

Marco Felipe Flores Santos

PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO TOTAL
PRODUCTIVO (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), MEDIANTE LA
TÉCNICA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, A LA LÍNEA
PROCESADORA DE MÁRMOL PARA PISOS Y BALDOSAS EN EMPRESA
MÁRMOLES VELASCO DE GUATEMALA, SAN CRISTÓBAL
ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril 2022.

INFORME FINAL DE GRADUACIÓN.

PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO TOTAL
PRODUCTIVO (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), MEDIANTE LA
TÉCNICA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, A LA LÍNEA
PROCESADORA DE MÁRMOL PARA PISOS Y BALDOSAS EN EMPRESA
MÁRMOLES VELASCO DE GUATEMALA, SAN CRISTÓBAL
ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Marco Felipe Flores Santos

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022.

Informe Final De Graduación.

PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO TOTAL
PRODUCTIVO (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), MEDIANTE LA
TÉCNICA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, A LA LÍNEA
PROCESADORA DE MÁRMOL PARA PISOS Y BALDOSAS EN EMPRESA
MÁRMOLES VELASCO DE GUATEMALA, SAN CRISTÓBAL
ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022.

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con
énfasis en Recursos Naturales
Renovables.

Prólogo

La inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso. ha provocado la disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas., por tal razón la investigación “Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.” se presenta para la solución del problema.

Tomando y considerando los puntos clave en la determinación de las posibles, que enmarcan las condiciones causantes de retrasos, disminución de los rendimientos y cualquiera otra causa de objeto dentro de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Es determinante la aplicación e implementación de métodos para la reducción de incidencias y eventos para que se hagan eficiente los procesos y aumenten la productividad siempre en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en base al mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

La razón académica de esta investigación es un requisito previo a obtener el título universitario en ingeniería industrial con énfasis en recursos naturales renovables, en el grado académico de ingeniería, de acuerdo a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Presentación

Este estudio contiene un “Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso”, las actividades de investigación se realizaron durante los meses de junio a octubre del año dos mil veinte por el estudiante de la carrera de ingeniería industrial con énfasis en recursos naturales renovables de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito previo para optar al grado académico de ingeniero industrial de conformidad a los estatutos de esa casa de estudio.

En dicha investigación se determinó la Inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso., lo que provoca la disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

En el estudio y determinación de la Inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, es determinante la aplicación de asesorías para la debida implementación.

Como medio de solución al problema se hizo un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Índice general

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1.	Planteamiento del problema	2
I.2.	Hipótesis:	3
I.3.	objetivos.....	3
I.3.1.	Fin u objeto general	3
I.3.2.	Objetivo específico.....	3
I.4.	Justificación.....	4
I.5.	Metodología.....	5
I.5.1.	Métodos	5
I.5.2.	Técnicas	8
II.	MARCO TEÓRICO	9
II.1.	Mármol.	9
II.1.1.	Materia prima.	11
II.1.2.	Clasificación del mármol.....	12
II.2.	Baldosas.....	18
II.3.	Procesamiento de mármol para pisos y baldosas.....	21
II.3.1.	El procesamiento de mármol para pisos y baldosas de empresa mármoles Velasco de Guatemala:	21
II.3.2.	Maquinaria para el procesamiento de pisos y baldosas.....	28

II.4.	Indicadores de la disminución del rendimiento productivo en procesamiento de mármol para pisos y baldosas.....	36
II.4.1.	Indicadores.....	36
II.4.2.	Indicadores para determinar la disminución del rendimiento.	37
II.5.	Fallas.....	39
II.6.	Fallas mecánicas.	40
II.7.	Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.	41
II.7.1.	Fallas por desperfecto en platos de pulido motorizado.	41
II.7.2.	Fallas por desperfectos en los abrasivos para el pulido.....	41
II.7.3.	Fallas por fajas dentadas de los motores.	42
II.7.4.	Fallas por desperfectos en faja transportadora de placas.....	42
II.7.5.	Fallas por desperfectos en sistemas neumáticos.....	43
II.8.	Indicadores de Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol y baldosas.	44
II.8.1.	Indicadores de fallas.	44
II.9.	Mantenimiento.....	46
II.9.1.	Mantenimiento industrial.....	48
II.9.2.	Tipos de mantenimiento.	48
II.10.	Mantenimiento Productivo Total.....	49
II.11.	Mantenimiento Autónomo.....	53
II.11.1.	Metodología 5S.....	55
II.12.	Plan para implementación de mantenimiento Autónomo.....	57

II.13.	Mantenimiento autónomo a línea de procesamiento de mármol y baldosas.	58
III.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	63
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	75
IV.1.	Conclusiones:.....	75
IV.2.	Recomendaciones.	77
	Bibliografía	
	Anexos	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
Cuadro 1	Especificación de los diámetros para pisos y baldosas.....	20
Cuadro 2	Especificación de la maquinaria procesadora de mármol para pisos y baldosas.....	29
Cuadro 3	Abrasivos utilizados en la maquinaria Procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa mármoles Velasco de Guatemala S.A.....	35
Cuadro 4	Ficha de Proceso de línea procesadora.....	38
Cuadro 5	Pasos para la realización del mantenimiento total productivo.....	52
Cuadro 6	Recomendación del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM).....	54
Cuadro 7	Abrasivos para pulido según grano o calibre.....	61
Cuadro 8	Existencia requerida de repuestos para Implementación de mantenimiento autónomo en línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.....	62
Cuadro 9	Existe disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa..	65
Cuadro 10	Porcentajes Qué considera representan la baja en el rendimiento en la línea de producción.....	66
Cuadro11	Existencia de fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	67
Cuadro 12	Tiempo en que existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.	68

Cuadro 13	Cantidad en que se han incrementado las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa en el último año.....	69
Cuadro 14	Se realiza mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	70
Cuadro 15	Uso de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo, mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	71
Cuadro 16	Considera que es necesario implementar el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	72
Cuadro 17	La falta de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa.....	73
Cuadro 18	Realización de capacitaciones sobre mantenimiento a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.....	74

Índice de graficas

No.	Contenido	Página
Grafica 1	Existe disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.....	65
Grafica 2	Porcentajes Qué considera representan la baja en el rendimiento en la línea de producción.....	66
Grafica 3	Existencia de fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	67
Grafica 4	Tiempo en que existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.....	68
Grafica 5	Cantidad en que se han incrementado las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa en el último año.....	69
Grafica 6	Se realiza mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	70
Grafica 7	Uso de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo, mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	71
Grafica 8	Considera que es necesario implementar el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.....	72
Grafica 9	La falta de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa.....	73
Grafica 10	Realización de capacitaciones sobre mantenimiento a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.....	74

Índice de figuras

No.		Página
Contenido		
Figura 1.	Cantera Principal Extracción de Mármoles Velazco S.A.....	10
Figura 2.	Bloques de mármol.....	11
Figura 3.	Cebrano.....	13
Figura 4.	Premium Venato.....	14
Figura 5.	Mar Blanco.....	14
Figura 6.	Venato.....	15
Figura 7.	Galaxy.....	15
Figura 8.	Premium.....	16
Figura 9.	Siberian Tiger.....	16
Figura 10.	Verde.....	17
Figura 11.	Verde Tikal.....	17
Figura 12.	Gris.....	18
Figura 13.	Baldosa.....	19
Figura 14.	Flujograma del procesamiento.....	22
Figura 15.	Selección de bloque.....	24
Figura 16.	Colocación del bloque en área de corte.....	24
Figura 17.	Maquinaria de corte en duelas, placas o láminas de mármol.....	25
Figura 18.	Inicio del Proceso del pulido.....	26
Figura 19.	Escuadradoras De duelas o placas.....	27
Figura 20.	Maquinaria procesadora de mármol para pisos y baldosas.....	30
Figura 21.	Alimentación de la maquinaria pulidora de mármol.....	30
Figura 22.	Primera sección de pulidora Bacci.....	31
Figura 23.	Segunda sección de pulidora Bacci.....	32
Figura 24.	Tercera sección de pulidora Bacci.....	33
Figura 25.	Cuarta sección de pulidora Bacci.....	34

Figura 26.	Faja transportadora de placas.....	42
Figura 27.	Válvula en mal estado.....	43
Figura 28.	El mantenimiento total productivo.....	50
Figura 29.	Descripción de la metodología de las 5 “s”.....	56
Figura 30.	Cojinetes o rodamientos.....	59
Figura 31.	Abrasivos.....	60

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los requerimientos al programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de ingeniero industrial, se lleva a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática de la disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, y cumplir con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, contribuyendo a cumplir con aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

De acuerdo con la investigación realizada se llega a la determinación que con la aplicación del presente plan se obtendrá la eficiencia y eficacia necesaria para que la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa Mármoles Velasco de Guatemala, obtenga los rendimientos bajo estándares según la productividad trabajo/máquina.

El cuerpo del informe consta de cuatro capítulos identificados con números romanos. En el capítulo uno (I) contiene: introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específicos) metodología (métodos y técnicas).

El capítulo dos (II) está formado por el marco teórico.

En el capítulo tres (III) incluye comprobación de la hipótesis en la cual se muestran cuadros y graficas derivados del vaciado de las boletas para comprobar las variables dependientes e independientes.

En el capítulo cuatro (IV) está conformado por las conclusiones y recomendaciones.

I.1 Planteamiento del problema

El presente plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, es debido a la necesidad de cumplir con los rendimientos de producción en la línea requeridos anualmente que se propone dicha empresa año con año.

La problemática se identifica en el momento de operación justamente cuando se presentan las fallas o parada por desperfectos, los cuales se ven reflejados en la calidad del producto terminado ya que no cumple con la calidad necesaria para ser considerado de calidad, presentando ciertas condiciones entre las cuales la falta del pulido adecuado y marcas generadas por fallas en el proceso no lo permiten. Ya que para ser considerado producto de calidad debe cumplir con ciertos grados de pulido y estar libre de cualquier marca, ósea debe presentarse con características de buen pulido y alisado de las superficies.

Debido a las Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, no se han logrado cumplir en su totalidad los rendimientos de producción en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa mármoles Velasco de Guatemala.

En virtud de la problemática anterior resulta indispensable la creación de un plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

I.2 Hipótesis:

Para la determinación de la hipótesis se consideraron los lineamientos establecidos en la universidad Rural de Guatemala, evaluando y considerando los sistemas productivos la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa mármoles Velasco de Guatemala, por ello queda de la siguiente manera:

“La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo”.

¿Es la inexistencia de plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo causante de disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas por Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso?

I.3 objetivos

I.3.1. Objeto general

Aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

I.3.2. Objetivo específico

Reducir fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

I.4 Justificación

Mármoles Velasco de Guatemala S.A., se encuentra ubicada en Aldea El Manzanal del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, con acceso en el kilómetro 103.6 carretera CA-9. La cual se dedica al procesamiento de mármol, de los que se obtienen productos del mármol como: laminados, pisos y baldosas.

Pero se han encontrado con problemas en los rendimientos en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, debido a Fallas mecánicas en la línea dando como resultado disminución del rendimiento, los cuales son de vital importancia para la empresa ya que se depende de sus rendimientos.

Para determinar lo que debemos hacer para solucionar los problemas encontrados evaluamos las posibles causas y efectos que nos llevan a determinar las inconsistencias dentro de los rendimientos y los procesos, y de la misma forma determinar los métodos a aplicar y conformar así el plan adecuado para contrarrestar las condiciones y así eliminar las causas y evitar la disminución de los rendimientos fortaleciendo los conocimientos de los involucrados y la empresa, ya que quedaran establecidos los procesos junto a él plan de mantenimiento de forma autónoma.

Hoy en día no contar con un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, genera problemas en la línea y no permite con el cumplimiento de las metas.

De tal manera de que no se cuente con un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas no se logra cumplir dichos rendimientos.

I.5. Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1. Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

I.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, a cuyo efecto, se observaron los rendimientos obtenidos en dicha línea; así como algunas fallas que afectan directa e indirecta a la misma, generando incumplimiento en las metas y retrasos en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.
- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya con una visión más clara sobre la problemática de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa citada, con la utilización del métodos deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo”.

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

I.5.1.2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.
- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 19 personas que laboraban en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa citada; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó **el método de estadístico y el método de análisis**, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

II. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación se basa en conceptos y definiciones relacionados con el plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, con el objetivo de desarrollar el presente capítulo se realizaron consultas bibliográficas de diversos autores y medios de información escritos. Todo esto permite sustentar las definiciones conceptuales.

II.1. Mármol.

Según GEORGINA CAMPOS (CAMPOS, 2021) El mármol “son rocas sedimentarias carbonatadas (principalmente calizas) que por un proceso de metamorfosis han alcanzado un alto grado de cristalización. Sin embargo, esta denominación se ha extendido a otras rocas semicristalinas, con o sin carbonato cálcico, que admiten el pulimento adquiriendo cierto brillo, como los “mármoles” verdes, que consisten en serpentinas con un contenido nulo de carbonato cálcico, o los travertinos que son rocas calizas sedimentarias y no metamórficas, y algún tipo de calizas. Pueden dividirse en blancos, que son los más puros, y coloreados”.

El mármol es la materia prima de la que se derivan productos entre los que se destacan los pisos y baldosas.

Uso del mármol

Según Laura (laura, 2016) El uso del mármol “Desde tiempos remotos es empleado para la construcción y el arte. Desde pequeñas piezas utilitarias y/o decorativas hasta grandes esculturas se han tallado con él. Hay rocas de diversos colores, granos y texturas: uniformes, jaspeadas (salpicadas) o veteadas (tramas rectas), cada cual más o menos funcional en determinados campos. En la actualidad se aprovecha para el recubrimiento de paredes en interiores y exteriores, denotando

belleza y durabilidad. Es de fácil limpieza. Hospitales y otros servicios médicos optan por el mármol porque favorece la asepsia, la ausencia de gérmenes”.

Canteras:

Según Gramablack (GRUPO GRASA, 2019) Las canteras “suelen ser de tamaño reducido, aunque unidas todas ellas representarían, probablemente, el mayor volumen de la minería a nivel mundial. A diferencia de otras explotaciones mineras, los productos obtenidos en las canteras, no se someten a concentración. Las principales rocas extraídas son: mármoles, granitos, calizas, travertinos y pizarras”.

Figura 1. Cantera principal extracción de Mármoles Velazco S.A.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

Las canteras “abastecen para el procesamiento en la planta y permite la producción de pisos y baldosas para ello se debe considerar a las canteras como las proveedoras de la materia prima”.

II.1.1. Materia prima.

La materia prima para la elaboración de los pisos y baldosas en este caso es el mármol, el cual es extraído y procesados para la fabricación de los mismos.

Según Carlos Luis Robles Román (Román, 2012) la materia prima “es la que representa el elemento de mayor importancia dentro del costo, ya que es la esencia del producto que se pretende producir como final o de consumo, y la que da vida a las empresas industriales” (P.40).

Figura 2. Bloques de mármol.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

II.1.2. Clasificación del mármol.

Según Laura (laura, 2016) El mármol “Está compuesto principalmente por carbonato cálcico (CO_3Ca), lo que define el color blanco, pero sus matices y características físicas son el resultado de la intrusión de algunos componentes, llamados también impurezas: silicatos magnésicos, mica, cuarzo, clorita, óxido de hierro, inclusive piedras preciosas como el granate”.

Según Laura (laura, 2016) La dureza del mármol “es de 3 a 4 en la escala de Mohs. Lo raya el acero y todo aquel material que tenga igual o mayor dureza, lo que explica que, sometido a un sencillo proceso de abrasión, y sin necesidad de aditivos químicos, este mineral alcanza gran brillo. Cortado en finas láminas es traslúcido o transparente. Es susceptible a los ácidos”.

La clasificación “se simplifica en sus matices y colores que caracterizan a cada tipo de mármol y cada uno de los colores también se enfatiza en el grado de dureza que contiene y sus matices son por enlaces de otros materiales que naturalmente se han adherido en el mármol”.

“Esta debe cumplir con ciertos requerimientos de los caracterizará con matices y características las cuales satisfagan los requerimientos. En la planta procesadora de mármol para pisos y baldosas se selección la materia prima con las características con las cuales se logre cumplir con lo demandado”.

Algunas clases de mármol según sus matices en color:

En Guatemala específicamente en la empresa mármoles Velasco S.A. Marveg S.A. se encuentran los siguientes.

- **Cebrano:**

Por sus matices de color vinculado con las cebras, con líneas que lo caracterizan con el nombre y se encuentra en escalas con grises y negros con blanco, es uno de los más frecuentes según la forma en que se maquile el bloque.

Se puede obtener de un bloque que contenga lineados de materiales claros y grises del cual suelen obtenerse acabados como cebrano y Siberian Tiger y en las partes más claras obtenerse Venato y premium.

Figura 3. Cebrano.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Premium Venato

Una presentación de mármol premium con pocos matices de Venato de allí el nombre.

Figura 4. Premium Venato.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Mar blanco

Su nombre identificado en los oleajes marinos este se da cuando la roca tiene muchas variaciones de materiales que le dan o permiten que la vista sea con esa apariencia.

Figura 5. Mar blanco.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Venato

Su origen de matices las cuales corresponden a venas de otras combinaciones de mármol semioscuros son residuos de otros materiales que se solidificaron dentro del mármol, dando esta vista que es muy atrayente para pisos y baldosas.

Figura 6. Venato.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Galaxy

Su similitud a costelaciones galácticas da origen a su nombre. El contenido de muchas variaciones de grises y negros con una expectativa de puntillismo que genera esta vista al pulirlo.

Figura 7. Galaxy.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Premium

Se denomina premium por ser escaso de matices grises o negras.

La carencia o ausencia de otros materiales que le den matices cercanos al Venato y al cebrano son las que mas se asimilan a un nevado o un blanco liso.

Figura 8. Premium.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Siberian Tiger

Sus matices se identifican con la similitud a los tigres siberianos.

Figura 9. Siberian Tiger.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Verde

Verde por su color, aunque si al realizar el corte se ven muchas líneas de calizas se convierte en verde Tikal.

Figura 10. Verde.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Verde Tikal

Verde más claro que el verde liso y con mucho mas lineado en sus detalles por distinción.

Figura 11. Verde Tikal.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Gris

Su color lo identifica y suele contener lineados de grises más claros o blancos.

Figura 12. Gris.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

II.2. Baldosas.

Las baldosas se caracterizan por ser piezas de mármol colocadas en fachadas, pisos y lapidas, con lo que se logra crear ambientes más estéticos y representativos uniformes.

Pisos y baldosas “son considerados como productos con alta demanda, de acuerdo con las capacidades de la maquinaria, su rendimiento estándar en óptimas condiciones se posiciona en 115 metros cuadrados por día, también se elaboran piezas requeridas para lapidas las cuales también son procesadas en la misma maquinaria ya que las medidas están dentro de los parámetros aceptado por la misma”.

Según Laura (laura, 2016) La baldosa “es considerada un material de revestimiento desde épocas antiguas. Es un producto elaborado con arcillas naturales, componentes minerales y diversos aditivos. Todos los elementos se someten a un

proceso de modelado para darle forma, luego se aplican métodos de secado, barnizado y decoración.

Según Laura (laura, 2016) “En principio la baldosa era seca, con poros apreciables. Paulatinamente, fueron modernizándose las técnicas de elaboración. Se obtuvo para finales del siglo XX una baldosa con muy poca porosidad y absorción de agua”.

Las baldosas de mármol como tales en esta investigación consisten en ser segmentos de mármol el cual es procesado directamente en la planta y para ello se detallan las medidas aceptables para dicha maquinaria en el cuadro 1. **(Especificación de los diámetros para pisos y baldosas).**

Las baldosas “son el producto final de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, ya pulido y lustrado listo para su colocación, se caracteriza por ser de largo libre con un espesor de entre 1 y 5 centímetros, con un ancho que va de 10 a 40 centímetros dependiendo de la demanda”.

Figura 13. Baldosa.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

El espesor de las piezas, “duelas o placas son determinantes del tipo de producto que se elabora y caracteriza también la durabilidad del mismo. El espesor de las placas se logra al calibrar la maquinaria a que los motores bajen y generen desgaste a las placas con el fin de lograr las medidas requeridas, ya se cuenta con parámetros en los que se determina la proximidad a las medidas estandarizadas”.

Cuadro 1. Especificación de los diámetros para pisos y baldosas

Presentaciones de los pisos y baldosas (medidas expresadas en centímetros)						
Ancho	Largo	Espesor				
40	L1	1	2	3	4	5
40	60	1	2	3	4	5
40	40	1	2	3	4	5
30	L1	1	2	3	4	5
30	30	1	2	3	4	5
20	L1	1	2	3	4	5
20	20	1	2	3	4	5
Abreviatura: L1= largo libre, A=ancho, L= largo, E= espesor						

Fuente: Flores, M., octubre 2020.

II.3. Procesamiento de mármol para pisos y baldosas.

El procesamiento de mármol para pisos y baldosas en mármoles Velasco consta de pasos para la producción que se determinan como las actividades de los procesos.

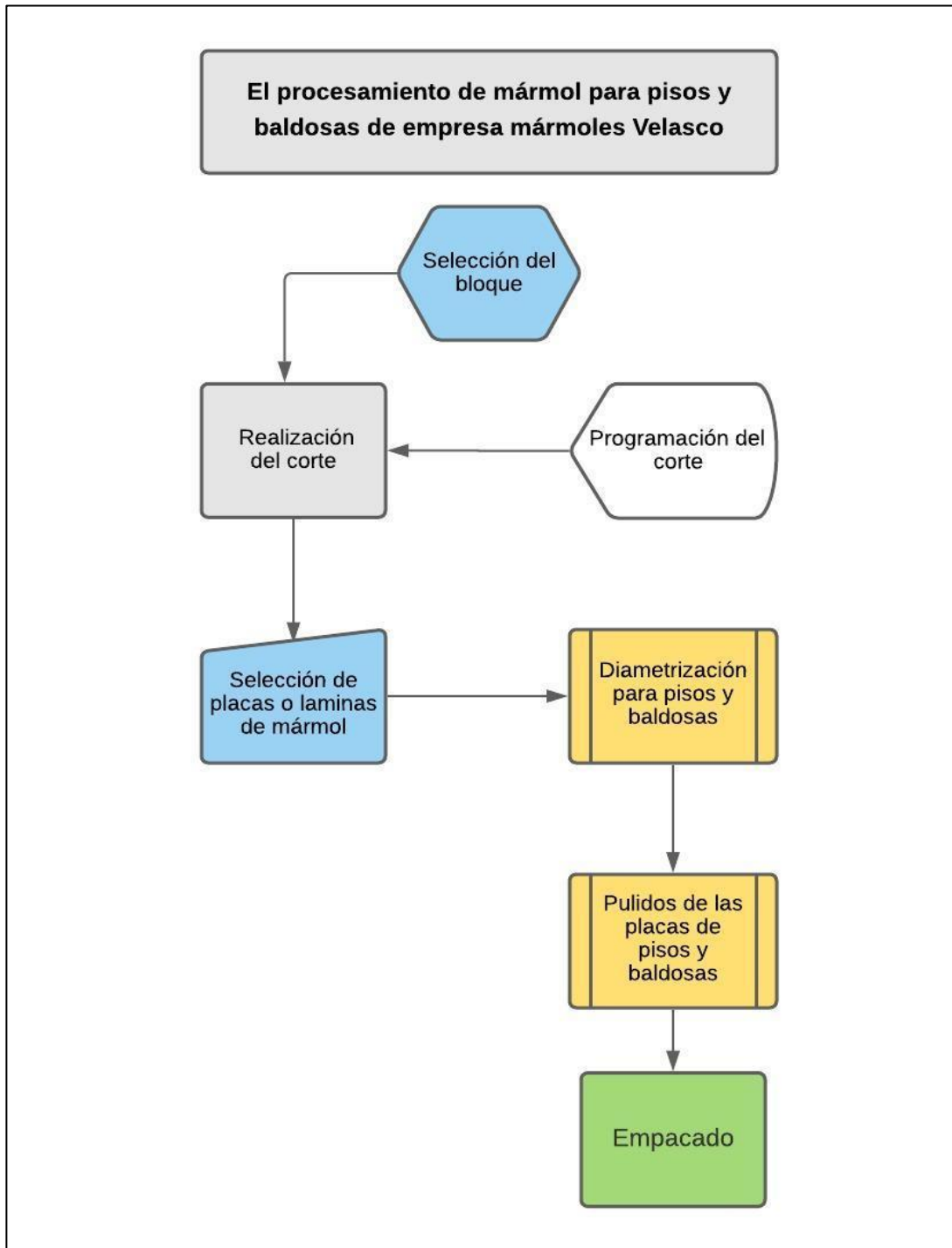
Según Lluís Cuatrecasas (Cuatrecasas, 2017) La producción “es básicamente, una actividad económica. Cualquier actividad que proporcione un valor, susceptible de cubrir necesidades manifestadas por los posibles consumidores, se considera actividad de producir y, por tanto, justifica la existencia misma de la empresa”. (PN)

Según José Manuel Pardo Álvarez (Álvarez, 2017) Las actividades de los procesos “están interrelacionadas, no son independientes, sino que están vinculadas unas a otras, y son repetitivas, pues cada vez que se dispara el proceso se pone en marcha esa secuencia de actividades”. (P18)

II.3.1. Detalles del procesamiento de mármol para pisos y baldosas:

Luego de la extracción en la cantera le mármol en cubos es transportado a la planta para ser talado.

Figura 14. Flujograma de procesamiento de mármol para pisos y baldosas.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial Online, 2019)Un proceso “es comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. Desde una perspectiva general se entiende que el devenir de un proceso implica una evolución en el estado del elemento sobre el que se está aplicando el mismo hasta que este desarrollo llega a su conclusión”.

El procesamiento “en este caso es el conjunto de actividades que se realizaran para obtener como resultado piezas de mármol con calidad, las cuales deben mostrar características en las que se pueda apreciar el lado finamente pulido, con cortes estándar y simétricos”. Para ello el procesamiento de mármol para pisos y baldosas consiste en la realización de los pasos siguientes:

- Selección del bloque:

Se selecciona el bloque de mármol que cumpla con las características requeridas por los clientes y de acuerdo a sus matices en colores y para ser trasladado al área de corte en plaquetas, se monta en el carro utilizando un montacargas y se asegura con piezas de madera las cuales ayudan a fijar el bloque en el carro y mantenerlo fijo durante el corte.

Con la colocación correcta de los bloques se obtienen diseños únicos al momento de talar el mármol, ya que de eso depende la obtención de vistas fenomenales al momento de pulir las placas.

Figura 15. Selección de bloque.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

Figura 16. Colocación del bloque en área de corte.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Programación y realización del corte.

“Esta es realizada por medio de la maquinaria para laminación de corte vertical y horizontal llamada Pedrinni L.P.N. de la que se obtienen placas de mármol con las coordenadas adecuadas para cumplir con las medidas tomando en cuenta que la medida máxima debe ser cuarenta centímetros de ancho, y el largo que el bloque posea para que luego sea divididas en piezas con los diámetros de pisos y baldosas, mostrados en cuadro anterior (Cuadro 1. Especificación de los diámetros para pisos y baldosas) en estado rustico y con marcas que luego se pulirán”.

La laminación es lenta, pero es basta a abastecer la maquinaria que realiza el pulido de las placas.

Figura 17. Maquinaria de corte en duelas, placas o láminas de mármol.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- El corte o el pulido

“Son realizados con discos diamantados y abrasivos los cuales utilizan un flujo de agua constante y uniforme para que el proceso se realice con más seguridad y así evitar la pérdida de los abrasivos tanto como los diamantados”.

Para pisos y baldosas el corte es realizado con discos diamantados los cuales permiten en su corte vertical hacer cortes no tan profundos a medida de realizar dos a tres sumersiones del diamante para obtener el diámetro vertical, mientras que el corte horizontal se hace con un disco más pequeño siempre diamantado y todo con el flujo continuo de agua la cual ayuda a que los cortes se hagan con mayor precisión y rapidez evitando el daño a los diamantados y prolongando su vida útil.

Figura 18. Inicio del proceso de pulido.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Selección de duela, placas o laminas.

Se seleccionan las placas con los matices requeridos, esto permite saber cuál será el lado del mármol que será pulido, permitirá garantizar la similitud en presentación y por lo mismo la calidad del producto final.

- Diametrización para pisos y baldosas.

Se procede a escuadrar y a dar el diámetro requerido para los pisos y baldosa, los cuales se preparan para el proceso de pulido. Las placas son escuadradas para poder iniciar el proceso de pulidos, cuando se cumple con la diametrización de los requerimientos según demanda se procede a realizarlo.

Figura 19. Escuadradoras de duelas o placas.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Pulido de pisos y baldosas.

Este proceso es llevado a cabo en la maquinaria para pulido denominada Bacci, la cual es capaz de procesar hasta 115 metros cuadrados de pisos y baldosas diariamente y se encarga de rectificar, nivelar espesores de los materiales los cuales en este caso serían piezas de mármol, con la finalidad de afinar el lado que será exteriormente utilizado o expuesto siendo este piso o baldosa, el resultado de este proceso es el producto final y listo para ser empacado.

- Empacado y almacenado.

Las piezas ya pulidas y lustradas son empacadas en cajuelas de madera las cuales cuentan con las características necesarias para resguardar la integridad y calidad del producto final y permitir así su transporte y segura entrega al adquirente.

II.3.2 Maquinaria para el procesamiento de pisos y baldosas.




En la planta procesadora de mármol, en el área de pulido se encuentra la Maquinaria para el procesamiento de pisos y baldosas, Bacci es la maquinaria mostrada en la figura (Figura 5. Maquinaria procesadora de mármol para pisos y baldosas), que se encarga de procesar el mármol ya cortado en placas.

La maquinaria Bacci está compuesta por cuatro secciones de pulidos, las cuales realizan una notable tarea sobre las duelas o placa de mármol.

Ocupa un área de 480 metros cuadrados.

Completamente operativa la maquinaria es capaz de procesar 115 metros cuadrados de pisos y baldosas en un turno normal, esta también es utilizada para pulir piezas para lapidas entre otros.

Cuadro 2. Especificaciones de la maquinaria procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Especificaciones de la maquinaria procesadora de mármol para pisos y baldosas		
Sección.	Motores.	Ilustración
Alimentadoras	1	
1	4	
2	3	
3	8	
4	8	
escuadradora	1	

Fuente: Flores, M., octubre 2020.

Figura 20. Maquinaria procesadora de mármol para pisos y baldosas.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

Figura 21. Alimentación de la maquinaria pulidora de mármol.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Primera sección de la pulidora Bacci:

Consta de cuatro motores eléctricos que se encargan de para calibrar las duelas o placas a la medida requerida en espesor. Cada motor consta de un grano de diamante de mayor a menor calibre lo que funciona para el desgaste de las piezas y así poder eliminar todas aquellas marcas superficiales para que se lleve el pulido adecuado en las siguientes secciones.

Los motores tienen sujeto en el extremo un plato con abrasivos diamantados que hace contacto con las piezas, duelas o placas de mármol, estas ayudan a rectificar la parte a pulir de cada pieza y así permitir que estas adquieran un grado más de intensificación del pulido en cada sección.

Figura 22. Primera sección de pulidora Bacci.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Segunda sección de pulidora Bacci:

Consta de tres motores eléctricos, en los cuales se sujetan platos que contienen abrasivos de menor calibre que el diamante de la sección anterior, estos sirven para desvanecer las pequeñas marcas que deja el diamante, con esta sección se elimina por completo el exceso de espesor que pueda contener cada placa.

En esta sección reciben la primera fase del pulido para alizar el lado a exponer de las piezas, duelas o placas, preparando las mismas para las siguientes secciones de pulidos.

Figura 23. Segunda sección de pulidora Bacci.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Tercera sección de pulidora Bacci:

Consta de ocho motores eléctricos, con platos que contienen abrasivos de afinamiento esta sección de pulido es para eliminar marcas y cualquier imperfección que pueda encontrarse en la parte pulida de las placas, lo que quiere decir que esta sección es la que afina las placas de mármol e inicia la fase de lustrados de las misma. Cada motor con abrasivos de menor calibre, realizando el pulido cada vez más fino.

La fase de pulido en esta sección complementa el alisado de las piezas, duelas o placas las cuales se encuentra casi listas para salir y empacar para exportar.

Figura 24. Tercera sección de pulidora Bacci.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

- Cuarta sección de pulidora Bacci:

“Cuenta con ocho motores con abrasivos para el brillo de las placas, se utiliza para dar el brillo a las placas de mármol por medio de los diferentes abrasivos que se le colocan a cada motor. Es la parte de salida de la Maquinaria para el procesamiento de pisos y baldosas, ya como producto terminado y listo para ser empacado”.

Esta sección culmina el proceso del pulido ya que las piezas, duelas o placas salen ya lustradas y listas para ser empacadas, aunque al final de esta sección es donde se reciben las piezas, duelas o placas de mármol ya procesadas, también es el punto donde se clasifica la calidad del producto resultante.

Figura 25. Cuarta sección de pulidora Bacci.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

En cada una de las secciones de la maquinaria para el pulido de mármol para pisos y baldosas se utilizan abrasivos con especificaciones diferentes las cuales se identifican por el nivel de desgaste que se desee ejercer sobre la superficie a refinar de las placas de mármol, los abrasivos son los que se encargan de dar el grado de brillos o refinado que se desee.

Cuadro 3: Abrasivos utilizados en la maquinaria Procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Abrasivos utilizados en maquinaria Bacci		
Sección de la maquinaria.	Grano o calibre	Presión
Primera sección	120	4.5 bar
Segunda sección	220	4.0 bar
Segunda sección	314	4.0 bar
Segunda sección	320	4.5 bar
Segunda sección	400	4.5 bar
Tercera sección	800	4.5 bar
Cuarta sección	980	5.0 bar
Cuarta sección	1080	4.0 bar
Cuarta sección	1200	4.0 bar

Fuente: Flores, M., octubre 2020.

II.4 Indicadores de la disminución del rendimiento productivo en procesamiento de mármol para pisos y baldosas.

“La disminución se ve representada en los reportes de producción los cuales confirman que la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas con el tiempo a mostrado una consecutiva disminución productiva, lo que también muestra que los rendimientos son bajos es que mucho material procesado no termina el proceso en buen estado, por lo que se hace menor el número de piezas o placas de mármol consideradas con calidad para ser empacadas”.

La disminución del rendimiento “se refleja en Ficha o reporte de proceso y rendimiento, indicadores del desempeño H-M (hombre-máquina), considerando la producción máxima aceptable por la maquinaria, tiempo medio de buena operación, considerando que el tiempo de operación es no mayor a ocho horas y que la disminución se enmarca en los retrasos o fallas que la maquinaria presente durante el mismo”.

II.4.1 Indicadores

Según José Carlos Montero Vega, César Augusto Díaz Rangel, Favián Enrique Guevara Trujillo, Augusto Herbet Cepeda Rugeles, Juan Camilo Barrera Herrera, (Montero Vega, Díaz Rangel, Guevara Trujillo, Cepeda Rugeles, & Barrera Herrera, julio de 2013) Un indicador: “es una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso referenciado en variables cuantitativas o cualitativas, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas”. (P11)

El bajo rendimientos y la poca aceptabilidad de los procesos “son indicadores, considerar de cierto modo que la disponibilidad también es un indicador, muy notorio en el caso de la producción o el procesamiento del mármol”.

Según Luis Alberto Mora Gutiérrez (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) La disponibilidad “también crece cuando se optimizan la preservación de los insumos, los procedimientos de adquisición de elementos necesarios para el mantenimiento, el manejo de proveedores, y las entregas oportunas de materiales y tiempos de servicio”. (P20)

II.4.2 Indicadores para determinar la disminución del rendimiento.

Los indicadores en los que se determina la disminución del rendimiento “son en este caso documentos y/o aquello que no muestren la baja existente en ciertos casos son operativos como las fichas de reporte de producción o simplemente se observa en la poca aceptación que suele darse de los productos terminados”.

En la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas se considera los siguientes indicadores para determinar la disminución del rendimiento.

Técnicamente “para este sistema de producción es fácil decir que la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas no cumpla con los estándares de producción debido a que se procesa lo requerido para cumplir con la producción estándar y no se cumplen con los estándares según capacidad productiva por lo que se considera la disminución, la baja del rendimiento se resalta más por mucho material procesados y que no se acepta por cualquier marca o falta de pulido”.

Cuadro 4. Ficha de Proceso de línea procesadora.

fecha: _____/_____/_____

Orden No.		Entrada	Salida
Disponibilidad a procesar			
Tiempo del proceso			
Inicio del proceso			
Finalizacion del proceso			
Rendimiento en calidad			
Piezas para reprocesar			
Piezas en mal estado			
observaciones:			

MARVEG. S.A.
Línea Procesadora de Mármol para pisos y baldosas

Fuente: Flores, M. octubre 2020.

- Ficha o reporte de proceso y rendimiento:

Indica la cantidad a procesar y el requerimiento a ser despachado, en ella se contiene también la cantidad de placas con daños, las que serán reprocesadas y las que son consideradas perdida o rechazo.

- La productividad y el rendimiento.

Según Jorge Miranda, Luis Toirac (Miranda & Toirac, 2010) La productividad “es un indicador relativo que mide la capacidad de un factor productivo, o varios, para crear determinados bienes, por lo que al incrementarla se logran mejores resultados, considerando los recursos empleados para generarlos”. (P248).

“La productividad de la línea se enmarca por el cumplimiento de producción diaria de 115 metros cuadrados de piso o baldosas procesados y terminados listos a disposición de ventas, la falta de productividad se observa porque no se cumple con los estándares por variantes que son muy constantes en que la maquinaria requiere revisiones y mantenimientos más frecuentes y minuciosos”.

“Considerando la productividad en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas según reportes de la misma, esta ha sido afectada de igual forma que el rendimiento, algunas ineficiencias e inconsistencias son causadas por desperfectos en la maquinaria y la operación de la misma”.

Según Manuel García P., Luis Ráez G., Marco Castro R., Luis Vivar M. y Luis Oyola V. (García P, Ráez G, Castro R, Vivar M, & Oyola V, 2003) El rendimiento “es semejante a la productividad, pero en la productividad se compara con el recurso disponible, en el rendimiento se compara con el recurso utilizado. Por ello, cuando la utilización de un recurso es 100% el rendimiento coincide con la productividad”. (P72)

II.5 Fallas.

“Las fallas surgen del deterioro que sufren algunos de los mecanismos de función de la maquinaria los cuales no permiten su correcta función y que se reflejan en la mala calidad de los productos elaborados o de la baja de los rendimientos que esta presenta o en definitiva la detención de la producción”.

Según Antonio Ros Moreno (MORENO, 2010) los fallos “son el deterioro en cualquiera de los órganos de un aparato que impide el funcionamiento normal de éste (pérdidas energéticas, contaminación, nivel productivo, falta de calidad).” (P24)

Según William Olarte C, Marcela Botero A, Benhur Cañón A, (OLARTE C, BOTERO A, & CAÑÓN A, 2010) falla “es el deterioro o daño presentado en una de las piezas de una máquina el cual produce trastorno en su funcionamiento”. (P354)

Según José R. Aguilar Otero, Rocío Torres Arcique, Diana Magaña Jiménez, (Aguilar Otero, Torres Arcique, & Magaña Jiménez, 2010) Un modo de falla “es la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función, o en otras palabras, la forma en que un activo falla”. (P18).

“Las fallas en este caso se consideran como retrasos o avería las cuales no permiten la correcta funcionalidad de la maquinaria o que de cierta forma crean desperfectos en los materiales procesados y que no permiten que el proceso sea productivo”.

II.6 Fallas mecánicas.

Según José Carlos Duax (Daux, 2020) fallas mecánicas “Se puede decir que las máquinas producen señales y pueden advertir, si se detecta, que algo está mal. Cuando la maquinaria falla, genera costos con repuestos, con mano de obra y, eventualmente, con tiempos de inactividad de producción. Las máquinas pueden fallar por diversas razones que, dependiendo de la situación, pueden ser más difíciles de detectar”.

“La degradación de la superficie es, con mucho, la principal causa de indisponibilidad de la máquina. También es una razón para aumentar la vibración”.

Las fallas mecánicas “son principalmente identificadas como desperfectos que surgen por el uso constante de la maquinaria, durante el tiempo que está se utiliza en producción estándar presenta anomalías las cuales son consideradas de origen mecánico, cuando las placas son marcadas o estas muestran marcas que no permiten seguir el procesamiento mientras no se dé un mantenimiento a dicho origen”.

Las principales son fallas mecánicas en motores asistidos por sistema neumático, “en el que se es necesario que la relación mecánica sea correcta y conjunta al sistema neumático porque suele suceder que en función mecánica este correctamente, pero se encuentre cualquier tipo de problema en la función neumática, por el hecho de existir fugas o baja presión en el sistema en mención”.

II.7 Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas “son las que se ven reflejadas en la presentación final del pulido ya que cuando existe algún tipo de falla en el proceso de ser mecánica se marca en la placa, las marcas en el piso o baldosa no permiten que este sea de calidad y menos que este se pueda incluir en el rendimiento de la línea por lo que se rechaza dicha placa o se reprocesa de ser apta para ello”.

II.7.1 Fallas por desperfecto en platos de pulido motorizado.

“Involucra la parte plana/circular donde se sujetan los abrasivos los cuales se fresan contra las placas de mármol, estos por ser de aluminio son vulnerables a la fuerza de presión que ejerce el motor al momento de la función del pulido”.

II.7.2 Fallas por desperfectos en los abrasivos para el pulido.

“Suele suceder que los abrasivos contengan defectos de fábrica los cuales no sea posible ver a simple vista y surgen al momento de la función del pulido los cuales ocasionan desperfectos a las placas que por ser los que actúan principalmente puliendo las placas sufren marcas que no permiten que este sea de calidad y menos que este se pueda incluir en el rendimiento de la línea por lo que se rechaza dicha placa o se reprocesa de ser apta para ello”.

II.7.3. Fallas por fajas dentadas de los motores.

En la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas se dan este tipo de fallas, cuando las fajas dentadas de los motores se encuentran con desperfectos, los cuales son causados por el esfuerzo que realizan en la función del pulido, deformación de los dentados y pérdida de los mismos, causan daños en los productos realizados y además pueden causar paros en la producción.

II.7.4. Fallas por desperfectos en faja transportadora de placas.

Estas fallas causan la mayor pérdida de las placas ya que cuando se presenta no se mueven las placas y por la función del pulido que están ejerciendo los motores las placas quedan marcadas con marcas a mayor profundidad, en caso de ser reutilizada las placas requerirán más labor de máquina.

Las fallas por desperfectos en las fajas transportadora hacen que se dañe mas las placas en ciertos casos las placas ya no se pueden reprocesar porque se hacen marcas difíciles de eliminar, como las marcas se hacen en el momento en que se esta puliendo al momento de detenerse las fajas, los motores siguen su labor y hacen daño a las mismas.

Figura 26. Faja transportadora de placas.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

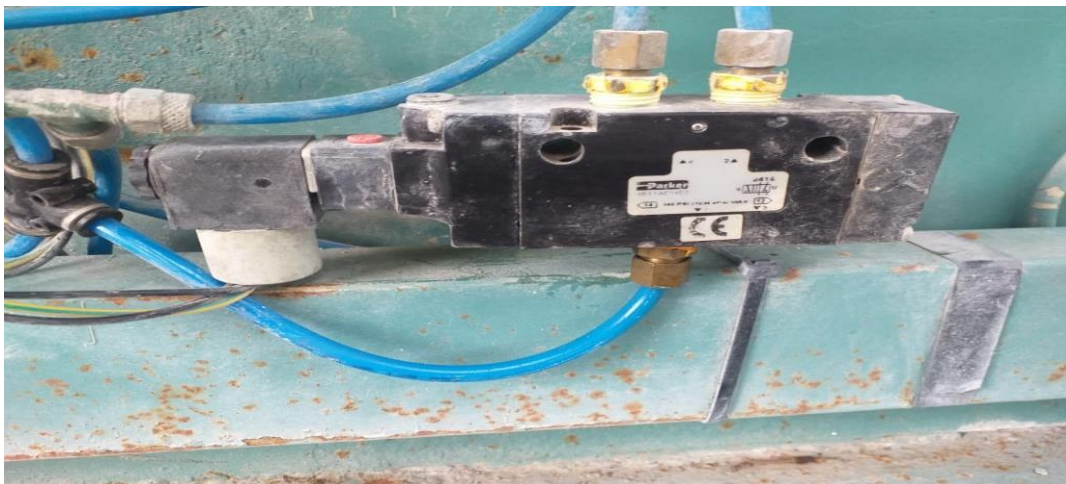
Sus principales fallas suelen ser con relación al sistema eléctrico y motriz ya que de no estar en sincronización los variadores pueden interactuar de forma independiente y movilizar las placas o muy rápido o muy lento, lo que genera variación en el desgaste que los motores con abrasivos deben generar sobre la misma y no sea calibrada la placa de mármol con los requerimientos.

II.7.5. Fallas por desperfectos en sistemas neumáticos.

“Estas fallas surgen cuando se dan rupturas de mangueras creando fugas de aire y perdidas de presión por lo que los motores pierden la funcionalidad y no responden a la programación del sistema, la cual programa la presión ejercida de los motores eléctricos para el pulido, sobre las placas de mármol, en la que de no ejercer la presión necesaria la placa pasa sin recibir labor, por lo que no saldrá lista para formar parte del rendimiento”.

“Estas fallas se manifiestan también en las válvulas ya que cuando estas se encuentran en mal estado no acciona los cilindros que se utilizan para subir y bajar los platos porta abrasivos estos son los que pulen el mármol”.

Figura 27. Válvula en mal estado.



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

II.8 Indicadores de Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol y baldosas.

- Variadores: cuando las fallas se hacen presente en la línea procesadora de mármol los variadores presentan disfuncionalidad por lo que corresponde la búsqueda y solución a las fallas que indican el no poder ejecutar función dentro de la maquinaria ya que se bloquea la operatividad de la misma.
- los sensores: al encontrarse obstruidos no permiten la operatividad de la maquinaria, estos son con bloqueo automático de la operatividad de la maquinaria y que se encargan de detener la maquinaria para resguardar tanto la integridad de la maquinaria como de objetos y/o intromisión de extremidades superiores de los operadores por descuido.
- Paradas por falla: suelen surgir de desperfectos mecánicos o por los mencionados anteriormente ya que se registran como una falla o como parada por falla en la operatividad de la maquinaria cuando existe algún tipo de desperfecto en el mecanismo, en los sistemas hidráulicos, sistemas de motores y cualquier otra que anulen la funcionabilidad de la maquinaria.
- levantado de fallas: en este caso serán el registro de la falla, la cual registrara el tipo de falla, los requerimientos para la solución de los mismo y los estimados para la realización del mantenimiento en los que se consideran el personal, el tiempo y el quipo a utilizar.

II.8.1 Indicadores de fallas.

Los indicadores de fallas en este tipo de producciones son de carácter visual de la operatividad de la maquinaria.

Según Manuel Zegarra (Zegarra, 2016) MU: Machine Utilization (Utilización De Máquina) “Es un indicador que mide el porcentaje de utilización de máquina con respecto al tiempo programado o de disponibilidad para el trabajo de la máquina. Proporciona información sobre el buen uso del tiempo de los activos de la empresa. Un alto valor de este indicador muestra que la máquina está siendo utilizada todo el tiempo disponible en labores de producción”. (P32).

II.8.2 Indicadores de calidad.

Según Manuel García P., Luis Ráez G., Marco Castro R., Luis Vivar M., Luis Oyola V (García P., Ráez G., Castro R., Vivar M., & Oyola V, 2003) Un indicador “es una medida cuantitativa que puede usarse como guía para controlar y valorar la calidad de las diferentes actividades. Es decir, la forma particular (numérica) en la que se mide o evalúa cada uno de los criterios”. (P68).

Según Manuel García P., Luis Ráez G., Marco Castro R., Luis Vivar M., Luis Oyola V (García P, Ráez G, Castro R, Vivar M, & Oyola V, 2003) Indicadores de Calidad “Son aquellos que se asocian a los resultados y operación de los procesos clave de una organización y se determinan con base en los factores y componentes críticos de éxito, esto es, el desarrollo de acciones concretas y los resultados finales de los procesos que garanticen el logro de los objetivos”, (P69).

Según Manuel García P., Luis Ráez G., Marco Castro R., Luis Vivar M., Luis Oyola V (García P, Ráez G, Castro R, Vivar M, & Oyola V, 2003) Los indicadores de calidad “miden si las acciones más relevantes que realiza la organización, contribuyen al logro de los resultados”. (P69).

Según Roberto Corral (Corral, 8) Los indicadores “son una gran herramienta para controlar y mejorar los procesos. Sin embargo, en demasiadas ocasiones no resultan útiles” (PN).

II.9 Mantenimiento.

El mantenimiento “se da cuando surge una causa de paro o una falla en la que la producción se ve afectada, la cual con el mantenimiento se hace el levante de la maquinaria y se determinan las causas con las que se presentó la falla y actividades que se realizaron para eliminarla”.

Según Lluís Cuatrecasas y Francesca torrell (Cuatrecasas Arbós & Torrell Martínez, 2010) El mantenimiento “es un proceso de soporte de las empresas, que endémicamente es visto como un gasto y de ahí se tienda a su reducción o bien a la externalización u outsourcing de la función del mantenimiento sin valorar el impacto que este puede tener en la mejora continua de los procesos productivos aportando un know-how y generando valor para la empresa”. (P27)

Según Luis Alberto Mora Gutiérrez (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) El mantenimiento “es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios. Estos aparatos no son más que los objetos que genera la ingeniería en sus diferentes versiones”.

Según Luis Stalin López Telenchana, (TELENCHANA, 2017) Mantenimiento “es un conjunto de acciones técnicas y administrativas que se ejecutan con la finalidad de conservar las funciones requeridas de los activos físicos, establecidas por el contexto operacional dentro de un proceso productivo, con la mayor eficiencia y eficacia”. (P11)

Según Luis Alberto Mora Gutiérrez (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) En mantenimiento “es necesario reconocer dos aspectos básicos: gestión y operación. La primera se refiere al manejo de los recursos, a su planeación

y a su control, mientras que la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento” (P36).

Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial Online, 2019) El objetivo del mantenimiento “es asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones con respecto de la función deseada, dando cumplimiento además a todos los requisitos del sistema de gestión de calidad, así como con las normas de seguridad y medio ambiente, buscado el máximo beneficio global.

Otros tipos de mantenimiento:

Según Luis Stalin López Telenchana (Telenchana, 2017) Mantenimiento rutinario: “Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas operativos evitando su desgaste”. (P12).

Según Luis Stalin López Telenchana (Telenchana, 2017) Mantenimiento programado: “Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente anual”. (P13).

II.9.1 Mantenimiento industrial.

Según Luisa Fernanda Castro Patiño (Patiño, 2000) El mantenimiento “industrial permite una información detallada y periódica que ayudará a tener un excelente control de las maquinarias y de las instalaciones.” (P28)

Según William Olarte C, Marcela Botero A, Benhur Cañon A, (OLARTE C, BOTERO A, & CAÑON A, 2010) Mantenimiento Industrial “está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento”. (P355).

Según Luis Alberto Mora Gutiérrez (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) La mantenibilidad “Se denomina mantenibilidad a la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción. La normalidad del sistema al restaurarse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función” (P104).

II.9.2 Tipos de mantenimiento.

En la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas se registran dos tipos de mantenimiento los cuales se consideran los más habituales en la producción:

Mantenimiento preventivo, mantenimiento por fallas o correctivo.

- Mantenimiento preventivo.

Según Raúl Vilcarromero Ruiz, (Ruiz, 2013) Mantenimiento preventivo “Este se lleva a cabo para obtener un adecuado funcionamiento de los activos de la empresa y hacer mínima su probabilidad de falla por medio del mantenimiento predictivo, mantenimiento programado, mantenimiento mejorativo” (P54).

- Mantenimiento por fallas o correctivo

Según Santiago García Garrido (Garrido, 2003) Mantenimiento correctivo: “Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos”. (P17).

Según Jay Heizer y Barry Render (Render & Heizer, 2007) Mantenimiento por fallas “es el mantenimiento para corregir, que ocurre cuando el equipo falla y debe repararse de emergencia o de manera prioritaria”. (P448)

II.10 Mantenimiento Productivo Total.

Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial Online, 2019) El Mantenimiento Productivo Total: “también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance), nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta”.

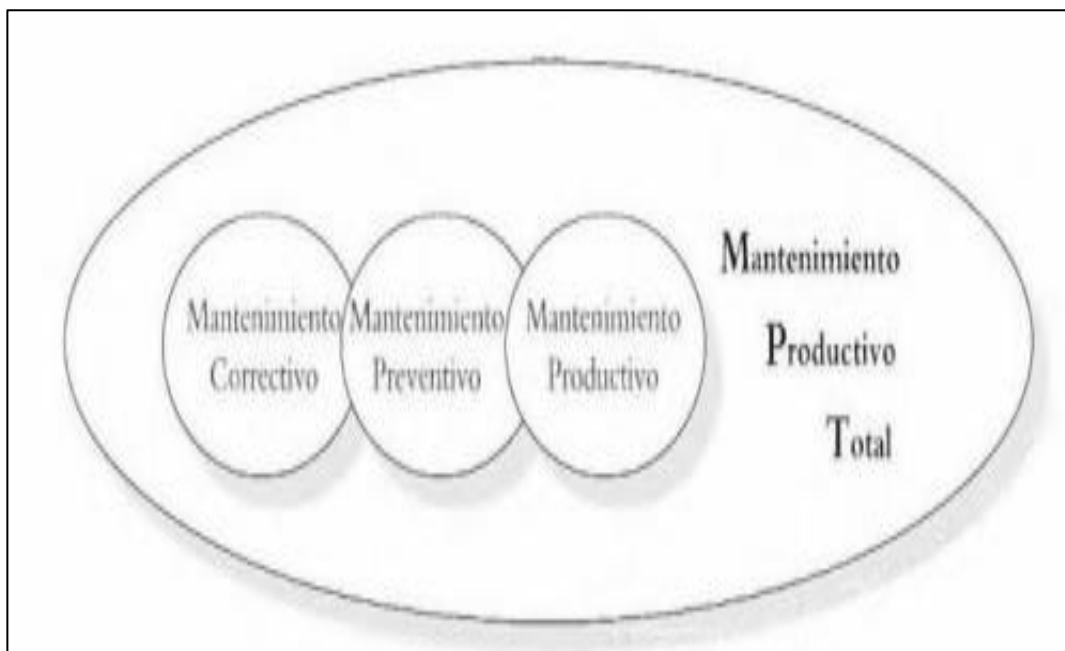
Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial Online, 2019) El mantenimiento preventivo “consiste en actividades de revisión parcial de forma

planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas”.

Influye en el uso de los mantenimientos más mencionados dentro de los departamentos de mantenimiento de las empresas, para ello se incluyen metodologías de mantenimiento autónomo y de las cinco “s”, para dicha implementación se debe considerar terminologías y modalidades que deben ser aplicadas por cada uno de los involucrados.

Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial Online, 2019) Mantenimiento Autónomo “Es el mantenimiento que puede ser llevado a cabo por el operador del proceso, este consiste en actividades sencillas que no son especializadas. Este es un pilar de la filosofía TPM”.

Figura 28. El Mantenimineto total productivo.



Fuente: (Cuatrecasas Arbós & Torrell Martínéz, 2010)

Según Jay Heizer y Barry Render (Heizer & Render, 2009) Mantenimiento productivo total (TPM) “Combina la administración de la calidad total con la perspectiva estratégica del mantenimiento desde el diseño del proceso y del equipo hasta el mantenimiento preventivo”. (P679)

Según Dale H.Besterfield,Ph.D., P.E. (Dale H.Besterfield, 2009) El mantenimiento productivo total (TPM, de total productive maintenance) “es una técnica que aprovecha toda la fuerza laboral para obtener el uso óptimo del equipo. Se trata de mejorar continuamente las actividades de mantenimiento. Se subraya una interacción entre los operadores y mantenimiento para maximizar el tiempo de funcionamiento”. (P110).

Según Dale H. Besterfield, PhD., P.E. (Dale H.Besterfield, 2009) Las actividades técnicas en el TPM: “son revisión del equipo, inspección de la maquinaria, ajuste fino de la misma, lubricación, localización de fallas y reparación, todo ello diariamente”. (P110).

Según Luis Alberto Mora Gutiérrez (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) La implementación de un programa de TPM “se puede lograr en intervalos de tiempo que van desde uno hasta tres años. Para eso requiere un plan marco que sirve como plan de trabajo en el desarrollo de las actividades que se pueda dividir en etapas, de tal manera que los pequeños grupos adecuen sus funciones en cada nivel” (P440).

Según Luis Alberto Mora Gutiérrez (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) Los pasos específicos para desarrollar el programa de TPM deben ser desarrollados por cada compañía, es decir, ajustados a sus propios requerimientos. (P440).

Según Jonathan Calle (CALLE, 2021) Los 8 pilares de TPM “son la base fundamental de esta metodología, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas: como son Paradas programadas, Ajustes de la producción, Fallos de los equipos, Fallos de los procesos, Pérdidas de producción normales, Pérdidas de producción anormales, Defectos de calidad y Reprocesamiento”.

Cuadro 5. Pasos para realizar el mantenimiento total productivo

Pasos para realizar el mantenimiento total productivo	
Paso	Nombre
1	Mejora en la eficacia del equipo
2	Mantenimiento autónomo por los operadores
3	Un plan de mantenimiento administrado por el departamento de mantenimiento.
4	Entrenamiento para mejorar las destrezas y operaciones de mantenimiento.
5	Un programa de administración del equipo para prevenir problemas que ocurran durante nuevas instalaciones o arranque de máquinas.

Fuente: (Mora, Mantenimiento. Planeación, ejecución y control, 2009) (P440).

II.11. Mantenimiento Autónomo.

Según (Bueno, 2020) ejecutor del mantenimiento autónomo “El personal operativo o llamado de base, debe contar con unas competencias que faciliten la correcta operación de los equipos, interpretando correctamente la concepción del departamento de ingeniería que diseñó y desarrolló este equipo”.

Según Antonio Ros Moreno (MORENO, 2010) El mantenimiento autónomo por operadores “es una de las características más particulares que distingue al TPM. Sin embargo, cuanto más tiempo haya funcionado una compañía de acuerdo con el concepto de división de trabajo, más convencidos estarán sus empleados de que el trabajo de los operadores y el de los trabajadores de mantenimiento deben estar estrictamente separados”. (P69)

El mantenimiento autónomo “es el que realizará el personal operativo de la línea procesadora de pisos y baldosas, específicamente enfocado a la implementación del método de las cinco “s” para evitar la aparición de fallas menores”, realizando simples tareas como:

- Revisión de lubricación y engrase de los mecanismos que lo requieran,
- La limpieza del área que conforma el entorno de la maquinaria,
- La organización adecuada de los equipos y herramientas que sean involucradas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Cuadro 6. Recomendación del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)

Etapa	Nombre	Descripción
1	Limpieza inicial (limpieza profunda).	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de «fugas»; ajustes menores.
2	Acciones correctivas en la fuente.	Evitar que el equipo se ensucie nuevamente, facilitar su acceso, inspección y limpieza inicial; reducir el tiempo empleado en la limpieza profunda.
3	Preparación de estándares de inspección.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y ajuste. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	Inspección general.	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la verificación.
5	Inspección autónoma.	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización.	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Elaboración de procedimientos operativos estándar. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual (Andon), tablas MTBF y tableros Kaizen.

Fuente: introducción al TPM <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>.

II.11.1. Metodología 5S

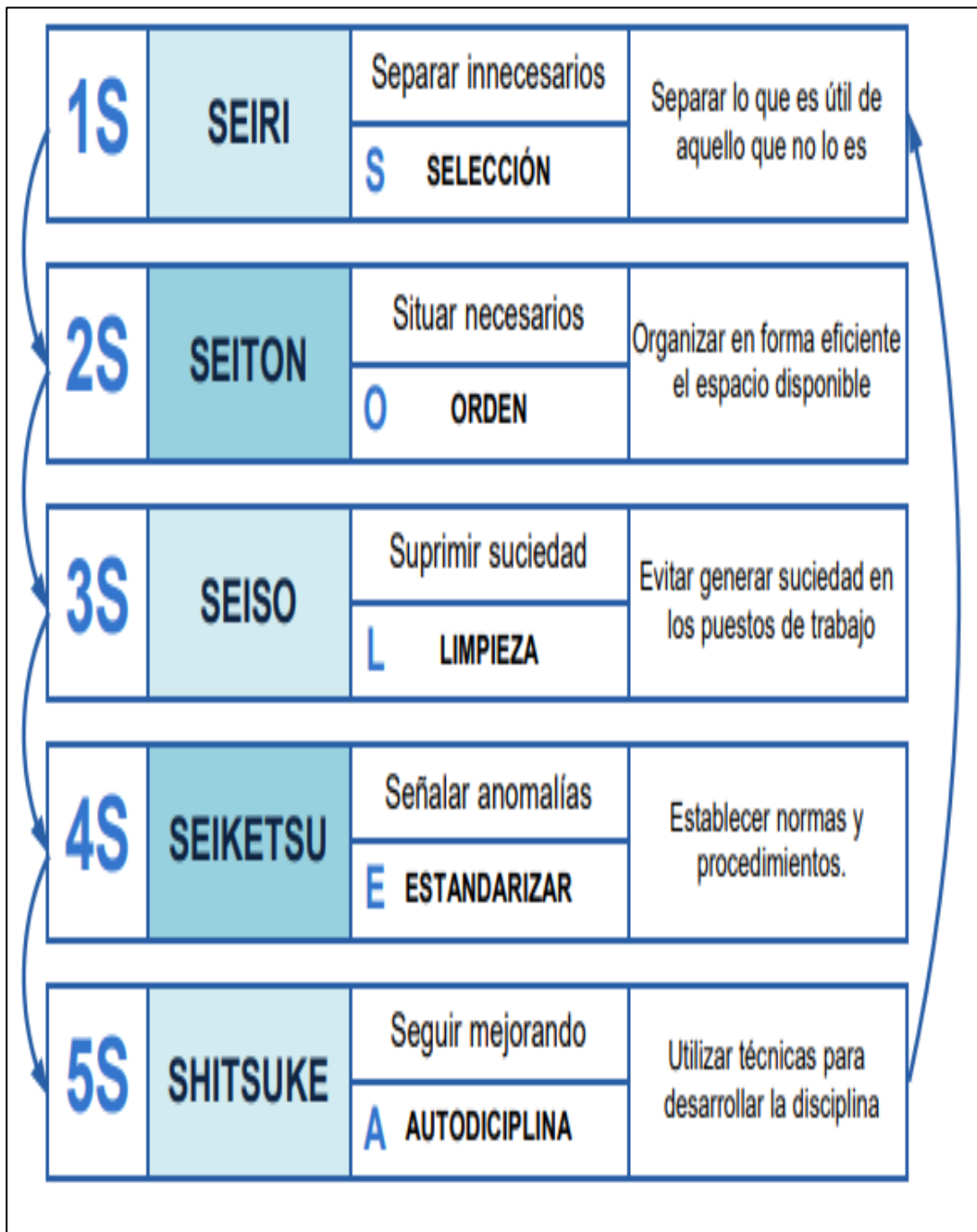
Según Julián Rosso y Alejandro Gariglio, (Rosso & Gariglio, 2016) Metodología 5S “es una metodología japonesa constituida por un conjunto de actividades sencillas que elevan la eficiencia y efectividad de la organización gracias a la estandarización y mejora continua de los procesos, lo que permite incrementar la capacidad de las empresas para responder a los cambios y retos que se presentan en el entorno organizacional”. (P5).

Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial online, 2019) La metodología de las 5S “se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo”.

Según Bryan Salazar López (López, Ingeniería Industrial online, 2019) La metodología de las 5S “es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra ese (s)”.

Según Adriana M. (M., 2019) El método de las 5S “es una técnica de gestión originaria de Japón basta en cinco principios o fases muy sencillas, que comienzan por S (en japonés) y que son las que dan nombre al método. Su origen está en 1960 en la ciudad de Toyota y su objetivo era conseguir lugares de trabajo que estuviesen mejor organizados. Para ello se basa en dos principios básicos: el orden y la limpieza”.

figura 29. Descripción de la metodología de las 5” s”



Fuente: Guía de Buenas Prácticas de Implementación de “5s”

Según Vladimir Guerrero (Guerrero, 2019) la metodología de las 5 “S”: “Es una metodología / filosofía para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio, asegura que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando la productividad, la seguridad y proveyendo las bases para la implementación de procesos esbeltos”.

II.12. Plan para implementación de mantenimiento Autónomo.

Según Antonio Ros Moreno El plan de mantenimiento (MORENO, 2010) “puede verse como un conjunto de tareas individuales, cada una de ellas con entidad propia y generadora por sí misma de una orden de trabajo y de un informe de realización, o considerar que el plan es un conjunto de gamas de mantenimiento, esto es, como un conjunto de tareas con unas características comunes que permiten agruparlas en forma de ‘gamas’ (P39).

El plan consiste en la ejecución del mantenimiento por medio del personal operativo de la línea la cual se orientará y capacitará para la implementación de las actividades que se consideran como primordiales para la mantenibilidad de la línea, para ello se consideran actividades como:

- Revisión del correcto funcionamiento de los motores únicamente superficial y realizar el reporte correspondiente al área de mantenimiento.
- Engrase de rodamientos, nivelación de lubricantes: estos se realizarán directamente por el personal operativo de la línea y se establecerán parámetros donde determinarán hasta cierto punto la realización de los mismos previo a el cambio requerido con mantenimiento mayor.

- Revisión de sistema neumático de asistencia a motores: el operador debe observar los niveles de presión y la inexistencia de posibles fugas para garantizar la correcta funcionabilidad de la maquinaria.
- Verificación de los abrasivos que realizan el pulido, comprobando si son aptos para seguir operando con ellos o realizar el cambio de ser necesario, para poder garantizar la calidad con la que se requieren las placas, duelas o piezas de mármol que serán consideradas como pisos y baldosas.

En el plan se debe contemplar la capacitación del personal operativo en los siguientes temas:

- Implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

La metodología de las 5 “s” “es la base para la correcta implementación del mantenimiento total productivo, el cual se desarrollará en la empresa tomando en cuenta las técnicas para el mantenimiento autónomo, esperando la mejora en la funcionabilidad de la línea y buscando realizar una mejora a los rendimientos en la misma”.

II.13. Mantenimiento autónomo a línea de procesamiento de mármol y baldosas

Según Fernando Aguirre Talamantes (Talamantes, 2017) El mantenimiento autónomo “se utiliza en las empresas para elevar el nivel de conocimientos de operarios haciéndolos más técnicos adquiriendo habilidades de los diferentes rubros que existen en los equipos (Mecánico, eléctrico, neumático, hidráulico etc.) solo por mencionar algunos. Restaura los equipos prolongando su vida útil previniendo fallas o posibles averías”.

El mantenimiento autónomo “es el que ejecutaran los operadores en la línea procesadora de mármol el cual será únicamente el considerado de carácter menor todo tipo de mantenimiento que sea de poco requerimiento tanto en tiempo como en insumos o repuestos”.

Entre los más frecuentes como mantenimiento menor están:

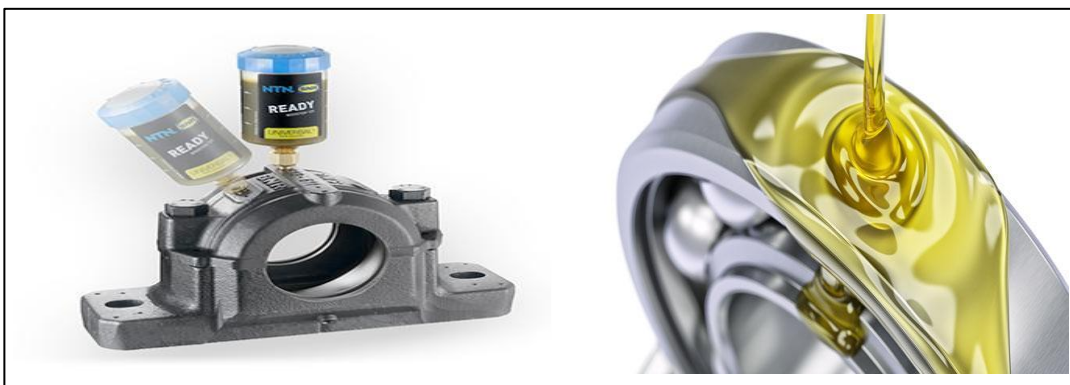
- Cambio de lubricante o ajuste del mismo

Ubicando el punto donde requiere el ajuste o cambio del lubricante (engranes, motores, entre otros), se utiliza aceite para engranajes de maquinaria de extrema presión SAE 80W-90 API GL-5/MT-1, para motores de combustión en maquinaria 15W40 API CK-4/CJ-4.

- Engrase de cojinetes o rodamientos.

Esta actividad debe sincronizarse de acuerdo al uso u operatividad de los mecanismos en los que se suele utilizar cojinetes y llevar a cabo el engrase adecuado y necesario en los mismos preferiblemente con grasa f1 (complejo de litio sintético de grasa de alta temperatura).

Figura 30. Lubricación de rodamientos



Fuente: <https://www.ntn-snr.com/es/lubricacion-de-los-rodamientos>.

- Abrasivos

El operario de la maquinaria debe conocer cuál es la condición aceptable de los abrasivos, debe conocer cuál es la condición mínima aceptable de los mismos y como debe de presentarse en condición el abrasivo para su reemplazo, de acuerdo al deterioro que este presenta.

Figura 31. Abrasivos



Fuente: Flores, M., octubre 2020.

En la maquinaria de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas “se utilizan de los calibres descritos en el cuadro (Cuadro 5. Accesorios: Abrasivos para pulido según grano o calibre.), en el que se describe también los requerimientos para la aplicación del plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso”.

Cuadro 7. Abrasivos para pulido según grano o calibre requeridos.

Abrasivos para el pulido.			
Numero de sección del Motor	Grano o calibre	Presión	Unidades en stock
Primera sección	120	4.5 bar	300
Segunda sección	220	4.0 bar	100
Segunda sección	314	4.0 bar	100
Segunda sección	320	4.5 bar	100
Segunda sección	400	4.5 bar	100
Tercera sección	800	4.5 bar	100
Cuarta sección	980	5.0 bar	100
Cuarta sección	1080	4.0 bar	100
Cuarta sección	1200	4.0 bar	100

Fuente: Fuente: Flores, M., octubre 2020.

Los abrasivos son los que dan al mármol el brillo y este será el que genere un desgaste a la placa hasta conseguir las características requeridas en las mismas, cada uno de los abrasivos cumple con afinar de una forma más fina las placas.

Cuadro 8: Existencia requerida de repuestos para Implementación de mantenimiento autónomo en línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Disponibilidad para implementación de mantenimiento autónomo en línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.	
descripción	cantidad
Empaque porta platos para abrasivos	100 unidades
Cojinetes de los motores eléctricos	48 unidades
Válvulas de aire	10 unidades
Mangueras plásticas ¼”	20 metros
Mangueras plásticas 5/16”	20 metros
Variadores de frecuencias para las bandas transportadoras	2 unidades
Guarda motores	4 unidades
Fusibles para motores eléctricos de 60 amperios	10 unidades
Cables para sistema eléctrico de 4 líneas 440 volt.	20 metros
Discos de diamante de 40 cm para escuadradora Remack	4 unidades
Breyque de 250 am para línea de pulidora Bacci	2 unidades

Fuente: Flores, M., octubre 2020

El cuadro anterior muestra los repuestos para Implementación de mantenimiento autónomo en línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, los cuales son considerados como los principales o más utilizados para el buen funcionamiento de las maquinarias.

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis se consideró por la investigación que se realizó dentro de la empresa Mármoles Velasco de Guatemala para los cuales se verifico con la línea de procesamientos de mármol para pisos y baldosas las posibles causas y efectos de la problemática existente, estableciendo la misma como se lee en lo siguiente.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo.

Se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (personal operativo del Departamento de Producción) se direccionó a obtener información sobre el efecto.

Se trabajó la técnica del censo por medio de la población finita cualitativa, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Se establece el 100% de nivel de confianza para el efecto ya que únicamente se tomó al personal operativo directamente de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la planta de producción de la empresa mármoles Velasco de Guatemala para dicha investigación y con el hecho de ser directamente de ellos nos enmarcamos al 0% de margen de error.

La segunda población de estudio (Socios y Gerentes de las siguientes áreas: Gerencia General; Producción) se direccionó a obtener información sobre la causa de la

problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Ya que se tomó el censo directamente de los socios y gerentes considerando los porcentajes de igual forma a los del efecto.

Para responder efecto, se trabajó con 9 colaboradores; para responder causa, se identificaron a 5 profesionales.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; el cual es el siguiente: “Disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años”.

Mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa, la cual es la siguiente: “Inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso”.

Se presentan las gráficas que muestran la tabulación de datos, los cuales se obtuvieron en la investigación de campo la cual se denomina censo por el bajo número de personas consideradas en ello, en la cual se condono únicamente el personal operativo de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y también a los gerentes y encargados de producción.

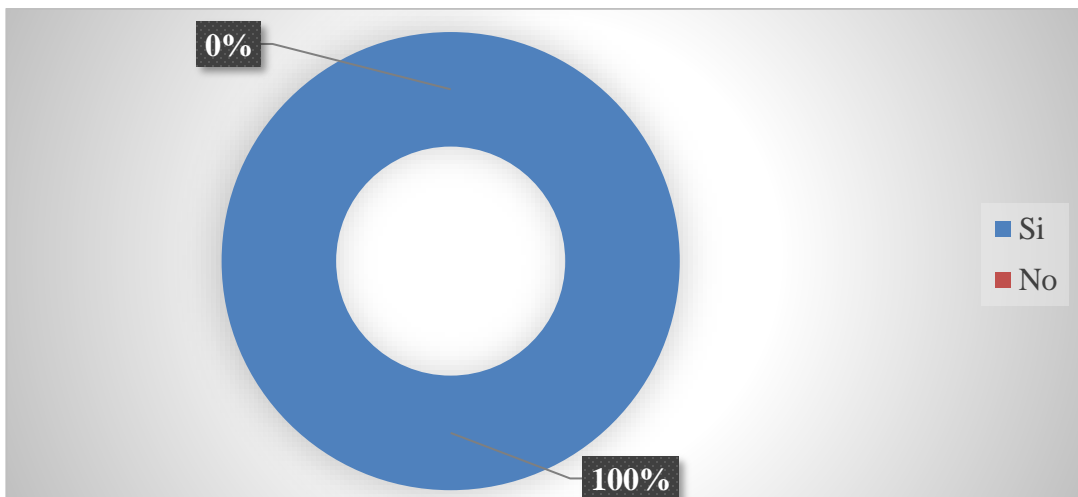
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 9: Existencia de disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	100
No	0	0
Totales	9	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020

Gráfica 1: Existencia de disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020-

Análisis

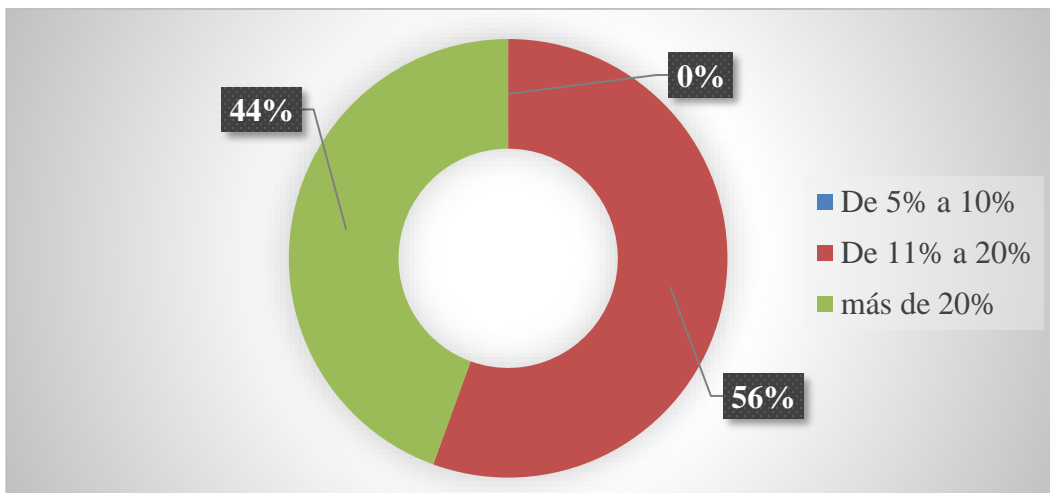
Mediante la totalidad de los colaboradores censados, se confirma que existe disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa. Lo que provoca el incumplimiento de las metas establecidas como estándar en el rendimiento. Por lo que se comprueba la variable dependiente.

Cuadro 10: Porcentajes que considera representan la baja en el rendimiento en la línea de producción.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
De 5% a 10%	0	0
De 11% a 20%	5	56
más de 20%	4	44
Totales	9	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020

Gráfica 2. Porcentajes que considera representan la baja en el rendimiento en la línea de producción.



Fuente: colabores encuestados, agosto 2020

Análisis

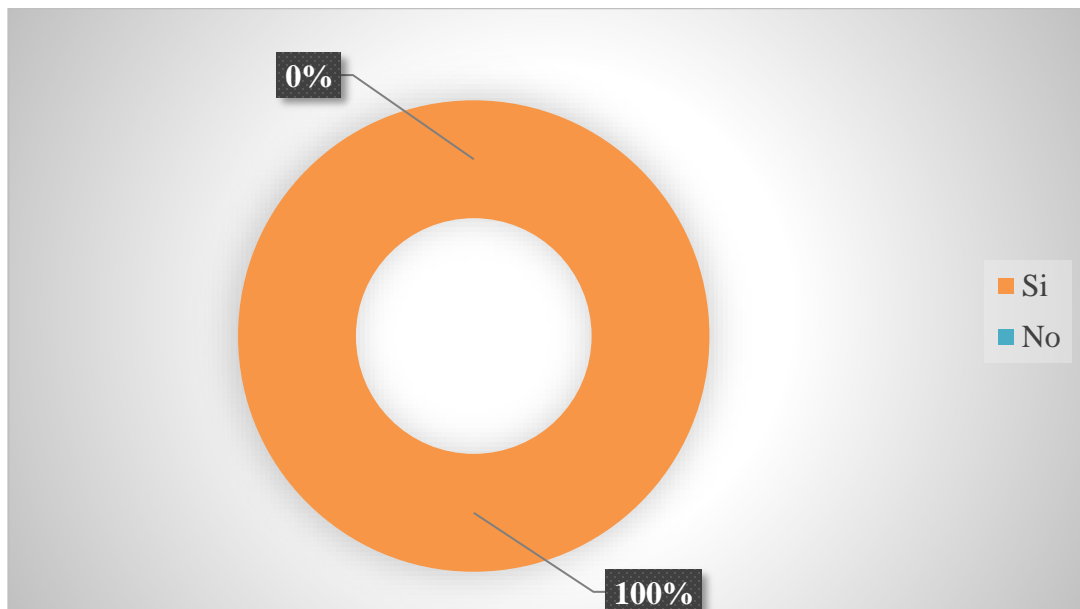
Mediante la opinión de los colaboradores censados, confirman que los porcentajes de rendimientos en producción en la línea, se manifiestan según su ocupación y captación de los datos de la siguiente forma cinco de ellos dicen: que la baja oscila en entre el 11 y 20% mientras que cuatro indicaron que la baja es más del 20%. Finalmente, ninguno de ellos argumenta que la baja osciló entre 5 a 10%.

Cuadro 11. Existencia de fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	100
No	0	0
Totales	9	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Grafica 3. Existencia de fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Análisis

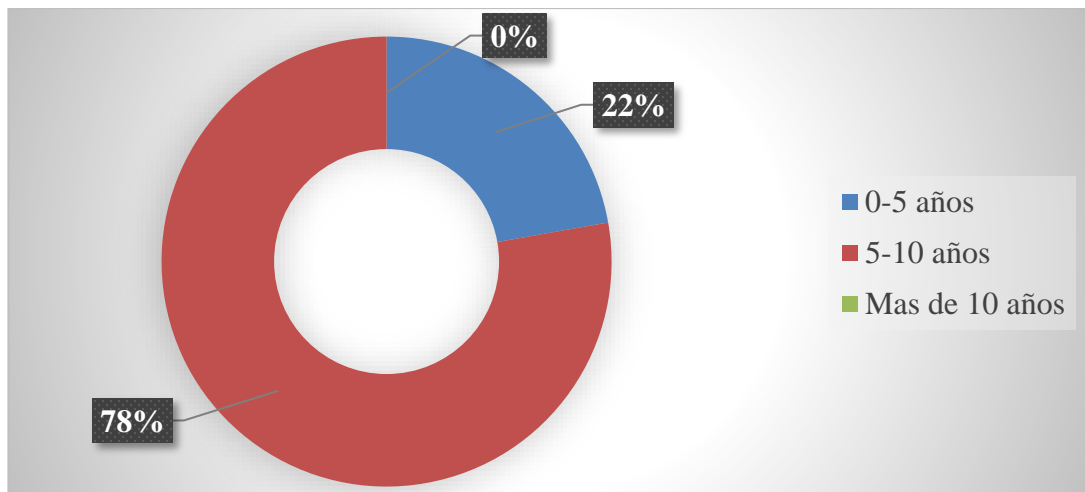
Mediante la opinión de la totalidad de los colaboradores censados, se confirma que, si existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, lo que provoca situaciones adversas para el trabajo; mientras que ninguno de ellos indica la situación contraria.

Cuadro 12. Tiempo en que existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.

Descripción	Valor absoluto	Valor Relativo %
0-5 años	2	22
5-10 años	7	78
Más de 10 años	0	0
Total	9	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Gráfica 4. Tiempo en que existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020

Análisis.

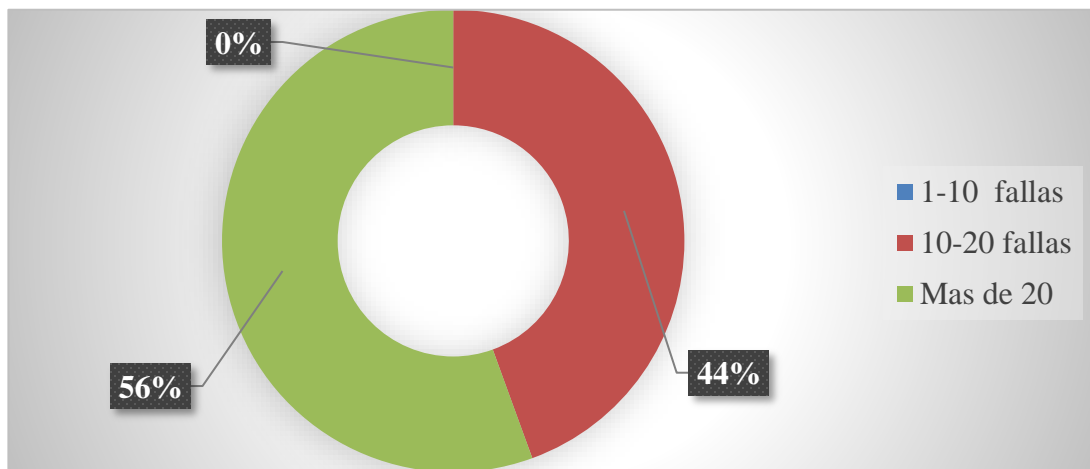
Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, siete novenas partes de los censados manifiesta que entre 5-10 años han existido las fallas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y ha impactado en la producción, dos novenas partes manifiestan que entre 0-5 años. Esto va acorde con los requerimientos en producción y sus rendimientos, mientras que ninguno manifiesta que sea a más de 10 años.

Cuadro 13. Cantidad en que se han incrementado las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa en el último año.

Descripción	Valor absoluto	Valor Relativo %
1-10 fallas	0	0
10-20	4	44
Más de 20	5	56
Total	9	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Gráfica 5. Cantidad en que se han incrementado las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa en el último año.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Análisis:

Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, manifiestan más de 20 fallas en el último año con un total de cinco novenas partes de los censados, mientras que el cuatro novenas partes dice que entre 10-20 por lo que se consideran las fallas como la principal causante de problemas en la línea de producción. Mientras que ninguno manifiesta que sean de entre 1-10 fallas.

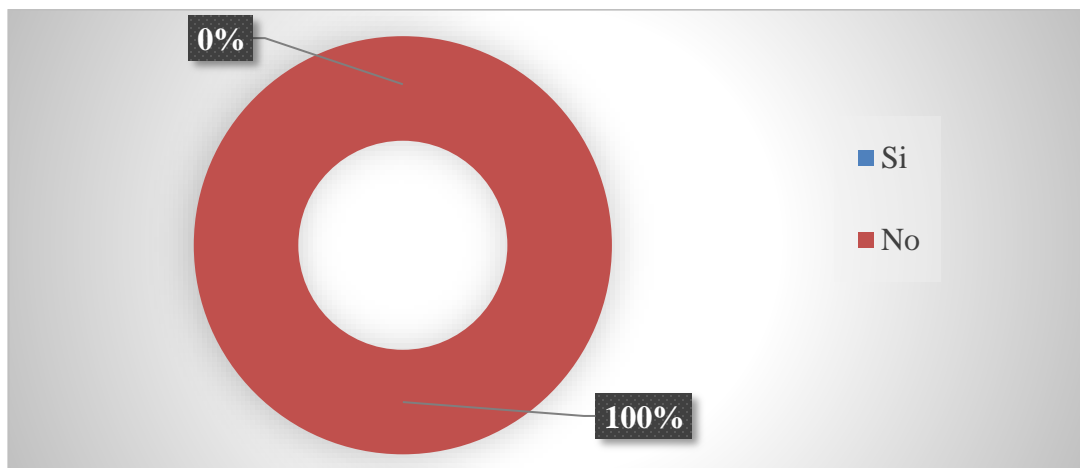
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

Cuadro 14: Se realiza mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Gráfica 6: Realización mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020

Análisis

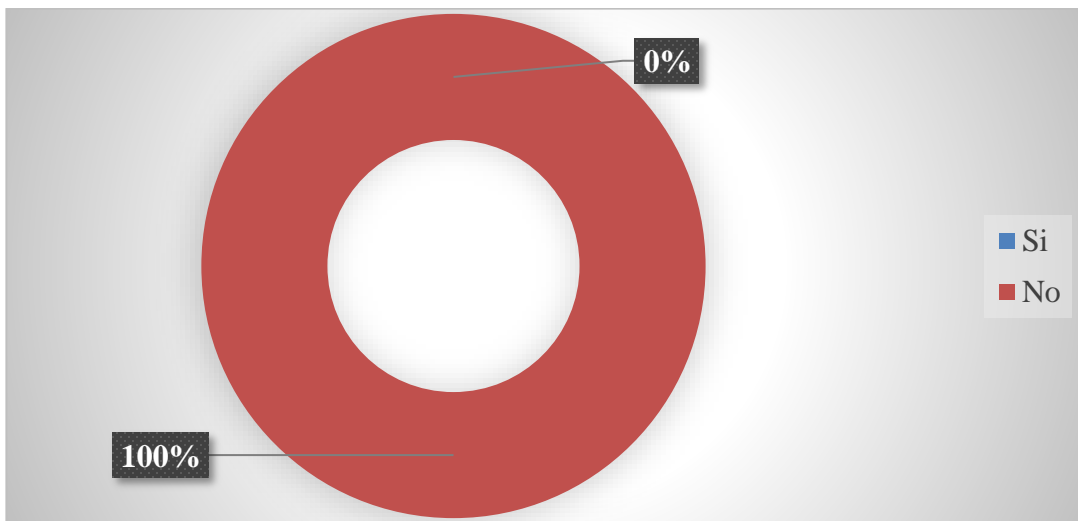
Mediante la totalidad de los colaboradores censados, se confirma que no se realiza mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa. Por lo que se encuentra sujeta a paros en la misma, por la presencia de desperfectos a falta de mantenimiento.

Cuadro 15: Existencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo, mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Gráfica 7: Existencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo, mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.



Fuente: Colaboradores encuestados, agosto 2020.

Análisis

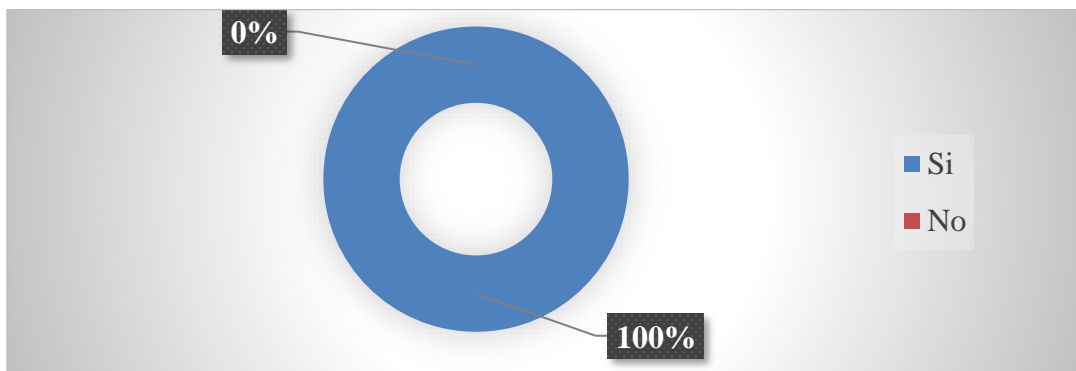
Mediante la totalidad de los censados, se confirma que no existe plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo, mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa. Por lo que se tiene desconocimiento de las acciones que debe tomar el colaborador u operario.

Cuadro 16: Uso del plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Gráfica 8: Uso del plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Análisis

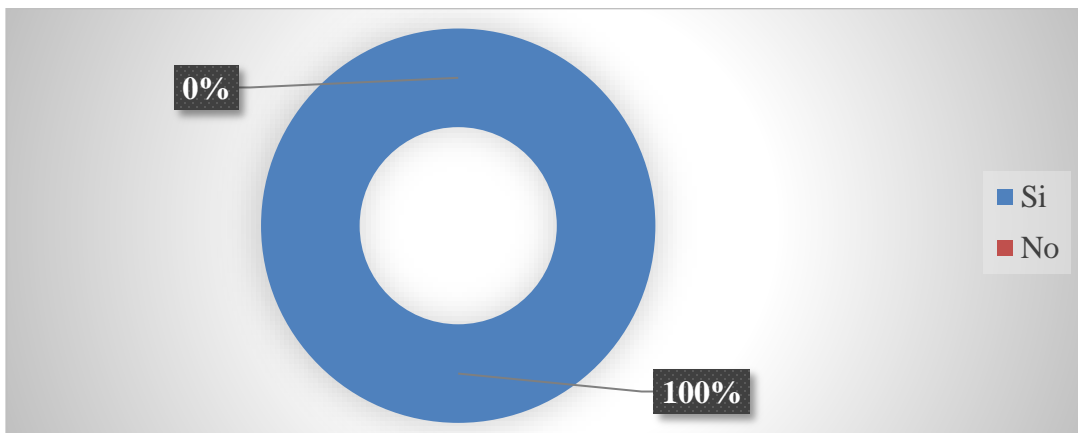
Mediante la totalidad de los censados, se confirma que es necesario la implementar el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.

Cuadro 17: La falta de plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020

Gráfica 9: La falta de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Análisis

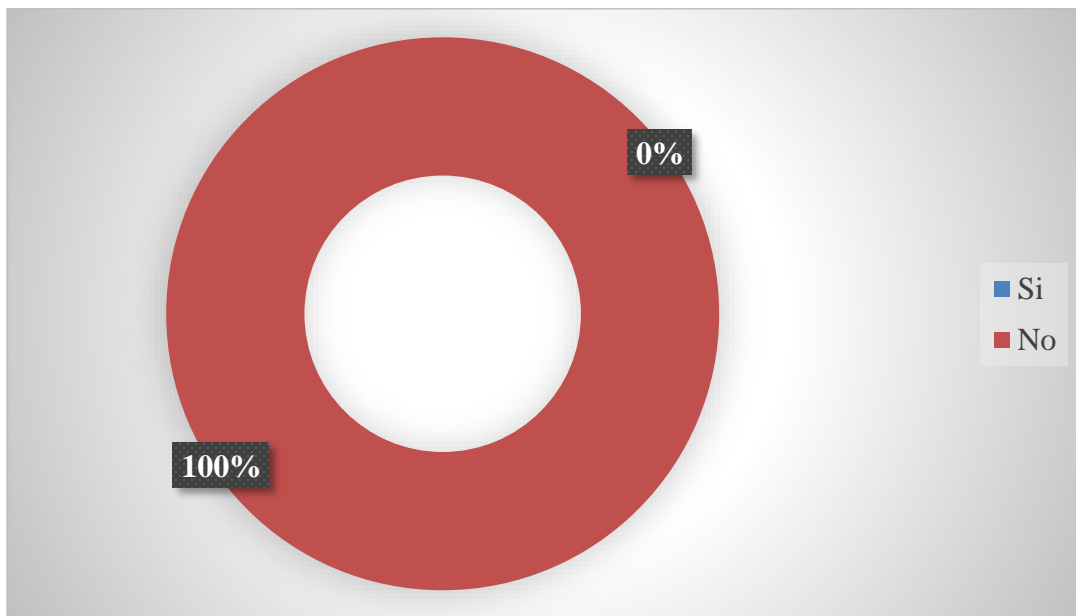
Mediante la totalidad de los censados, se confirma que la falta de un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa.

Cuadro 18: Realización de capacitaciones sobre mantenimiento a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	9	100
Totales	9	100

Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Gráfica 10: Realización de capacitaciones sobre mantenimiento a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.



Fuente: colaboradores encuestados, agosto 2020.

Análisis

Mediante la totalidad de los censados, se confirma que no reciben capacitaciones sobre mantenimiento por lo que se desconoce por completo el tema. Y que no tienen conocimiento de la realización de dichas capacitaciones sobre el tema.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La información que se obtuvo es enfocada en la comprobación de la hipótesis planteada en los anexos, para las cuales se hicieron cuestionamientos en los que se determinan fundamentalmente cada una de las presentes conclusiones. Las cuales demuestran la falta de implementación de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo.

Conforme a lo investigado y basado en datos de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa mármoles Velasco de Guatemala, conforme a lo citado en varios puntos en tanto a procesos, estándares aceptados por calidad, aceptabilidad de los clientes entre otras y hace llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

IV.1. Conclusiones:

1. Se comprueba la hipótesis: “La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo” con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las 2 variables del árbol de problemas.
2. Se comprueba existe disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa, lo que provoca el incumplimiento de las metas establecidas como estándar en el rendimiento.

3. Los porcentajes de rendimientos en producción en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa, se manifiestan según su ocupación y captación de los datos que han disminuido.
4. Se deduce que la existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, provoca situaciones adversas para el trabajo; mientras que ninguno de los operarios indica la situación contraria.
5. Mediante el censo realizado se manifiesta los datos consolidados el tiempo que han existido fallas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y ha impactado en la producción, esto se muestra acorde con los requerimientos en producción y sus rendimientos.
6. Según censo realizado al área de producción en línea procesadora de mármol para pisos y baldosas las fallas son frecuentes, por lo que se consideran como la principal causante de problemas en la línea de producción.
7. Se confirma que no se realiza mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa. Por lo que se encuentra sujeta a paros en la misma, por la presencia de desperfectos a falta de mantenimiento.
8. Se confirma que no existe plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo, mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, se tiene desconocimiento sobre TPM.
9. Se confirma que existe disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa. Lo que provoca el incumplimiento de

las metas establecidas como estándar en el rendimiento. Por lo que se comprueba la variable dependiente.

10. la falta de un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa.
11. Mediante la totalidad de los censados, se confirma que no reciben capacitaciones sobre mantenimiento por lo que se desconoce por completo el tema.
12. Mediante la falta de lineamientos para el seguimiento de un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa par eficientizar y enfocar al personal a la mejora del rendimiento se cree necesario crear dichos lineamientos.
13. Se hace manifiesto el requerimiento de un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa ya que se ve y se prevé que los rendimientos seguirán disminuyendo por dicha falta.

IV.2. Recomendaciones.

1. Implementar las alternativas de optimización de Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

2. Inspeccionar con frecuencia el rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa, buscando evitar el incumplimiento de las metas establecidas como estándar en el rendimiento.
3. Evaluar porcentajes de rendimientos en producción en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa, verificando que mejoren.
4. Supervisar el estado de la maquinaria y así evitar fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.
5. Implantar los métodos de mantenimiento autónomo para evitar que siga existiendo fallas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y disminuir el impactado en la producción.
6. Realizar mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa.
7. Impartir capacitaciones sobre mantenimiento al personal operativo de la línea Procesadora de mármol para pisos y baldosas.
8. Garantizar la operatividad de la línea por medio de la formación de operadores en mantenimiento autónomo.
9. Capacitar al personal correspondiente sobre los temas abarcados en el plan a implementar.
10. Hacer revisiones exhaustivas sobre el cumplimiento los objetivos.

11. Dimensionar las capacidades del personal correspondiente para poder determinar la aceptabilidad de la propuesta.

12. Delimitar lineamientos para el seguimiento de un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa par eficientizar y enfocar al personal a la mejora del rendimiento.

13. Establecer el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa como la herramienta para mejorar las capacidades del personal y así mismo mejorar los rendimientos en la línea, enfocando directamente a mejorar el rendimiento y los procesos del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Otero, J. R., Torres Arcique, R., & Magaña Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25, 16-26.
2. Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Génova, 6. 28004 Madrid: AENOR Internacional, S.A.U.
3. Bueno, I. L. (15 de abril de 2020). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>
4. CALLE, J. (7 de marzo de 2021). *BSG Institute*. Obtenido de BSG Institute: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
5. CAMPOS, G. (12 de febrero de 2021). *Real Estate Market & Lifestyle*. Obtenido de Real Estate Market & Lifestyle: <https://realestatemarket.com.mx/articulos/interiorismo-y-home-design/11564-el-marmolfuerza-belleza-y-elegancia>
6. Corral, R. (2017 de mayo de 8). *LeexOnline.com*. Recuperado el 25 de febrero de 2021, de LeexOnline.com: www.robertocorral.com/KPIs-utiles
7. Cuatrecasas Arbós, L., & Torrell Martín, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management Estrategia competitiva*. Barcelona: Profit Editorial.
8. Cuatrecasas, L. (2017). *INGENIERÍA DE PROCESOS Y DE PLANTA*. Travessera de Gràcia, 18; 6º 2ª; Barcelona 08021: Profit Editorial I., S.L.
9. Dale H.Besterfield, P. (2009). *Control de calidad Octava edición*. Atlacomulco 500-5o. piso Col. Industrial Atoto 53519, Naucalpan de Juárez, Estado de México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
10. Daux, J. C. (15 de diciembre de 2020). *Dynamox*. Obtenido de Dynamox: <https://dynamox.net/es/>
11. García P, M., Ráez G, L., Castro R, M., Vivar M, L., & Oyola V, L. (2003). *SISTEMA DE INDICADORES DE CALIDAD I*. Lima, Perú: Industrial data.

12. García P., M., Ráez G., L., Castro R., M., Vivar M., L., & Oyola V, L. (2003). SISTEMA DE INDICADORES DE CALIDAD I. *Industrial Data* , 066-073.
13. Garrido, S. G. (2003). *ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO*. Madrid: © Ediciones Díaz de Santos, S. A.
14. Geologiaweb. (2021). *Geologiaweb*. Obtenido de Geologiaweb: <https://geologiaweb.com/rocas-metamorficas/marmol/>
15. GRUPO GRASA. (30 de agosto de 2019). *gramablack.com*. Obtenido de gramablack.com: <https://gramablack.com/tipos-de-cantera-de-piedra/>
16. Guerrero, V. (18 de marzo de 2019). *Lean Solutions*. Obtenido de Lean Solutions: <https://leansolutions.co/5s-metodologia/>
17. Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. (septima ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado el 29 de octubre de 2020
18. laura. (2016). *Rocas y minerales*. Obtenido de Rocas y minerales: <https://www.rocasym minerales.net/marmol/>
19. López, B. S. (29 de octubre de 2019). *Ingeniería Industrial online*. Obtenido de Ingeniería Industrial online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
20. López, B. S. (3 de septiembre de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/que-es-un-proceso-industrial/>
21. López, B. S. (4 de noviembre de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/que-es-la-gestion-del-mantenimiento/>
22. M., A. (28 de enero de 2019). *HRTRENDS*. Obtenido de HRTRENDS: <https://empresas.infoempleo.com/hr trends/metodo-5s-como-funciona>

23. Miranda, J., & Toirac, L. (2010). INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD PARA LA INDUSTRIA DOMINICANA. *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXV, 235-290.
24. Montero Vega, J. C., Díaz Rangel, C. A., Guevara Trujillo, F. E., Cepeda Rugeles, A. H., & Barrera Herrera, J. C. (julio de 2013). *Modelo para Medición de Eficiencia Real de Producción y Administración Integrada de Información en Planta de Beneficio*. Bogotá: Publicación del Centro de Investigación en Palma de Aceite.
25. Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. Obtenido de <http://www.alfaomega.com.mx/>
26. Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control* (Primera Edición ed.). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
27. MORENO, A. R. (2010). *MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*.
28. OLARTE C, W., BOTERO A, M., & CAÑÓN A, B. (2010). IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE. *Scientia Et Technica*, vol. XVI, 354-356.
29. Patiño, L. F. (2000). Procesos. *Metal Actual*, 28-32.
30. Render, B., & Heizer, J. (2007). *Administración de la producción*. México, : PEARSON EDUCACIÓN.
31. Román, C. L. (2012). *Costos históricos* (Primera ed.). Estado de México, Viveros de Asís 96, Col. Viveros de la Loma, Tlalnepantla, C.P. 54080, , Mexico: Red Tercer Milenio.
32. Rosso, J., & Gariglio, A. (2016). *Guía de Buenas Prácticas de Implementación de "5s"*. San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
33. Ruiz, R. V. (2013). <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>. Recuperado el 29 de octubre de 2020, de

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>:

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>

34. Talamantes, F. A. (19 de diciembre de 2017). *casasauza.com*. Obtenido de *casasauza.com*: <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/mantenimiento-autonomo-paso-3>
35. Tavares, L. A. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Recuperado el 10 de 11 de 2020, de <https://1library.co/document/wq2d3djy-administracion-moderna-de-mantenimiento.html>:
<https://1library.co/document/wq2d3djy-administracion-moderna-de-mantenimiento.html>
36. TELENCHANA, L. S. (2017). *GESTION DE MANTENIMIENTO*. Babahoyo, Ecuador: Centro de Investigación y Desarrollo Profesional CIDEPRO.
37. Telenchana, L. S. (2017). *GESTION DEL MANTENIMIENTO*. Babahoyo, Ecuador: Centro de Investigación y Desarrollo Profesional CIDEPRO.
38. Zegarra, M. (15 de abril de 2016). *Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>:
<http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2016.v19i1.02>

ANEXOS

Anexo 1: Modelo De Investigación y Proyectos: Dominó

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se aumenta el rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y a la vez se soluciona la problemática en 90%</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Reducir fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>Verificadores: Reportes de rendimientos de la unidad ejecutora; de Gerencia General; encuestas a operarios.</p> <p>Supuestos: La unidad ejecutora adopta el programa de incentivos laborales para incrementar el rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa.</p>

<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</p> <p>Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se reducen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y a la vez se soluciona la problemática identificada en el problema central, en 90%.</p> <p>Verificadores: Reportes de la unidad ejecutora; de Gerencia General; encuestas a operarios.</p> <p>Supuestos: La unidad ejecutora adopta el programa permanente para identificación y localización de fallas en el sistema; se implementa el programa de actualización mensual.</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>“La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se cuenta con el Departamento de Producción como unidad ejecutora. * Se elabora anteproyecto de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de 	

<p>fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo”.</p>	<p>Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p> <p>* Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>	
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa? Sí _____ No_____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa?</p> <p>0-5 años___5-10 años___ Más de 10 años___</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo (por separado)</p> <p>(No aplica)</p>	

<p>c) ¿En cuánto se han fallas incrementado las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa en el último año? 1-10__ 10-20__ Más de 20__</p> <p>Dirigidas al personal operativo del Departamento de Producción.</p> <p>Boletas 9, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con el Departamento de Producción como unidad ejecutora.</p> <p>A1</p> <p>An</p>

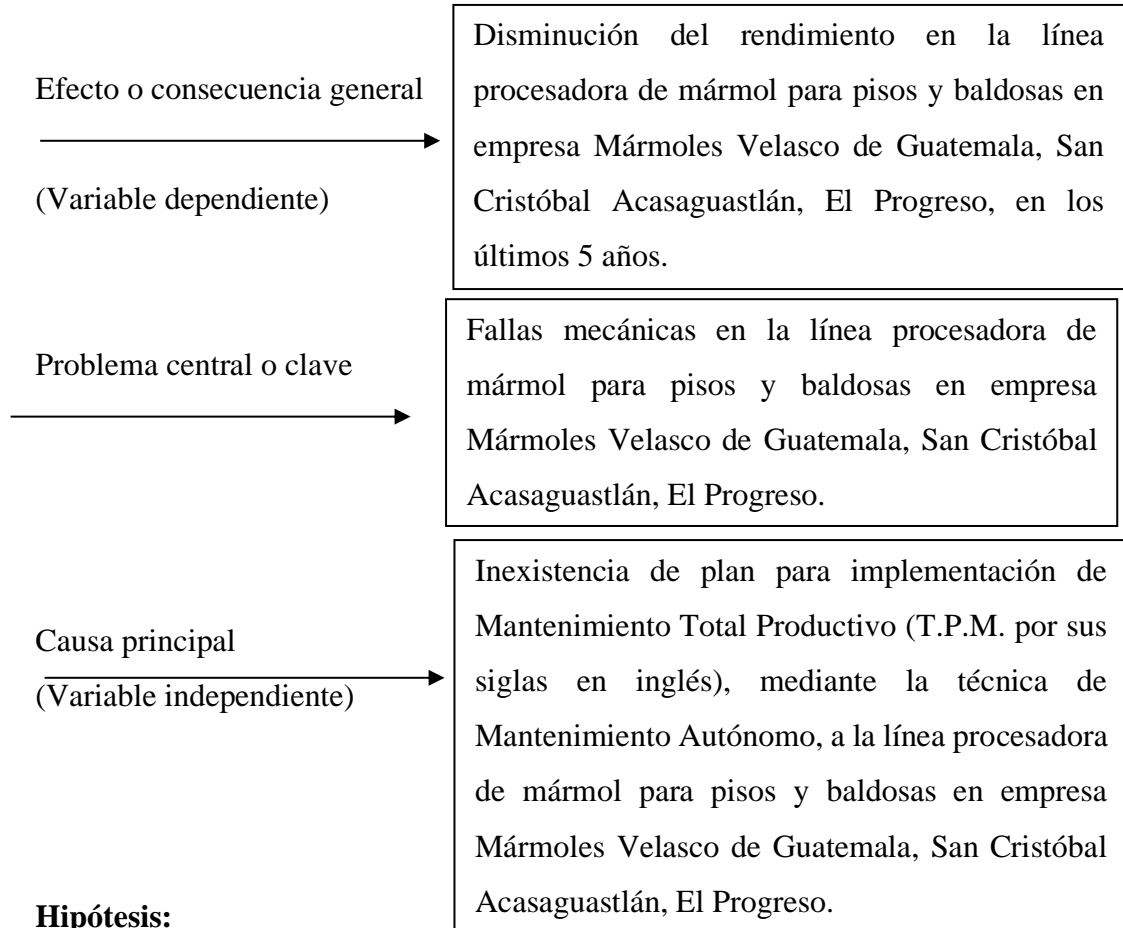
<p>línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa? Sí____ No____</p>	<p>R2: Se elabora anteproyecto de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>
<p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa? Sí____ No____</p>	<p>A1 An R3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado. A1 An</p>
<p>c) ¿Cree usted que la falta de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y</p>	<p>*Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar la tesis. *Utilizar normas APA sexta edición para citas, y bibliografía. *No utilizar gerundios. *Redactar en tercera persona. *Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad. *Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad. *Desde introducción hasta recomendaciones del tomo 1, debe haber mínimo 75 páginas.</p>

<p>baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa? Sí_____</p> <p>No_____</p> <p>Dirigidas a Socios y Gerentes de las siguientes áreas: Gerencia General; Producción.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mármol. 2. Baldosas. 3. Procesamiento de mármol y baldosas. 4. Indicadores de la disminución del rendimiento productivo en procesamiento de mármol y baldosas. 5. Fallas. 6. Fallas mecánicas. 	

<p>7. Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol y baldosas.</p> <p>8. Indicadores de Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol y baldosas.</p> <p>9. Mantenimiento.</p> <p>10. Mantenimiento Total Productivo.</p> <p>11. Mantenimiento Autónomo.</p> <p>12. Plan para implementación de mantenimiento Autónomo.</p> <p>13. Mantenimiento autónomo a línea de procesamiento de mármol y baldosas.</p>	
<p>11) Justificación:</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis de trabajo y árbol de objetivos

Tópico: Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.



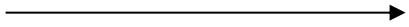
Hipótesis:

“La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo”.

¿Es la inexistencia de plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo causante de disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas por Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso?.

Árbol de objetivos

Fin u objeto general



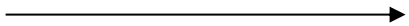
Aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Objetivo específico



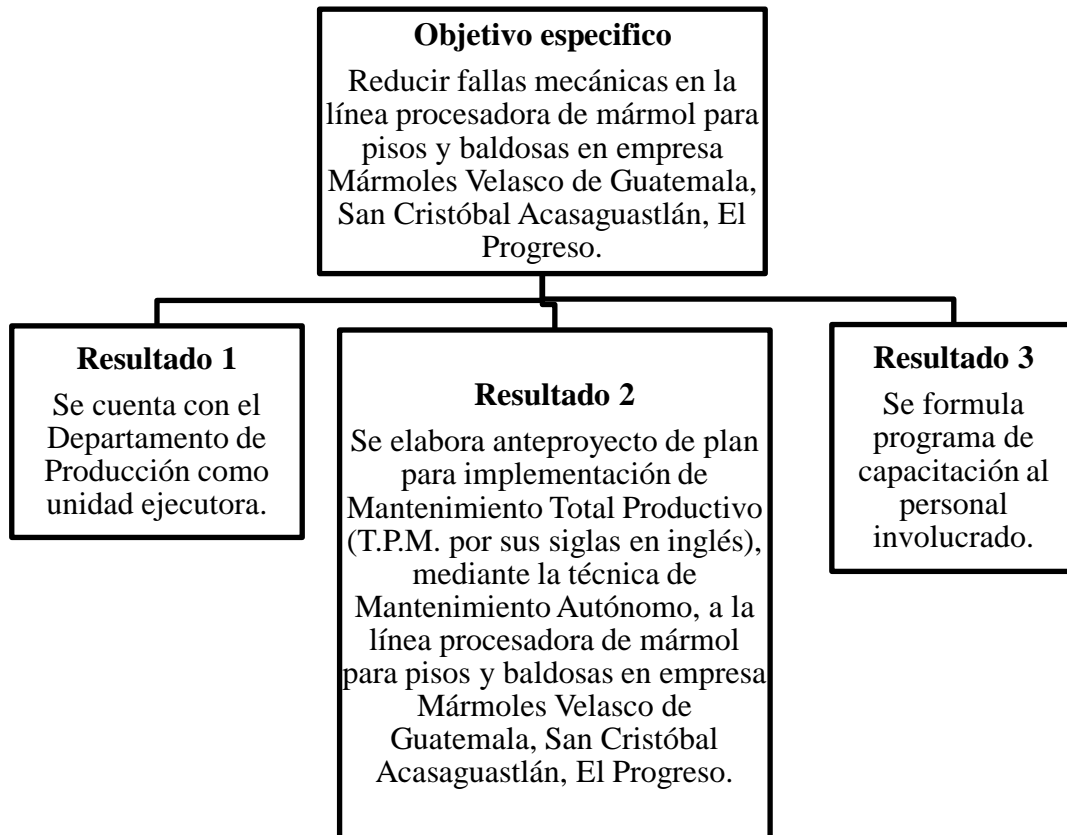
Reducir fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Medio de solución



Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Anexo 3. Diagrama del medio de solucionar de la problemática.



Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años.

Esta boleta está dirigida a dirigidas al personal operativo del Departamento de Producción de la empresa Mármoles Velasco de Guatemala, de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que existe disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa?

Si_____

No_____

2. ¿Qué porcentajes considera representan la baja en el rendimiento en la línea de producción?

De 5% a 10%_____ de 11% 20%_____ más de 20%_____

3. ¿Considera usted que existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa?

Sí _____

No _____

4. ¿Desde hace cuánto tiempo existen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa?

0-5 años _____

5-10 años _____

Más de 10 años _____

5. ¿En cuánto se han incrementado las fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa en el último año?

1-10 _____

10-20 _____

Más de 20 _____

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Esta boleta censal está dirigida a Socios y Gerentes de las siguientes áreas: Gerencia General; Producción con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una "X" la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce si se realiza mantenimiento total a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa?

Si_____

No_____

2. ¿Conoce si existe plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa?

Sí____

No_____

3. ¿Considera usted que es necesario implementar el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa?

Sí_____

No_____

4. ¿Cree usted que la falta de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa, afecta las metas de la empresa?

Sí_____

No_____

5. ¿Reciben capacitaciones sobre Mantenimiento a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas?

Sí_____

No_____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra.

Para la población efecto; y causa, respectivamente, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 9 personas del Departamento de Producción; y 5 profesionales entre Socios y Gerentes de las siguientes áreas: Gerencia General; Producción.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármol Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años.”.

Cálculo de coeficiente de correlación.

Año	X (años)	rendimiento en la línea de pisos y baldosas (producción en m ²)	XY	X ²	Y ²
2017	1	25179	25179.00	1	633982041.00
2018	2	24485	48970.00	4	599515225.00
2019	3	24361	73083.00	9	593458321.00
2020	4	23885	95540.00	16	570493225.00
2021	5	23098	115490.00	25	533517604.00
Totales	15	121008	358262.00	55	2930966416.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	358262
ΣX ² =	55
ΣY ² =	2930966416.00
ΣY=	121008
nΣXY=	1791310
ΣX*ΣY=	1815120
Numerador=	-23810

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

nΣX ² =	275
(ΣX) ² =	225
nΣY ² =	14654832080.00
(ΣY) ² =	14642936064.00
nΣX ² -(ΣX) ² =	50
nΣY ² -(ΣY) ² =	11896016
(nΣX ² -(ΣX) ²)*(nΣY ² -(ΣY) ²)=	594800800.00
Denominador:	24388.53829
r=	-0.976278271

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = -0.97$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Anexo metodológico de la proyección

Año	X (años)	rendimiento en la línea de pisos y baldosas (producción en m ²)	XY	X ²	Y ²
2017	1	25179	25179	1	633982041.00
2018	2	24485	48970	4	599515225.00
2019	3	24361	73083	9	593458321.00
2020	4	23885	95540	16	570493225.00
2021	5	23098	115490	25	533517604.00
Totales	15	121008	358262	55	2930966416.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	358262
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	2930966416.00
$\sum Y=$	121008
$n\sum XY=$	1791310
$\sum X*\sum Y=$	1815120
Numerador de b	-23810
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	-476.2
Numerador de a:	
$\sum Y=$	121008
$b * \sum X =$	-7143
Numerador de a:	128151
a=	25630.2

Fórmulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Proyección sin proyecto, mediante la línea recta por año.

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2022)=	A	+	(b * X)	
Y(2022)=	25630.2	+	-476.2	X
Y(2022)=	25630.2	+	-476.2	6
Y(2022)=	22773			
Y(2022)=	22773 rendimiento en metros cuadrados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2023)=	A	+	(b * X)	
Y(2023)=	25630.2	+	-476.2	X
Y(2023)=	25630.2	+	-476.2	7
Y(2023)=	22296.8			

Y(2023)=	22296.8 Rendimiento en metros cuadrados
----------	---

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2024)=	A	+	(b * X)	
Y(2024)=	25630.2	+	-476.2	X
Y(2024)=	25630.2	+	-476.2	8
Y(2024)=	21820.6			
Y(2024)=	21820.6 Rendimiento en metros cuadrados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2025)=	A	+	(b * X)	
Y(2025)=	25630.2	+	-476.2	X
Y(2025)=	25630.2	+	-476.2	9
Y(2025)=	21344.4			
Y(2025)=	21344.4 Rendimiento en metros cuadrados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2026)=	a	+	(b * X)	
Y(2026)=	25630.2	+	-476.2	X
Y(2026)=	25630.2	+	-476.2	10
Y(2026)=	20868.2			
Y(2026)=	20868.2 Rendimiento en metros cuadrados			

Proyección con proyecto por año.

Año a proyectar	=	Año anterior	+	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y(2021)	+	60%	=
Y (2022)	=	20868.20	+	12520.92	33389.12
Y (2022)	=	33389.12	rendimiento en metros cuadrados		

Y (2023)	=	Y(2022)	+	12%	=
Y (2023)	=	33389.12	+	4006.69	37395.81

Y (2023)	=	37395.81	rendimiento en metros cuadrados
----------	---	----------	---------------------------------

Y (2024)	=	Y(2023)	+	12%	=
Y (2024)	=	37395.81	+	4487.50	41883.31
Y (2024)	=	41883.31	rendimiento en metros cuadrados		

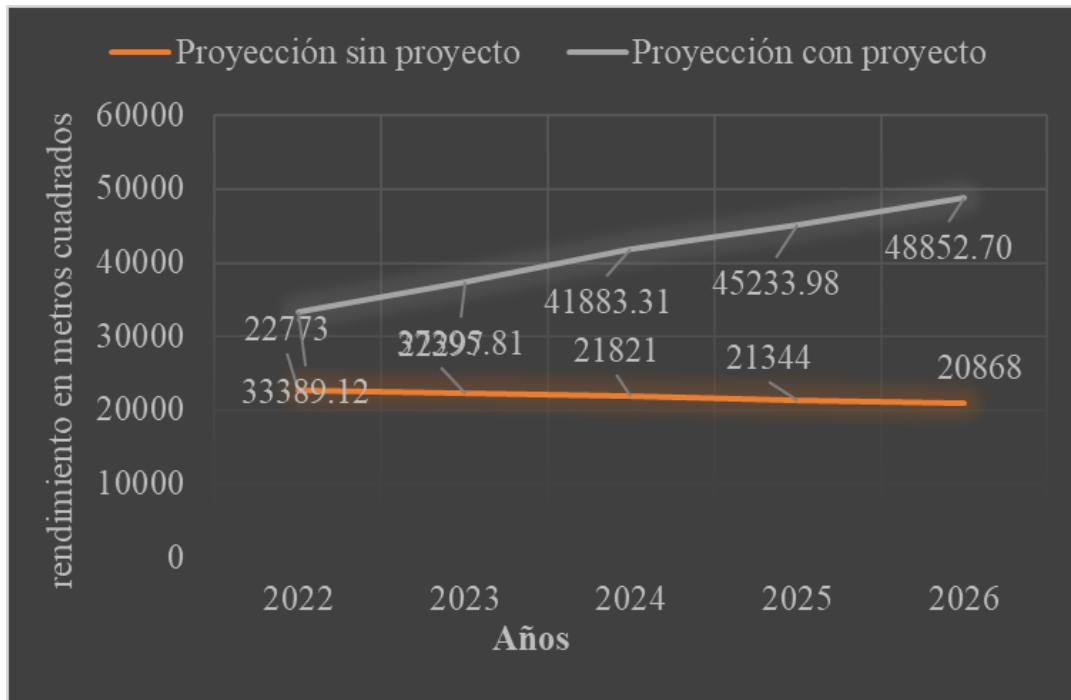
Y (2025)	=	Y(2024)	+	8%	=
Y (2025)	=	41883.31	+	3350.66	45233.98
Y (2025)	=	45233.98	rendimiento en metros cuadrados		

Y (2026)	=	Y(2025)	+	8%	=
Y (2026)	=	45233.98	+	3618.72	48852.70
Y (2026)	=	48852.70	rendimiento en metros cuadrados		

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	22773	33389.12
2023	22297	37395.81
2024	21821	41883.31
2025	21344	45233.98
2026	20868	48852.70

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis:

Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Marco Felipe Flores Santos

TOMO II

PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO TOTAL
PRODUCTIVO (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), MEDIANTE LA
TÉCNICA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, A LA LÍNEA
PROCESADORA DE MÁRMOL PARA PISOS Y BALDOSAS EN EMPRESA
MÁRMOLES VELASCO DE GUATEMALA, SAN CRISTÓBAL
ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciado en Ingeniería Industrial con
énfasis en Recursos Naturales
Renovables.

Prólogo.

De acuerdo a los requerimientos al programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de ingeniero industrial, se lleva a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática Disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, y cumplir con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, contribuyendo a aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Presentación

Este estudio contiene un “Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso”, las actividades de investigación se realizaron durante los meses de junio a octubre del año dos mil veinte por el estudiante de la carrera de ingeniería industrial con énfasis en recursos naturales renovables de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito previo para optar al grado académico de ingeniero industrial de conformidad a los estatutos de esa casa de estudio.

Como medio de solución al problema se hizo un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Índice general

No.	Contenido	pagina
	Prólogo	
	Presentación	
I	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10
	ANEXOS	

I. RESUMEN.

El propósito de la presente investigación es la creación de una propuesta de Plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso”, dedicada a la extracción y procesamiento de mármol el cual es exportado.

En esta empresa se han estado obteniendo rendimientos bajos en lo que a productos terminado concierne, con porcentajes que disminuyen cada vez más debido a la Inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, ya que esta presenta fallas las cuales son las causantes de la problemática.

Se ha determinado que el rendimiento es afectado por la poca aceptabilidad que tiene el producto final al momento de culminar el proceso debido a que se ven características de mala elaboración del proceso ya que la maquinaria procesadora no es asistida de la manera adecuada y el deterioro por el uso excesivo de los abrasivos deja huella o marcas en las duelas de mármol, lo que hace que no puedan ser aceptable, por la misma razón se ve a la baja cada vez mas el rendimiento y mayor el porcentaje de material o duelas de mármol para ser reprocesadas.

Como solución a la problemática es de suma importancia la creación de un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, de tal manera de no contar con dicho plan no se cumplirá con las metas de producción establecidas.

Los rendimientos esta fuera del estándar de tiempo=producción/maquina debido a las condiciones en que se han manejado los procesos y a la presentación de fallas que retrasan y dañan el producto en proceso, por ende, son afectados los rendimientos.

Para dicha investigación se utilizó el método deductivo permitiendo tomar caracteres generales de la línea, además se utilizó la técnica de observación directa permitiendo observar directamente la problemática existente.

I.1 Planteamiento del problema

El presente plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, es debido a la necesidad de cumplir con los rendimientos de producción en la línea requeridos anualmente que se propone dicha empresa año con año.

Debido a las Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, no se han logrado cumplir en su totalidad los rendimientos de producción en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa mármoles Velasco de Guatemala.

La problemática se identifica en el momento de operación justamente cuando se presentan las fallas o parada por desperfectos, los cuales se ven reflejados en la calidad del producto terminado ya que no cumple con la calidad necesaria para ser considerado de calidad, presentando ciertas condiciones entre las cuales la falta del pulido adecuado y marcas generadas por fallas en el proceso no lo permiten. Ya que para ser considerado producto de calidad debe cumplir con ciertos grados de pulido y

estar libre de cualquier marca, ósea debe presentarse con características de buen pulido y alisado de las superficies.

De acuerdo con la investigación realizada se llega a la determinación que con la aplicación del presente plan se obtendrá la eficiencia y eficacia necesaria para que la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa Mármoles Velasco de Guatemala, obtenga los rendimientos bajo estándares según la productividad trabajo/maquina.

En virtud de la problemática anterior resulta indispensable la creación de un plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de mantenimiento autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

I.2 Hipótesis:

Para la determinación de la hipótesis se consideraron los lineamientos establecidos en la universidad Rural de Guatemala, evaluando y considerando los sistemas productivos la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en la empresa mármoles Velasco de Guatemala, por ello queda de la siguiente manera:

“La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo”.

¿Es la inexistencia de plan para implementación de mantenimiento total productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo

causante de disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas por Fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso?

I.3 objetivos

I.3.1. Fin u objeto general

Aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

I.3.2. Objetivo específico

Enfocado al restablecimiento de los estándares y rendimientos de la línea de producción, en este caso la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, el cual es el siguiente:

Reducir fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

I.4 Justificación

Mármoles Velasco de Guatemala S.A., se encuentra ubicada en Aldea El Manzanal del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, con acceso en el kilómetro 103.6 carretera CA-9. La cual se dedica al procesamiento de mármol, de los que se obtienen productos del mármol como: laminados, pisos y baldosas.

Pero se han encontrado con, los rendimientos en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, debido a Fallas mecánicas en la línea dando como resultado

disminución del rendimiento, los cuales son de vital importancia para la empresa ya que se depende de sus rendimientos.

Para determinar lo que debemos hacer para solucionar los problemas encontrados evaluamos las posibles causas y efectos que nos llevan a determinar las inconsistencias dentro de los rendimientos y los procesos, y de la misma forma determinar los métodos a aplicar y conformar así el plan adecuado para contrarrestar las condiciones y así eliminar las causas y evitar la disminución de los rendimientos fortaleciendo los conocimientos de los involucrados y la empresa, ya que quedaran establecidos los procesos junto a él plan de mantenimiento de forma autónoma.

Hoy en día no contar con un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, genera problemas en la línea y no permite con el cumplimiento de las metas.

De tal manera de que no se cuente con un plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas no se logra cumplir dichos rendimientos.

I.5. Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1. Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método

utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

I.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármol Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas, a cuyo efecto, se observaron los rendimientos obtenidos en dicha línea; así como algunas fallas que afectan directa e indirecta a la misma, generando incumplimiento en las metas y retrasos en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.
- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya con una visión más clara sobre la problemática de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa citada, con la utilización del métodos deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo”.

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

I.5.1.2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.
- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 19 personas que laboraban en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa citada; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó **el método de estadístico y el método de análisis**, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

Se comprueba la hipótesis “La disminución del rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, en los últimos 5 años, por fallas mecánicas, es debido a la inexistencia de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo.” con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para las variables Y (efecto); y, X (causa).

Recomendación

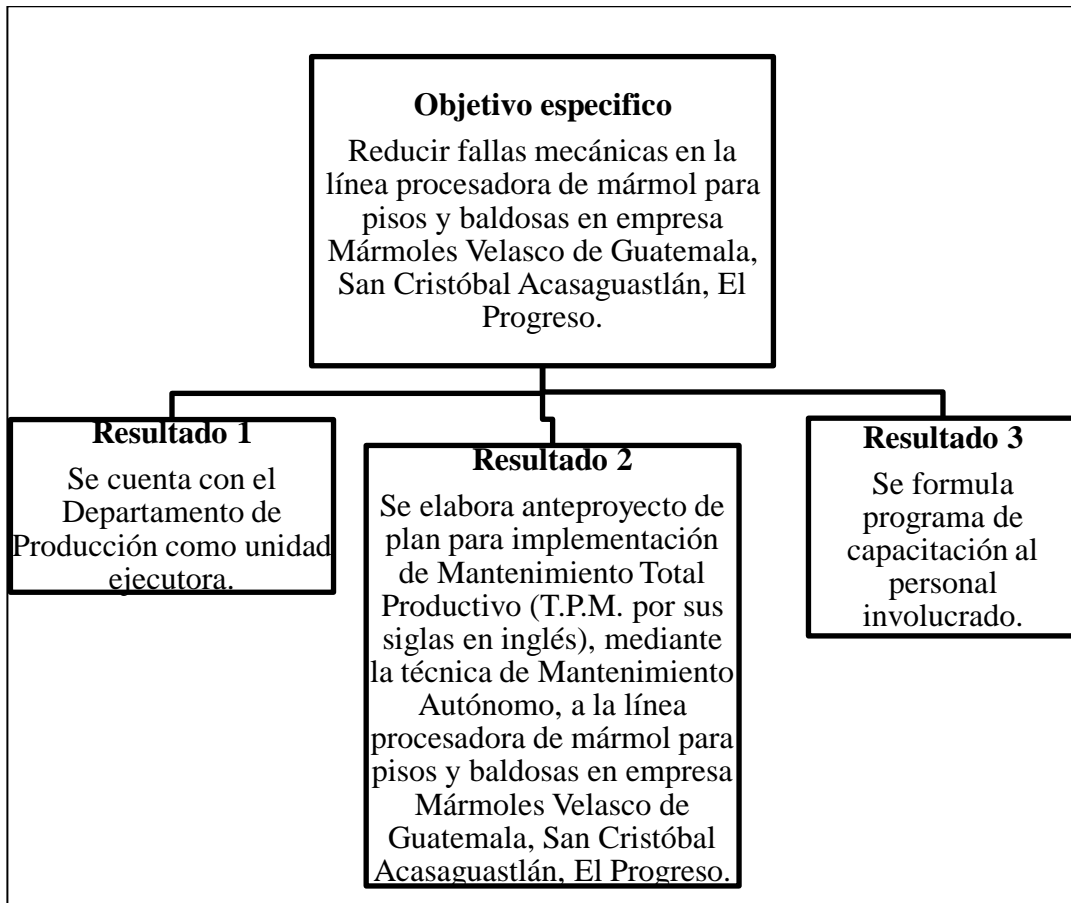
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

ANEXOS.

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

El Departamento de Producción como unidad ejecutora es el encargado de ejecutar el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, con el objetivo de reducir fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Diagrama de medios de solución de la problemática



Resultado 1: Se cuenta con el Departamento de Producción como unidad ejecutora.

Actividad 1: Espacio físico.

Es necesario contar con una oficina de 4 metros cuadrados, ubicada dentro de la planta Procesadora de mármol, para asignarlo al personal como área de reunión y organización.

Actividad 2: Material y equipo.

2 escritorios tradicionales para oficina 1.20 metros.

2 sillas ejecutivas para escritorio, ajuste de altura a gas clase 3.

2 archivero tamaño oficio estándar (vertical, 4 gavetas) con llave de color negro.

1 computadora de escritorio todo en Uno HP i3-8130U 4GB RAM 1TB 21.5" Windows 10 y office 2019.

1 impresora multifuncional Epson EcoTank L5190 tanque de tinta integrado.

1 estantería modular metálica de 2*1 metros con 30cm de ancho y 10 divisiones.

Actividad 3: Personal técnico.

Un supervisor de proceso con el perfil siguiente: que sea ingeniero industrial con conocimiento de procesos, manejo de personal y optimización de la calidad será quien estará a cargo de la unidad ejecutora.

Un técnico operador con el perfil siguiente: mecánico industrial con conocimientos sobre equipo de cómputo.

Un auxiliar operativo con el perfil siguiente: habilidades en operación y mantenimiento.

Actividad 4: Recursos financieros.

La empresa Mármoles Velasco de Guatemala S.A., proporcionará los recursos necesarios para el plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Actividad 1: Implementación de las 5'S.

Acción 1: Clasificar. Los tipos de mantenimientos, los requerimientos para el mantenimiento, y las actividades que permiten la realización del proceso, la ejecución del mantenimiento, la clasificación en actividades prioritarias y mantenimiento ejecutado de forma autónoma y programar el mantenimiento mayor.

Acción 2: Limpiar. Limpiar el área de trabajo tanto el área de oficina como también realizar limpieza generalmente a la maquinaria y su entorno, para ello se debe profundizar ya que no se trata de limpiar sino de evitar que el área de trabajo se ensucie.

Acción 3: Ordenar. En ordenar se refiere buscar el lugar adecuado y accesible para el ordenamiento de las herramientas, los repuestos e insumos, orden en el puesto de trabajo para que la ejecución misma sea adecuada y el operador sea eficiente.

Acción 4: Estandarizar. La realización del mantenimiento menor en cada una de las actividades que involucren el mantenimiento menor en la maquinaria, considerando

los tiempos para la ejecución de los mismos, sincronización de los equipos, estandarizar las operaciones y cada una de las actividades buscando acoplarlas dentro del tiempo determinado como jornada y además buscar que se adapten de forma correcta y definitiva los métodos antes mencionados.

Acción 5. Seguridad. Aplicando principios de seguridad laboral para poder garantizar la implementación y la ejecución correcta, pero sobre todo proteger la integridad física de cada uno de los operadores.

- Asegurar el funcionamiento correcto de los sensores.
Identificar la ubicación de los sensores y comprobar el funcionamiento activando y desactivando la maquinaria para comprobar el bloqueo de la misma al introducir algún objeto.
- Realizar revisión completa y rutinaria del estado de la maquinaria.
Aplicando una revisión completa a la maquinaria y a los niveles de lubricación y engrase en los puntos identificados para ello, utilizando engrasadora y aceiteras según el requerimiento y uso según especificaciones de la maquinaria.
- Asegurar cubiertas de cada una de las secciones de la maquinaria.
Esto consiste en el aseguramiento de las tapas o cubiertas de la maquinaria ubicadas en las secciones donde se encuentra el acceso a los motores, las cuales son removidas para revisión y mantenimiento, estas cubiertas también libran a las partes de programación y manejo de la maquinaria del contacto directo e indirecto del agua que es utilizada para el proceso del pulido, también las cubiertas evitan que el mecanismo sea punto de riesgo en caso de descuido del personal operador de la maquinaria.

- Asegurar el estado físico de cada uno de componentes que cumplen la función de del pulido en la maquinaria.
Consiste en revisar el estado de los abrasivos de cada uno de los motores y asegurar que el estado sea el adecuado para el correcto funcionamiento de la maquinaria y así garantizar la calidad del producto.
- Verificar que se cuente con los requeridos para la realización del mantenimiento necesario para la maquinaria.
- Comprobar la existencia de repuestos y accesorios para mantenimiento actual y futuro, para evitar contratiempos.

Actividad 2. Implementación de mantenimiento autónomo en línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.

Acción 1: Identificación de puntos vulnerables. Puntos donde se hagan más frecuentes las fallas en la maquinaria, tales como motores, rodamientos, fajas transportadoras, tableros de operación y programación, escuadradoras y niveladores de duelas o placas de mármol.

- Verificación de puntos vulnerables. Revisión de cada uno de los puntos de los cuales, si el estado es correcto y sin anomalías de falla, la operatividad de la maquinaria se da a inicio, de lo contrario se coordina el debido mantenimiento.
- Clasificación de daños identificados. Se clasifican en mantenimientos menores a realizar por la unidad ejecutora o en mantenimientos mayores los cuales se direccionan al área de mantenimiento.

- Boleta para direccionar a mantenimientos mayores. Se elabora boleta para direccionar los mantenimientos mayores describiendo los requerimientos del mismo.

Acción 2: Pasos para la realización del mantenimiento autónomo. Se ubican los puntos vulnerables a requerir cualquier tipo de mantenimiento menor y se procede a realizar el mismo de manera técnica y velando por la seguridad del ejecutor.

- Inspección autónoma, lista de verificación del mantenimiento autónomo.
- Solicitud de herramienta; equipo y repuestos. Se solicita por medio de boleta para requerimientos en maquinaria, lo necesario para llevar a cabo el mantenimiento menor, esta detalla la herramienta, equipo y repuestos.
- Cambio de piezas permitidas dentro del mantenimiento autónomo. Ejecutar el cambio de las piezas en caso de no ser o requerir mantenimiento mayor.

Acción 3: Pruebas post-mantenimiento. Verificación de la correcta realización de la operación con el mantenimiento realizado o verificación del punto con vulnerabilidad asistida y comprobación de la operatividad en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas. Esto consiste en garantizar si con el mantenimiento efectuado, se da solución a la falla o desperfecto encontrado.

Resultado 3. Se formula programa de capacitación al personal involucrado.

Actividad 1. Convocatoria.

- Al personal operativo de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas.
- Al personal de mantenimientos mayores.

Actividad 2. Metodología.

- La metodología será la siguiente: Charlas, proyección y talleres para una explicación más detallada.

Actividad 3. Frecuencia de la capacitación:

- constará de dos horas cada semana por dos meses
- luego reuniones de 2 horas cada mes.

Temas a capacitar.

Implementación de metodología de las 5'S

Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés).

Mantenimiento Autónomo.

Elaboración de reportes de mantenimientos.

Manejo de los repuestos y aprovechamiento de los recursos.

Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

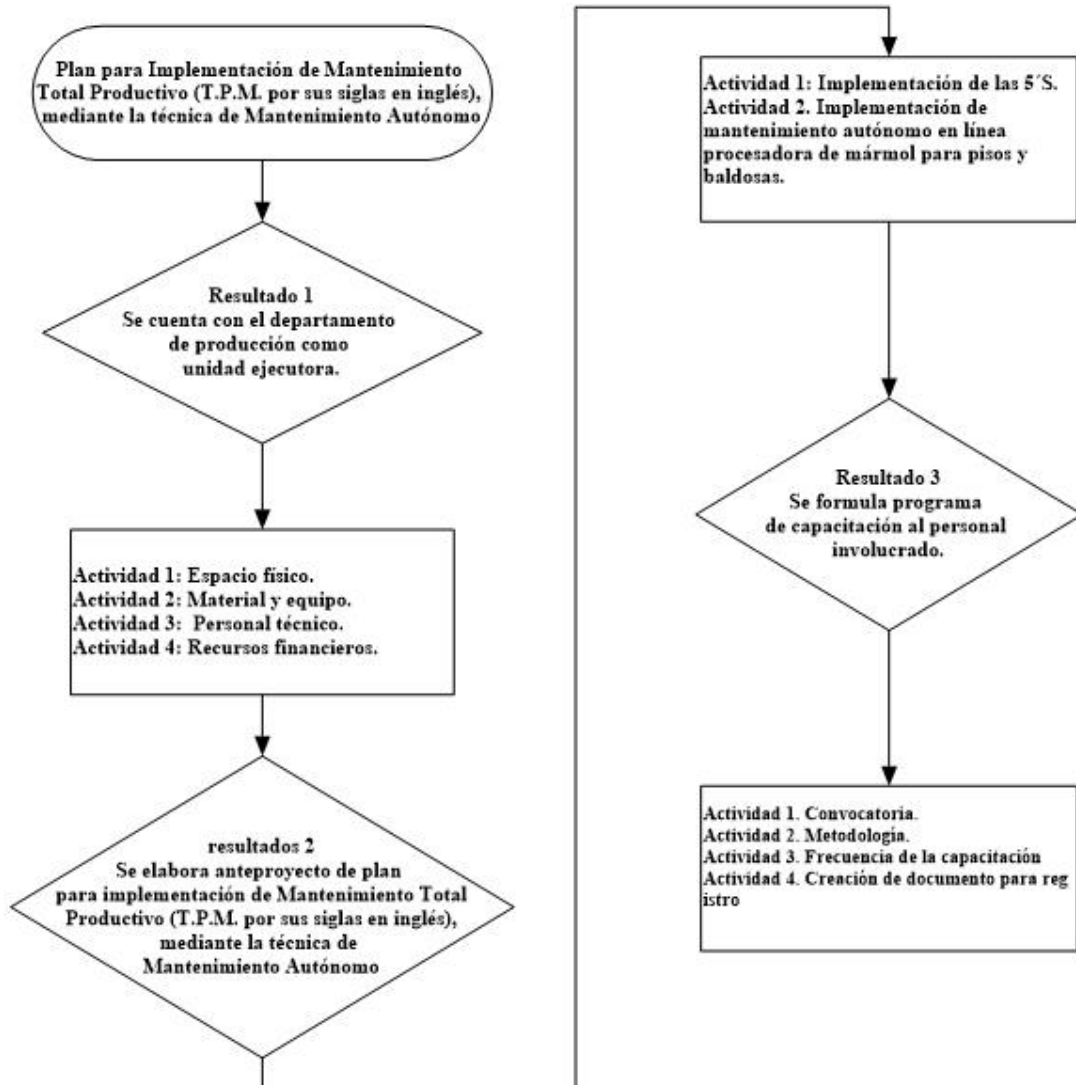
Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general: Aumentar rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>Al primer año de ejecutada la propuesta, se aumenta el rendimiento de la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y a la vez se soluciona la problemática en 90%</p>	<p>Reportes de rendimientos de la unidad ejecutora; de Gerencia General; encuestas a operarios.</p>	<p>La unidad ejecutora adopta el programa de incentivos laborales para incrementar el rendimiento en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas de la empresa.</p>
<p>Objetivo específico: Reducir fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>	<p>Al primer año de ejecutada la propuesta, se reducen fallas mecánicas en la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas y a la vez se soluciona la problemática identificada en el problema central, en 90%.</p>	<p>Reportes de la unidad ejecutora; de Gerencia General; encuestas a operarios.</p>	<p>La unidad ejecutora adopta el programa permanente para identificación y localización de fallas en el sistema. Se implementa el programa de actualización mensual.</p>

<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con el Departamento de Producción como unidad ejecutora.</p>			
<p>Resultado 2:</p> <p>Se elabora anteproyecto de plan para implementación de Mantenimiento Total Productivo (T.P.M. por sus siglas en inglés), mediante la técnica de Mantenimiento Autónomo, a la línea procesadora de mármol para pisos y baldosas en empresa Mármoles Velasco de Guatemala, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.</p>			
<p>Resultado 3:</p> <p>Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>			

Fuente: Flores, M., septiembre 2020

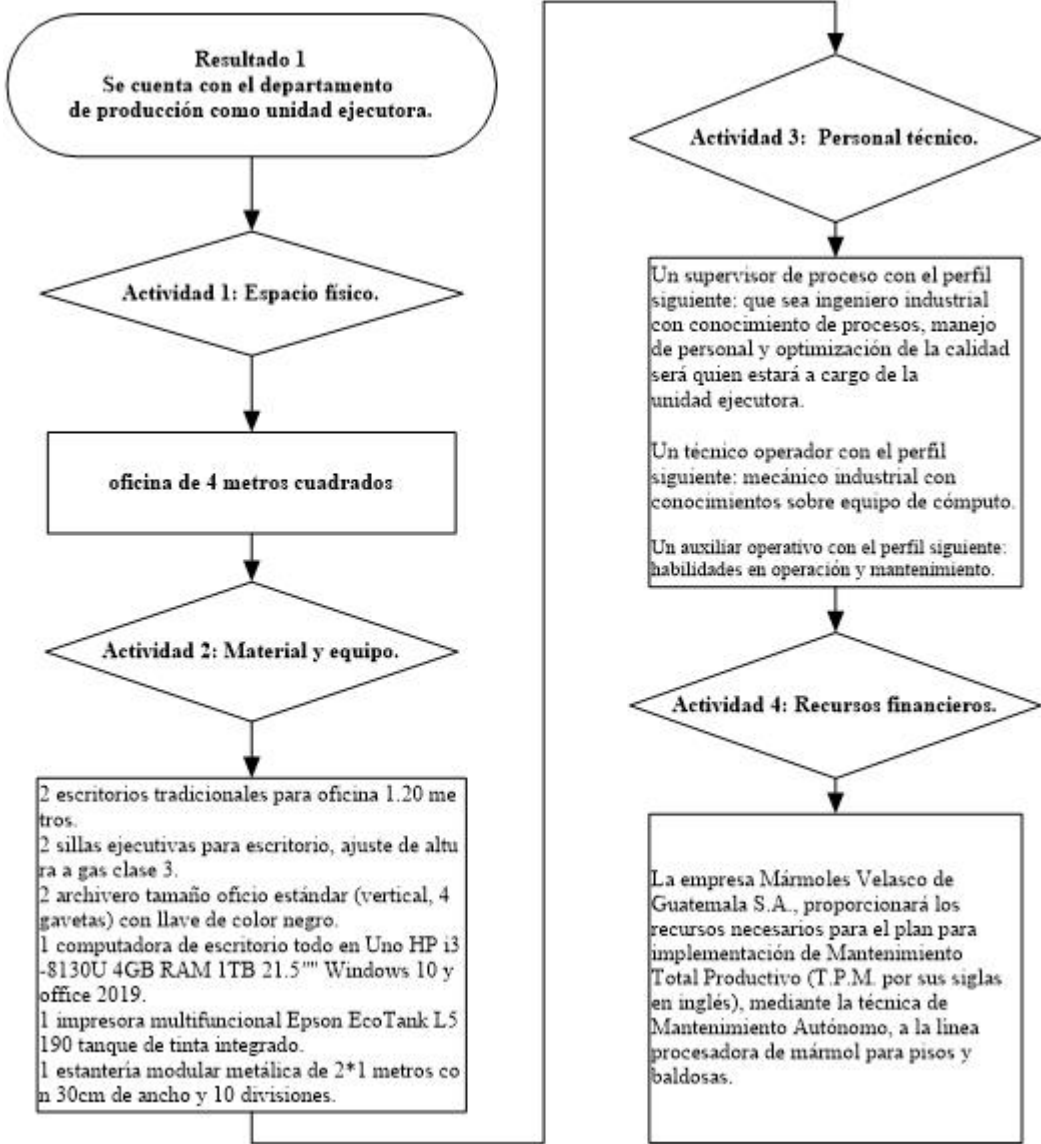
Anexo 3 otros anexos

Flujograma 1. Propuesta para la solución de la problemática.



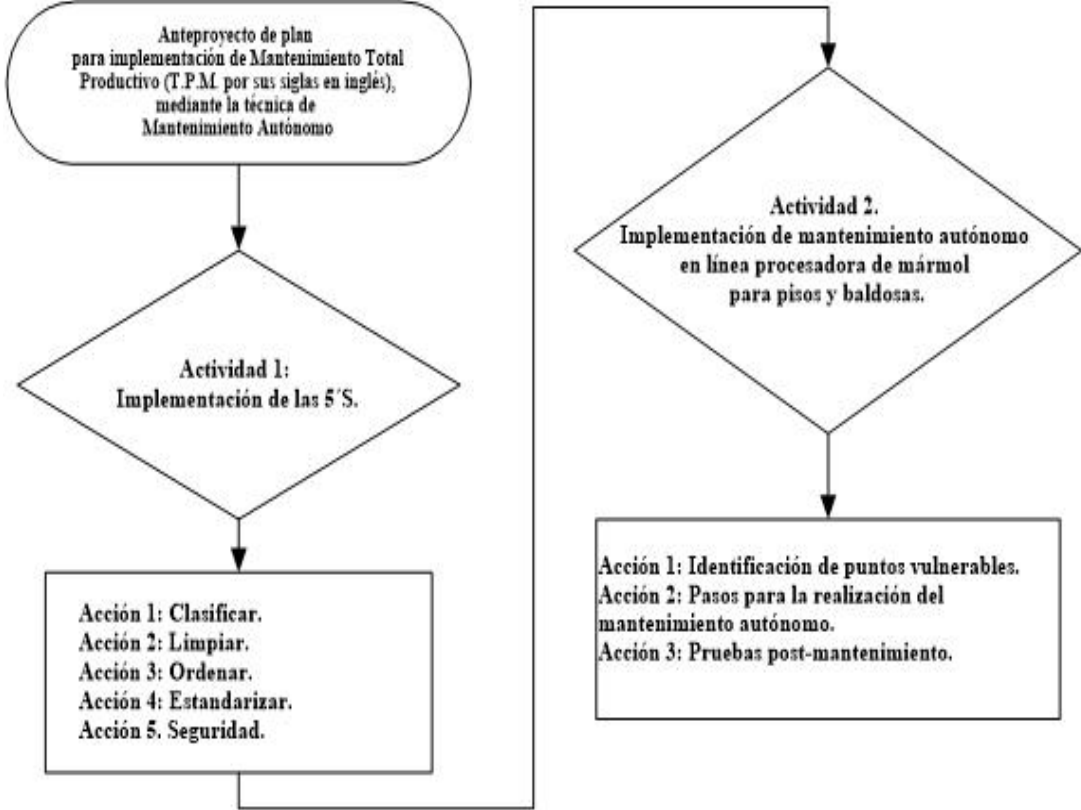
Fuente: Flores, M., septiembre 2020

Flujograma 2. Resultado 1



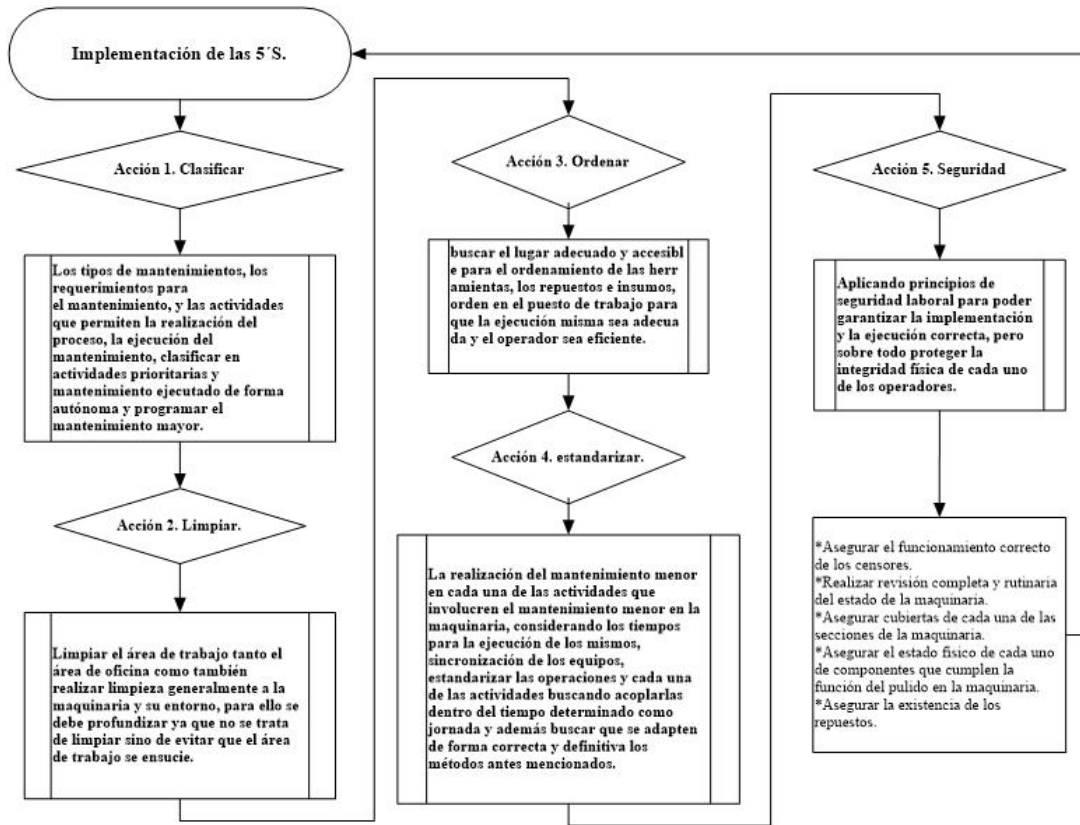
Fuente: Flores, M., septiembre 2020

Flujograma 3. Resultado 2 de la propuesta.



Fuente: Flores, M., septiembre 2020

Flujograma 3. Implementación de las 5 “s”.



Fuente: Flores, M., septiembre 2020