayor debido a la dureza de cada material debido a esto existe herramientas adecuadas para la transformación de cada tipo de materia prima.

Tabla 38: Estandarización de tiempos en proceso de transformación de Granito Lápida estándar

N°	ACTIVIDAD	T. B.	NECESIDADES PERSONALES Y CONTINGENCIAS	POSTURAS	ROPA	RUIDO	POLVO	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTO %	TIEMPO ESTÁNDAR TBx(TS+1)
								PUNTOS	%		
1	Revisión de especificaciones en contrato	10,2									10,20
2	Selección de materia prima	12,7									12,73
3	Trazado de granito	9,88									9,88
4	Corte de granito según especificaciones	8,4	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	9,83
5	Corte tiras de granito	12,54									12,54
6	Ensamble de granito	8									8,00
7	Secado de piezas	11									11,00
8	Desbaste de imperfecciones	42,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	49,37
9	Pulido con disco para granito	7	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	8,19
10	Pulido con lija N° 30	5,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	6,08
11	Pulido con lija N° 80	9,8	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	11,47
12	Pulido con lija N°220	6,6	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	7,72
13	Pulido con lija N°400	5,2	4%	12	2	4	4	22	13%	17%	6,08
14	Abrillantado	4,4									4,40
15	Almacenado	3,23									3,23
	Total	156,3									170,73

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Se obtuvo el tiempo estándar en base a la aplicación de las tablas emitidas por la OIT en la que señala que el suplemento para cada actividad varía en función de la naturaleza de la tarea y las condiciones de trabajo. Cada actividad tendrá un tiempo determinado en el cual se deberá cumplir con el trabajo asignado. Esto permite una mejor planificación del tiempo y uso de los recursos para realizar productos de calidad y en el tiempo necesario.

Comprobación de la hipótesis

Tabla 39: Comparación de tiempo actual versus tiempo optimizado en mármol

Actividad	Lápida Básica Mármol		Lápida Estándar Mármol		Lápida Premium Mármol	
	Tiempo Actual	Tiempo Optimizado	Tiempo Actual	Tiempo Optimizado	Tiempo Actual	Tiempo Optimizado
Revisión de especificaciones en contrato	10,48	10,48	10,2	10,2	10,8	10,8
Selección de materia prima	11,59	11,59	16,4	16,4	20,71	20,71
Trazado de mármol	8,74	8,74	8,4	8,4	8,17	8,17
Corte de plancha mármol	12,40	7,74	11,60	7,96	10,00	8,19
Diseño de texto en vinil	22,60	22,60	21,85	21,85	21,8	21,8
Pegado de vinil	5,00	5,00	5,8	5,8	5,8	5,8
Quitar exceso de material para dar forma a la plantilla	20,14	20,14	21,4	21,4	21,6	21,6
Arenado	21,66	21,66	23	23	22,6	22,6
Pintado	12,20	12,20	11,4	11,4	11,6	11,6
Retiro de vinil	4,56	4,56	5,4	5,4	5,22	5,22
Corte revestimiento de mármol			20,60	14,98	19,57	16,38
Corte de tiras de mármol			11,78	9,07	10,98	7,25
Ensamble de mármol			16,6	16,6	17	17
Secado de piezas			10,26	10,26	10,8	10,8
Desbaste de imperfecciones			15,8	9,12	16,74	7,02
Pulido con lija N° 60 en lugar de N°30	9,40	3,03	9	5,61	8,36	5,382
Pulido con lija N° 120 en lugar de N°80	15,73	10,89	14,4	11,47	14,58	11,934
Pulido con lija N°220	10,07	6,65	8,55	6,08	10	6,552
Pulido con lija N°400	8,00	3,32	6,8	4,91	7,4	5,382
Abrillantado	2,12	2,00	2,30	2,30	2,28	2,28
Elaboración de apliques					213,10	202,6
Instalación de apliques					19,98	19,98
Secado de apliques					10,8	10,8
Instalación de vidrio			21,80	21,80	19,62	19,62
Almacenado	2,66	2,66	3,2	3,2	2,85	2,85
Total	177,35	153,26	276,54	247,21	522,44	482,32
Ahorro por Producto (min)	24,09		29,33		40,12	

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Para el desbaste de imperfecciones se estableció utilizar un disco adecuado y específico para desbastar mármol ya que actualmente se lo realizaba con un disco de corte y la reducción de tiempo es notable facilitando así el proceso de pulido.

Para pulir el mármol se planteó utilizar lija N° 60 en lugar de N°30 también la lija N° 120 en lugar de N°80 la reducción del tiempo es poca en comparación al resto de lijas N° 220 y N° 400 la cual es mucho mayor debido a que la fricción para pulir es menor y se consiguió que las lijas tengan un deterioro similar lo cual muestra que se está puliendo y usando las lijas bajo las mismas condiciones.

Bajo la hipótesis planteada de reducción de tiempos en la transformación de mármol se observa que disminuyo un total de 24,09 min en cada lápida realizada Básica, 29,33 min lápida Estándar y 40,12 en la elaboración de cada lápida Premium.

Tabla 40: Comparación de tiempo actual versus tiempo optimizado en granito

Actividad	Lápida Estándar Granito		Mesón Granito	
	Tiempo Actual	Tiempo Optimizado	Tiempo Actual	Tiempo Optimizado
Revisión de especificaciones en contrato	9,6	9,6	10,6	10,6
Selección de materia prima	17,29	17,29	22,0	22,0
Trazado de granito	10,22	10,22	9,0	9,0
Corte de plancha de granito	17,6	13,8	12,1	9,075
Diseño de texto en vinil	22,96	22,96		
Pegado de vinil	5,6	5,6		
Dar forma a la plantilla de vinil	23	23		
Arenado	23,4	23,4		
Pintado	11,4	11,4		
Retiro de vinil	5,51	5,51		
Corte revestimiento de granito	22,4	16,9		
Corte de tiras de granito	11,6	8,2	11,5	
Ensamble de granito	16,2	16,2	8,1	8,1
Secado de piezas	10,28	10,28	12,1	12,1
Desbaste de imperfecciones	21,47	15,4	55,2	40,85
Pulido con disco para granito	11,4	8,4	9,7	8,15
Pulido con lija N° 30	10,45	7,0	8,5	7,26
Pulido con lija N° 80	18,2	14,0	18,2	14,52
Pulido con lija N°220	10,6	7,5	10,3	9,196
Pulido con lija N°400	7,6	5,1	7,3	5,7475
Abrillantado	2,3	2,3		
Instalación de vidrio	22,3	15,4	4,7	4,7
Almacenado	3,4	3,4	3,3	3,3
Total	314,9	273,1	202,5	164,7
Ahorro por Producto	41,8		37,9	

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

Para realizar la operación de corte de granito se instaló un sistema de refrigeración en el disco. Esto se lo realizó en la máquina cortadora de granito también redujo el tiempo en la uniformidad del corte. Para desbastar imperfecciones en el granito se redujo el tiempo en base al enfriamiento del disco de desbaste, al ser el material muy duro el disco se calienta por la fricción y no realiza el desbaste de una forma uniforme.

En el pulido del granito se adquirió herramienta especializada para pulir. Actualmente se lo realizaba con las mismas lijas que se pule el mármol. Esto presento una reducción en el tiempo y una mejora en la calidad del producto.

Bajo la hipótesis planteada de reducción de tiempos en la transformación de granito se observa que disminuyo un total de 41,8 min en la elaboración de cada lápida y 38 min en la elaboración de mesones.

Tabla 41: Pronostico de producción anual

Mes	Lápida Básica	Lápida Estándar	Lápida Premium	Lápida Estándar	Mesón	Total
Agosto	3	3	0	1	0	7
Septiembre	2	4	1	2	2	11
Octubre	5	6	2	1	2	16
Noviembre	1	1	0	1	1	4
Diciembre	2	3	1	1	0	7
Enero	5	6	0	2	2	15
Febrero	5	3	3	1	3	16
Marzo	5	4	-1	0	-1	8
Abril	4	-1	0	2	1	7
Mayo	4	8	2	1	1	16
Junio	4	4	1	2	3	13
Julio	3	2	2	1	1	9
Total Anual	44	44	11	15	16	130

Elaborado por: Autores

Se realizó un pronóstico para determinar la demanda anual en la elaboración de cada producto. El modelo de pronóstico es por regresión lineal simple en la hoja de cálculo de Excel. Lo cual permite mostrar las posibles ventas anuales.

Tabla 42: Ahorro de tiempo anual

Tipo de producto terminado	Total Agosto – Diciembre	Pronóstico anual	Tiempo optimizado por unidad (min)	Ahorro Anual por cada Producto (min)	Ahorro anual horas
Lápida Premium Mármol	4	11	40,12	441,32	7
Lápida Estándar Mármol	17	44	29,33	1290,52	22
Lápida estándar Granito	6	15	41,8	627	10
Mesón Granito	5	16	37,9	606,4	10
Lápida Básica Mármol	13	44	24,09	1059,96	18
Total	45	130	173	4025	67

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación de resultados

En base a las posibles ventas anuales de cada producto se puede estimar una reducción de tiempo considerable de 67 horas lo cual en días laborables es de 9 días.

11. IMPACTOS

Técnicos

En cuanto a métodos y técnicas de trabajo se puede apreciar una mejora notable al estandarizar los procesos y al tener un punto de comparación en cuanto a mejoras en los procesos productivos al implementar herramientas adecuadas para cada material. También es importante destacar que se tomó en cuenta el bienestar y la comodidad física y mental de los operadores en base a las condiciones y naturaleza del trabajo acorde con la Organización Internacional de Trabajo.

Económicos

Con la reducción de tiempo en la realización de las actividades productivas y en los tiempos muertos se puede tener una mejor planificación en la adquisición de los insumos y materiales. De esta manera se puede determinar la cantidad de tiempo necesaria y la cantidad de insumos para así evitar desperdicio de material y tiempo excesivo. Al optimizar en tiempos y movimientos se puede apreciar reducciones en los costos de producción e incrementar la productividad.

Ambientales

Al utilizar herramienta adecuada se puede aprovechar la mayor cantidad de mármol posible al evitar que este se rompa al momento de cortar piezas pequeñas. Además estos restos se pueden comercializar a diferentes talleres artesanales que se dedican a la elaboración de joyería y llaveros en mármol.

Sociales

Al reducir los tiempos de producción se incrementa la productividad y el taller es más competitivo por lo que es necesaria la contratación de más personal para que contribuya con el desarrollo del taller beneficiando a los habitantes del sector. Tomando en cuenta la naturaleza del trabajo se reduce el riesgo de contraer enfermedades profesionales.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 43: Presupuesto del proyecto

Presupuesto del proyecto				
N°	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total
1	Lijas velcro para granito	4	3	12
2	Acople para lijas velcro a amoladora	1	6	6
3	Disco de diamante	2	4	8
4	Disco para desbastar mármol	2	4	8
5	Disco de corte para mármol	2	4	8
6	Manguera de 1/4" para agua	10	0,25	2,5
7	Repisas	3	2	6
8	Escoba	2	2	4
9	Redistribución del taller	3	3	9
			Subtotal	63,5
			IVA 12%	7.62
			Total	71.12

Elaborado por: Autores

Análisis e interpretación

La investigación requiere de materiales y herramientas por lo que el estudio de optimización de procesos implica un costo económico para poder conseguir los resultados planteados. La inversión económica es de \$ 71,12 donde se ha incluido los materiales y herramientas necesarias para cumplir con los objetivos planteados.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ La redistribución de la maquinaria y mesas de trabajo en el taller optimiza traslados de materiales y recorrido de los operarios contribuyendo así al mejoramiento de los procesos productivos.
- ✓ El tiempo optimizado por producto en la transformación del mármol en la elaboración de lápida básica es de 24 min, lápida estándar 29 min y lápida Premium 40 min por otra parte para granito se optimizó para la elaboración de lápida básica 41 min y para la elaboración de mesones 38 min.
- ✓ La optimización en la elaboración de los productos que ofrece el taller varía en función de la producción ya que todos los trabajos son personalizados acorde a las exigencias de los clientes en el número de unidades producidas.

Recomendaciones

- ✓ Realizar la redistribución del taller en función de nuevos productos de acuerdo a la demanda para mejorar la calidad de los procesos operacionales.
- ✓ Para reducir tiempos en los procesos es necesario tomar en cuenta la naturaleza y condiciones del trabajo para no ejercer una carga física y mental del operario que a futuro podría provocar enfermedades profesionales, valorando así los suplementos de descanso y fatiga de una manera objetiva que contribuirá a un mejoramiento continuo de los procesos productivos.
- ✓ Para mantener tiempos bajos de producción es recomendable la realización de manuales de procedimiento para que así cualquier operario se adapte al ritmo de trabajo y lo realice de una manera correcta sin afectar la calidad del producto terminado.

14. BIBLIOGRAFÍA

ARQHYS. (2012), 12. *Componentes del mármol.com*. Obtenido

Bello Gonzáles, Rabel. (2000) *Algoritmos y Diagramas de Flujo*.

Fidias, A. (2012). *Metodología de la Investigación*.

García Criollo, Roberto. (2009) *Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos*, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.

Garcia Vanessa, P. V. (2009). Ingeniería de Métodos. En P. V. GARCIA Vanessa, *Ingeniería de Métodos* (pág. 89). Puerto Ordaz: Venezuela.

Gilberth. (1910). *Estudio de Tiempos y Movimientos*. Fairfield.

Granito, C. d. (2012). *Centro Tecnológico del Granito*. Pontevedra.

Hernandez, Fernandez, & Baptista. (1999). *Técnicas de investigación*.

Hodson, William K. Maynard (2009). *Manual del Ingeniero Industrial*, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.

Janania, A. C. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos*. Mexico: Limusa.

Mármoles, L. (2017). *Marmolería Gaona*. Italia.

Meyers, Fred E. (2002) *Estudio de tiempos y movimientos*, Editorial Pearson Educación de México

Niebel, B. (2009). *Métodos, Estándares Y Diseño Del Trabajo*. Mexico: Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.

OIT. (2010). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra.

Rosario, F. (2000). *Metodología de la investigación*.

Salazar López, B. (2016). *Ingenieriaindustrialonline.com*. Colombia.

15. ANEXOS

ANEXOS

Matriz de toma de datos

ACTIVIDAD	MATERIAL	FECHA	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
Corte plancha	MARMOL	4/4/2017	5	Disco nuevo
Diseño de texto	MARMOL	4/4/2017	50	
Instalacion del vidrio	MARMOL	5/4/2017	20	Broca de hierro
Pulido con lija N° 80	MARMOL	5/4/2017	17	
Pegado de complementos	MARMOL	5/4/2017	12	Jardinera o casa de marmol
Uniformidad en el corte	MARMOL	5/4/2017	10	Disco de corte
Revision de especificaciones	MARMOL	5/4/2017	9	
Ensamble de piezas	MARMOL	5/4/2017	8	
Desvaste de imperfecciones	MARMOL	5/4/2017	12	Disco de corte
Secado de piezas	MARMOL	5/4/2017	4	Depende de mezcla de resina
Corte	MARMOL	10/4/2017	9	
Pulido con lija N°220	MARMOL	10/4/2017	7	
Trazado	MARMOL	10/4/2017	6	Lapiz
Corte de plancha para lapida	GRANITO	10/4/2017	8	
Gravado de letras	GRANITO	10/4/2017	5	
Brillado	GRANITO	10/4/2017	4	
Pulido con lija N°400	GRANITO	10/4/2017	5	
Instalacion del vidrio	GRANITO	15/4/2017	20	Broca de cemento
Pulido con lija N° 80	GRANITO	15/4/2017	17	
Pegado de complementos	GRANITO	15/4/2017	7	Jardinera o casa de marmol
Pulido con lija N°220	GRANITO	15/4/2017	9	
Trazado	GRANITO	15/4/2017	6	Corrector
Instalacion del vidrio	GRANITO	15/4/2017	17	
Pulido con lija N° 80	GRANITO	15/4/2017	15	
Inspeccion de lapida	GRANITO	15/4/2017	3	
Pintado de lapida	GRANITO	15/4/2017	5	con soplete
Pulido con lija N° 30	MARMOL	17/4/2017	6	
Corte	MARMOL	17/4/2017	13	
Pegado de complementos	MARMOL	17/4/2017	6	Jardinera o casa de marmol
Revision de especificaciones	MARMOL	17/4/2017	8	
Trazado	MARMOL	17/4/2017	8	Esfero
Pulido con lija N°220	MARMOL	17/4/2017	9	
Secado de piezas	MARMOL	17/4/2017	6	
Uniformidad en el corte	MARMOL	17/4/2017	10	Disco de corte
Gravado de letras	MARMOL	17/4/2017	7	
Brillado	MARMOL	19/4/2017	4	
Corte de plancha para lapida	MARMOL	19/4/2017	9	
Pulido con lija N°400	MARMOL	19/4/2017	7	Rapido deterioro
Inspeccion de lapida	MARMOL	19/4/2017	5	
Pintado de lapida	MARMOL	19/4/2017	8	
Almacenamiento	GRANITO	19/4/2017	3	
Pulido con lija N° 2200	GRANITO	19/4/2017	5	Rapido deterioro
Ensamble de piezas	GRANITO	19/4/2017	10	
Corte	GRANITO	19/4/2017	12	
Pegado de complementos	GRANITO	20/4/2017	8	
Revision de especificaciones	GRANITO	20/4/2017	7	
Trazado	GRANITO	20/4/2017	10	Corrector
Inspeccion de lapida	GRANITO	20/4/2017	4	
Pintado de lapida	GRANITO	20/4/2017	7	
Pulido con lija N° 80	GRANITO	20/4/2017	8	No se deteriora
Almacenamiento	GRANITO	20/4/2017	4	
Desvaste de imperfecciones	GRANITO	20/4/2017	16	Disco de corte
Pulido con lija N° 30	GRANITO	20/4/2017	9	
Ensamble de piezas	GRANITO	20/4/2017	7	
Trazado	MARMOL	25/4/2017	9	
Pulido con lija N°220	MARMOL	25/4/2017	9	Rapido deterioro
Secado de piezas	MARMOL	25/4/2017	4	
Uniformidad en el corte	MARMOL	25/4/2017	9	Disco de corte
Gravado de letras	MARMOL	25/4/2017	4	

Elaborado por: Autores

Matriz Hombre-Maquina

Tema de diagrama:	Hombre-Maquina		Diagrama No:	
Dibujo núm.:			Diagrama del método:	
Comienzo del diagrama:	Corte de mármol y granito		Diagramado por:	
Termino del diagrama:	Operación		Tipo:	
Descripción de la actividad	Operador (tpo.min)	Maquina 1	Maquina 2	
Revisar la maquina núm. 1	1			
Regresar a la mesa de la maquina núm. 1	0,5			
Aflojar y alzar las seguridades (maquina num. 1)	1,5			
Regresar el disco y ajustar los seguros de la maquina núm. 1	2			
Arrancar la maquina num.1	1			
Avanzar la mesa y operar el disco de la maquina num.1	3			
Caminar hacia la maquina num 2	2			
Revisar la maquina num 2	1			
Retornar el disco de la maquina num 2	1			
Aflojar y alzar las seguridades de la maquina núm. 2	1,5			
Revisar el disco de la maquina num 2	0,5			
Poner en marcha la maquina núm. 2	1			
Avanzar la mesa y operar la alimentacion de la maquina num.2	3			
Caminar a la maquina num. 1	2			
Tiempo ocioso por ciclo:	0	Minutos ociosas maquina num.1:	6,5	
Tiempo de hombres trabajando por ciclo:	21	Minutos productivas de la maquina num.1:	14,5	
Horas hombre por ciclo:	21	Tiempo de ciclo de la maquina num.1	21	
		Minutos ociosas maquina num.2:	8	
		Minutos productivas de la maquina num.2:	11	
		Tiempo de ciclo de la maquina num.2:	21	

Elaborado por: Autores

Herramientas para corte de granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Herramienta para cortar granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Herramientas para pulir mármol y granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Herramientas para pulir mármol y granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Revestimiento en granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Ensamble de piezas de granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Revestimiento en mármol



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Situación actual de distribución del taller



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Situación actual de distribución del taller



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Propuestas de mejora para corte de mármol



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Propuestas de mejora para corte de mármol



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Disco para cortar y pulir marmol



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Redistribución de mesas de trabajo y maquinaria



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Lijas para pulir mármol



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Lijas para pulir granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Lijas para pulir granito



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Soporte de lijas para pulir



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Mejora en calidad de productos



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Mejora en calidad de productos



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores

Mejora en calidad de productos



Elaborado por: Fotografías tomada por los autores