



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DE ESTRATEGIA SMED PARA LA
PRODUCTIVIDAD DE GRANITE & MARBLE
SOLUTIONS PERÚ E. I. R. L. 2019”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Walter Oswaldo Estacio Rodriguez

Asesor:

Ing. Mg. Carlos Enrique Mendoza Ocaña

Trujillo – Perú

2021

DEDICATORIA

A *Dios*

Por guiar mis pasos y darme fortaleza ante las adversidades, para seguir adelante en mi vida personal, familiar y profesional.

A mi esposa: *Gavi Corcuera Castillo*

Por su comprensión y su apoyo incondicional, en mi camino profesional, para continuar superándome en los retos académicos y proyectos de desarrollo familiar.

A mi hija: *Luciana Isabella Estacio Corcuera*

Quien es la razón de mi inspiración y motivación constante, dejándole como ejemplo de vida el esfuerzo y la honestidad para la superación personal.

A mis Padres y Hermanos.

Que, a pesar de las circunstancias, fueron participes de mi superación y parte de mi vida, a los cuales agradezco, por ser también motivo de alcanzar mis objetivos profesionales.

Walter Oswaldo Estacio Rodríguez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte; de manera especial al personal docente y a mi asesor el Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña, por brindarme su asesoramiento, comprensión y empatía con sus orientaciones pertinentes para realizar la presente investigación; a mis compañeros por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Realidad problemática.....	9
1.2 Problema.....	38
1.3 Objetivos.....	38
1.4 Hipótesis.....	39
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	41
2.1. Tipo de investigación.....	41
2.2 Variables operacionalización.....	41
2.3 Materiales, instrumentos y métodos.....	43
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	43
2.5 Procedimiento.....	44
2.6 Aspectos éticos.....	44
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	46
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	65
4.1 Discusión.....	65
4.2 Conclusiones.....	69
REFERENCIAS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Operacionalización de variables independiente procesos de marketing.</i>	43
Tabla 2: <i>Brecha de rentabilidad durante el año 2018</i>	46
Tabla 3: <i>Productividad en base al gasto de personal</i>	47
Tabla 4: <i>Productividad en base al tiempo proceso para un promedio de 20 proyectos mensuales.</i>	47
Tabla 5: <i>Tabla de tiempo de proceso de proyecto</i>	49
Tabla 6: <i>Costos de personal y etapas</i>	50
Tabla 7: <i>Resume los costos.</i>	51
Tabla 8: <i>Nuevo esquema de tiempo.</i>	59
Tabla 9: <i>Comparación de tiempo</i>	60
Tabla 10: <i>Productividad de tiempo.</i>	61
Tabla 11: <i>Utilidad por hora hombre.</i>	61
Tabla 12: <i>Utilidad por empleado-proyecto.</i>	61
Tabla 13: <i>Prueba t-Student para muestras relacionadas.</i>	63

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Tipos de tableros	24
<i>Figura 2:</i> Colores de melamina.....	25
<i>Figura 3:</i> Fibra de densidad media (MDF),	27
<i>Figura 4:</i> Aglomerado sin cubrir (durpanel).....	28
<i>Figura 5:</i> Enchapados	29
<i>Figura 6:</i> Tipos de tapacantos	30
<i>Figura 7:</i> Tipos de bisagras.....	31
<i>Figura 8:</i> Sistema de montaje	31
<i>Figura 9:</i> Tres ajustes para nivelar la puerta.....	32
<i>Figura 10:</i> Carrilera para cajones de extracción parcial	32
<i>Figura 11:</i> Instalación de carrilera de extracción parcial.....	33
<i>Figura 12:</i> Carrilera de extracción completa	34
<i>Figura 13:</i> Instalación de carrilera de extracción completa	34
<i>Figura 14:</i> Cargadores de entrepaños	36
<i>Figura 15:</i> Topes para puertas	36
<i>Figura 16:</i> Unión con minifix	38
<i>Figura 17:</i> Descripción de proceso	48
<i>Figura 18:</i> Máquina de corte.....	51
<i>Figura 19:</i> Máquina de contorneado	52
<i>Figura 20:</i> Nuevo proceso SMED	53
<i>Figura 21:</i> Cocina de melamina básico rentabilidad estándar.	53
<i>Figura 22:</i> Cocina de melamina y granito mayor rentabilidad.	54
<i>Figura 23:</i> Cocina de melamina, granito, vidrio, mayor rentabilidad.....	54
<i>Figura 24:</i> Diseño, software y simulación para que el cliente vea.	54
<i>Figura 25:</i> Requerimiento de melamina y accesorios.....	55
<i>Figura 26:</i> Procedimiento de armado.....	57
<i>Figura 27:</i> Diseños que duran 1 día y 3 días.....	58
<i>Figura 28:</i> Personal armando closet en obra.....	58
<i>Figura 29:</i> Utilidad por empleado-proyecto.	62

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar el impacto de la aplicación de una estrategia SMED en la productividad de Granite & Marble Solutions Perú EIRL 2019. Fue de tipo aplicada de diseño pre experimental. La población – muestra estuvo compuesta por los proyectos de la empresa en los periodos Enero – abril 2019 (pre test) y junio-setiembre 2019 (postest). Como instrumento se utilizó la ficha de revisión documental de productividad en el periodo de estudio, ficha de observación proceso de fabricación proyectos de melamina. Sobre el nivel de productividad antes de implementación de una estrategia SMED este fue 12% debajo de la esperada tanto en el personal como de los equipos productivos, esto se tradujo en una reducción del 38% de la utilidad esperada. Sobre los factores de productividad en el proceso productivo se encontró que muchas áreas por la naturaleza del negocio no se pueden usar constantemente por lo que esta maquinaria y personal es improductiva, por otro lado, los proveedores de melamina lo procesan (cortan, pegan cantos, perforan) por un precio muy cómodo en el momento de comprar la materia prima. Sobre el diseño e implementar la herramienta SMED en Granite & Marble Solutions Perú EIRL, para evitar las demoras en cambio de trabajo, se planteó tercerizar el proceso de corte, pegado de cantos, perforados) a la hora de comprar el material, eliminando la improductividad del personal y maquinaria. Respecto a la comparación y validación de la productividad después de la aplicación de la herramienta SMED en Granite & Marble Solutions Perú EIRL, se redujo el tiempo de proyecto de 30.85 horas a 6.35 horas, por otro lado, el personal se redujo de 15 antes del proyecto a 11 después del proyecto. Respecto a la utilidad por hora hombre este se incrementó de S/. 207.7 a S/. 464.8 es decir se incrementó en 123%. Se comparó la utilidad mensual promedio por proyecto y la utilidad por empleado entre el año 2018 (antes de la herramienta) y 2019 (después de la aplicación de la herramienta) mediante la prueba de t-Student encontrándose diferencia estadística entre la utilidad antes y la utilidad después, lo que valida nuestra hipótesis de investigación que la aplicación de estrategia SMED incremento la productividad.

Palabras clave: SMED - productividad – Muebles de Melamina

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the impact of the application of a SMED strategy on the productivity of Granite & Marble Solutions Peru EIRL 2019. The research was applied from a pre-experimental design. The population - sample was made up of the company's projects in the periods January - April 2019 (pre-test) and June-September 2019 (post-test). The instrument used was the document review sheet of productivity in the study period, observation sheet of the melamine manufacturing process. Regarding the level of productivity before the implementation of a SMED strategy, this was 12% below that expected in both personnel and productive teams, this translated into a 38% reduction in expected profit. Regarding the productivity factors in the production process, it was found that many areas due to the nature of the business cannot be used constantly so this machinery and personnel is unproductive, on the other hand, melamine suppliers process it (they cut, glue edges, perforate) for a very comfortable price when buying the raw material. Regarding the design and implementation of the SMED tool in Granite & Marble Solutions Peru EIRL, to avoid delays in job change, it was proposed to outsource the process of cutting, gluing of edges, perforations) when buying the material, eliminating unproductiveness of personnel and machinery. Regarding the comparison and validation of productivity after the application of the SMED tool in Granite & Marble Solutions Peru EIRL, the project time was reduced from 30.85 hours to 6.35 hours, on the other hand, the staff was reduced from 15 before the project to 11 after project. Regarding the profit per man hour, this increased from S / . 207.7 to S / . 464.8, that is, it increased by 123%. The average monthly profit per project and the profit per employee between 2018 (before the tool) and 2019 (after the application of the tool) were compared by means of the t-Student test, finding statistical difference between the profit before and the utility later, which validates our research hypothesis that the application of the SMED strategy increased productivity.

Keywords: SMED - productivity - Melamine Furniture

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

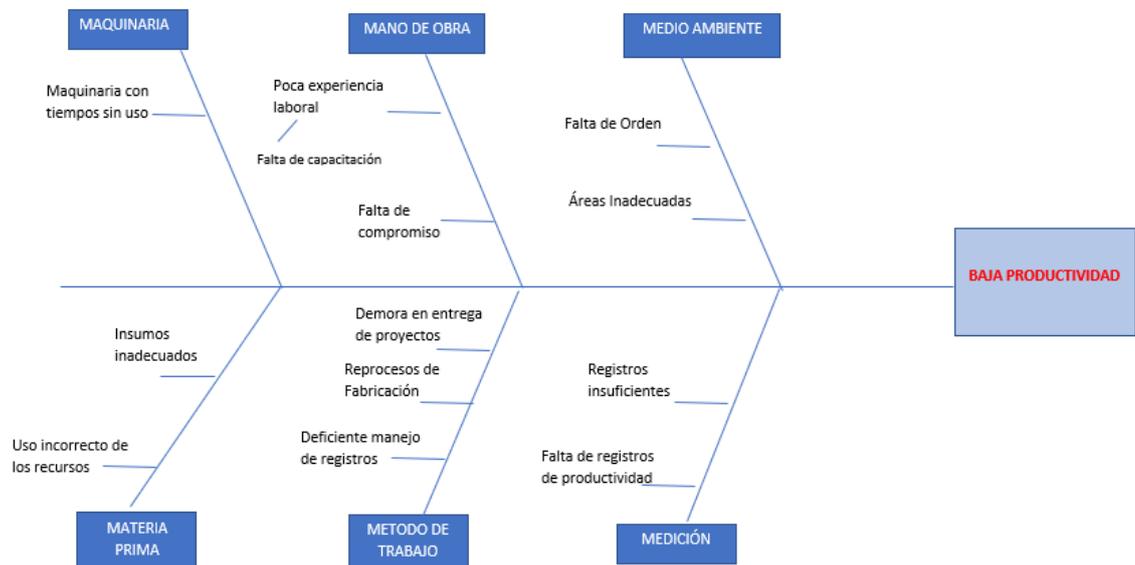
1.1 Realidad problemática

Uno de los principales problemas de las MYPES que producen productos personalizados son sus pequeñas producciones y la variabilidad de estas en diferentes modelos para entrega en tienda o armado en obra lo que lleva a muchas pérdidas de tiempo durante los cambios de producción afectando la productividad. (Unternborn, 2011). Cualquier programa de mejora de procesos tiene como finalidad cumplir y superar las demandas del cliente al menor costo (Moxan y Greatbanks, 2001).

A nivel nacional las MYPES de productos y servicios especializados como instalaciones sanitarias, eléctricas, construcciones de driwal, Melamina, armado de escenarios, eventos, proyectos publicitarios, entre muchos tienen que enfrentar la competencia lo que ha puesto en seria desventaja a los pequeños productores que no pueden competir con las marcas instaladas, lo que requiere constante incremento de la productividad de sus procesos, pues las materias primas cuestan igual para todos. (Braglia et al., 2006)

A nivel local, Trujillo y la región la Libertad es una de las que más ha desarrollado en la industria de la construcción, no solo en cantidad, sino en calidad, con ello también creció la demanda de muebles empotrados y acabados de melamina, para las habitaciones, cocinas, construcciones de driwall para ambientes, de hoteles centros comerciales, un amplio mundo de oportunidades para el diseño y mueblería interna lo que motivó la creación de la empresa Granito – Cuarzo – Mármol Solutions Perú EIRL, crezca y se desarrolló en el segmento de alta gama la misma que ha visto en los últimos años crecer sus ventas, pero también sus sobrecostos, debido al incremento de volúmenes de producción que hacen necesario se busquen herramientas para mantener la productividad.

Diagrama Ishikawa



Elaboración propia

A nivel internacional destacó Unterborn (2011) con su tesis “Un estudio de un programa de intercambio de troquel de un solo minuto apoyado por la gestión (SMED) para la industria del embalaje flexible”, tuvo como objetivo determinar la eficacia de la herramienta SMED en los cambios de productos en una fábrica de embalajes flexibles” sus resultados muestran que la participación directa del equipo directivo fomenta el pensamiento creativo, la respuesta inmediata a ideas o problemas, y las correcciones al proceso, lo que potencialmente podría hacer que las implementaciones sean menos efectivas o fracasar. Una de las principales razones por las que los proyectos no respaldados por la administración no son tan efectivos o fracasan después del primer año es que muchas empresas contratan desde el exterior, capacitan sólo de inmediato al proceso empleado, dan una nueva manera "probada" de realizar tareas diarias y luego se van. Esto resultará en mejoras rápidas en el proceso, pero los datos y los hábitos de los empleados eventualmente regresan a donde comenzó mientras el trabajo subraya obligar a los empleados a apresurar un proceso o a medida que surgen preguntas y no se responden las personas recurren a lo que se sienten cómodos con y saber hará el trabajo. Frente a esta circunstancia concluye que la herramienta SMED es una metodología eficaz para evitar la pérdida de tiempo en el cambio de matrices para

la producción de envases, habiendo demostrado ahorro en tiempo productividad de maquinaria y horas hombre.

Este trabajo es de particular importancia por cuanto aporta la metodología de cambios de formato y los beneficios de productividad de la maquinaria y recursos humanos algo que buscamos en nuestra investigación, aportando metodología y modelos de evaluación de productividad y costos.

Carrizo y Garcez (2013) en su artículo de revista científica *“Implementación de la metodología Single Minute Exchange of Die (SMED) en pequeñas y medianas empresas: Un estudio de caso portugués”*, el objetivo principal de este artículo es proporcionar una implementación de estudio de caso perspicaz que aborde este tema poco estudiado: la implementación de SMED en una espuma de poliéster de poliuretano de procesamiento de pymes. El estudio de caso tuvo lugar en 2010 en una empresa manufacturera que empleaba a 140 personas en el norte de Portugal. Se desplegó un estudio de caso que enfatizaba una visión basada en procesos de las operaciones de configuración en un Looper, una máquina que transforma bloques de espuma de sesenta y veinte metros de largo en rollos. La principal conclusión de este estudio es que, mediante la implementación de técnicas SMED, la empresa logró eliminar las actividades de despilfarro y valor no añadido por encima de 240 k, que consisten en aproximadamente el 0,9 % del volumen de ventas de la empresa.

Este antecedente aporta justificación a nuestra investigación, en particular porque como señala el autor, muchas MYPES consideran que las herramientas Lean son para grandes industrias, siendo ellas las que más requieren, por su necesidad de productividad y reducción del costo fijo de mano de obra, que es lo que trata de lograr nuestra investigación.

Nacional

A nivel nacional destacaron Retuerto et al. (2016) con su tesis *“Propuesta aplicación de herramienta TOC - SMED en la línea de producción sólidos de una empresa farmacéutica”*, tiene como objetivo analizar los indicadores de la unidad de fabricación; identificar restricciones que no le faciliten satisfacer el 100% de

su demanda. Además, se propone una propuesta para mejorar las líneas de producción para su implementación. Para hacer esto, el Dr. Eliyahu Gokdrat, creador del método que permite el uso correcto de la herramienta para obtener resultados positivos, desarrolló la identificación de las opciones de mejora utilizando la herramienta de teoría de restricciones (TOC). Desde la planta en la que se desarrolló la selección y el análisis del presente estudio, se examinaron las tres líneas de producción: sólidos; semiconductores y líquidos, con los siguientes factores: pedidos no atendidos, cumplimiento del cronograma de producción, variedad de procesos, incidentes. Con base en los resultados de las tres líneas mejor calificadas, se observó que la que tiene el porcentaje más alto es la línea continua. Además, para enfocar un análisis fino en cada proceso de producción, se examinaron las siguientes variables de restricción: paradas frecuentes para mantenimiento correctivo, paradas para cambiar mesas, tiempos de ajuste, proceso de limpieza, paradas de calibración. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la línea sólida tuvo el valor de productividad más bajo con un 38.3% de tiempo de llenado, mientras que la línea líquida tuvo un 73.7% y la del semisólido 73.6%. En este sentido, debe tenerse en cuenta que los tiempos de llenado son los tiempos de conversión reales requeridos para cada producto; después de la selección, se determinó que la línea continua será el tema de estudio en esta tesis. Analizando las paradas, se pudo apreciar que durante los meses de junio, julio y agosto; aquellos con el mayor conocimiento del tiempo disponible deben dejar de cambiar las mesas, los tiempos de limpieza y corregir el mantenimiento. Este antecedente es uno de los principales contribuyentes a nuestra investigación, ya que aporta a la construcción de indicadores y, sobre todo, las limitaciones, como es bien sabido, pueden tener muchas ideas, pero siempre hay limitaciones para superar o mitigar, una de ellas es una cuestión de tiempo, manteniendo la organización y el personal, entre otros. Factores que afectarán la efectividad de la implementación de la herramienta SMED, el uso de esta herramienta se basa en un flujo de indicadores adecuado y coordinado, para que quienes la implementen puedan usarla sin problemas, que es lo que estamos buscando en nuestro proyecto de investigación

Huerta (2017) en su tesis *“Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED”*, tuvo como objetivo desarrollar una propuesta para la reducción del tiempo en el cambio de formato en una línea de envasado de desodorantes en rollón, para ello se aplicará las 4 etapas de la metodología SMED, en la primera etapa, se busca la información para saber cuál es el estado actual del cambio de forma, luego, en la segunda etapa, las actividades se clasifican de acuerdo con definiciones teóricas, para diferenciar directamente el tiempo de cambio de forma. La tercera etapa aplica las técnicas de convertir las actividades en interiores en actividades al aire libre y la cuarta etapa corresponde a un análisis detallado de cada actividad en interiores que busca minimizar el tiempo requerido para realizarla. Después de completar estos pasos, se determina el momento óptimo para realizar el cambio de formato. Finalmente, el impacto financiero se evalúa a través del costo de implementación, el ahorro anual y el análisis de flujo de efectivo.

Este antecedente es de particular aporte en el sentido de que aporta una metodología para el diseño a través de etapas, aportando una guía metodológica para el análisis de proceso, descomposición, estudio de alternativas, adecuación e implementación. Otro aporte significativo es su aplicación es la metodología de evaluación económica de la implementación de la propuesta que será de gran utilidad en nuestra investigación

Sifuentes (2017) en su tesis *“Mejora de la productividad en una empresa de empaques flexibles aplicando la herramienta Single Minute Exchange (SMED)”*, su propósito era usar la herramienta SMED para mejorar la productividad y concluyó que la productividad en el proceso de impresión se incrementó, minimizando el tiempo de inactividad mediante la implementación de la herramienta SMED, logrando excelentes resultados, con reconocimiento y total cumplimiento de la Administración general. Con el desarrollo del sistema SMED, se proponen nuevos cambios en las actividades manuales, que también mejoran el esfuerzo físico al eliminar movimientos innecesarios y también contribuyen a mejorar los procesos ambientales, siempre buscando la mejora continua de los procesos, rompiendo patrones y cambiando la mentalidad. Incluso es uno de los

objetivos de la metodología "lean", poder impulsar la competitividad interna mediante la entrega de mejores resultados. Un plan de mejora continua es progresivo, se crea un cronograma, se ejecutan las acciones tomadas y las acciones deben seguirse de manera responsable y la fecha de entrega de la acción, este es un papel importante para la efectividad de la ejecución de la herramienta. Implementado a través de pautas de trabajo, el nuevo método de cambio de producto, que no solo servirá al nuevo personal entrante, sino que también es un sistema que es la base para cualquier cambio o modificación futura que se desee; se realizaron en varios procesos. Siempre hay un mejor método de trabajo. También es importante concluir que existe un gran obstáculo para la resistencia al cambio, esta es una gran oportunidad para alentar el trabajo en equipo y el liderazgo, ya que requiere una gran coherencia y seguimiento por parte del líder y que un equipo crecerá, tanto fuera como fuera. entonces esta es una herramienta viable con el tiempo, porque si no es así, el índice puede mejorar, pero tal vez solo serán números ocasionales y no verá la mejora real con el tiempo. El desarrollo tecnológico es un factor de competitividad que logra diferenciar una organización en el sector industrial donde se está desarrollando. Sin embargo, a veces se cree que la tecnología resolverá los problemas del proceso al reemplazar el análisis de factores humanos y la creatividad. La inversión en tecnología es necesaria para ser competitiva, pero debe complementar los procesos documentados, estructurados, analíticos y estandarizados. Por último, este proyecto muestra una metodología aplicada a una empresa industrial para buscar mejoras en su productividad. También puede servir a muchos estudiantes y colegas interesados en mejorar los procesos.

Esta tesis es de gran valor por cuanto aporta la involucración de la gerencia y los resultados extraordinarios, en particular por cuanto detrás del proceso SMED están los demás procesos de la empresa que son mercadotécnica, logística, administración desarrollo de KAMBAN, JIT con los proveedores y sobre todo los flujos económicos de los clientes y hacia los proveedores que hacen que el negocio sea competitivo y pueda tener una productividad.

Flores (2017) en su tesis *“Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED, y 5S, en una empresa de confecciones”*, con el objetivo de implementar las herramientas lean "5S" y SMED para mejorar los procesos textiles, concluyó que, con la implementación de propuestas de mejora, la producción aumentó en 140 polos por mes, más del doble de la cantidad actual de productos. Además, el tiempo de corte se reduce del 38.07% al 10% del tiempo total de producción. El tiempo de fabricación de la unidad se reduce en un 15%, lo que significa que los postes se fabrican en menos tiempo, lo que aumenta la productividad. Este análisis realizado para la producción de postes se aplica a los otros productos. Con la nueva asignación de almacén, hay un ahorro de 3500 minutos por mes, que se puede utilizar para crear productos. El tiempo de calibración de la máquina recta se reduce en un 46%, ahora funcionando en 8 minutos. Para lograr una mayor productividad, eficiencia del operador y menores costos de producción, la empresa debe tener un sistema de trabajo estandarizado, procedimientos de trabajo claros, orden y limpieza en los sitios de trabajo y con un ambiente de trabajo adecuado. Es importante conocer el flujo completo de la operación y tener indicadores de gestión que permitan identificar cualquier tipo de problema o anomalía para evitar posibles problemas en el futuro. La participación de los recursos humanos en la fabricación de productos es un elemento clave para optimizar el proceso. No solo por la intervención humana en actividades de valor agregado, sino también por los sistemas de gestión, la participación en ideas de mejora y el compromiso de cada operador para lograr los objetivos conjuntos establecidos por la empresa y beneficiar a cada miembro. Dentro de un sistema estandarizado donde cada empleado está capacitado para controlar las actividades productivas, hay un aumento en la productividad y la rentabilidad del negocio, lo que le permite a la compañía aumentar su participación en el mercado y atraer más clientes. La empresa debe realizar sus inversiones, en procesos de cambio y forma de trabajar, de manera regular, es decir, que el dinero solo se desembolsa para una actividad en el momento en que se necesita

Esta tesis es de gran aporte por cuanto la herramienta SMED no funciona sola, necesita de muchos aspectos organizativos básicos, los mismos que son aportados

por la herramienta 5S, mostrando los resultados espectaculares que incrementa la producción a más del doble. Al igual que el antecedente anterior será de gran aporte a la implementación, en los requerimientos para que la implementación del SMED funcione.

Gómez (2017) en su tesis *“Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la empresa Corporación Visión S.A.C., Lima 2017”*, destinado a aumentar la productividad en una línea de producción de materiales eléctricos mediante el uso de la herramienta SMED. Sus resultados mejoraron las tasas de productividad en la línea de producción de enchufes planos tropicales en la empresa Corporación Visión S.A.C, mediante la aplicación de una herramienta eficiente. La baja tasa de eficiencia de los equipos y herramientas (prensas y máquinas de pulverización) involucradas en la producción permite que el proyecto crezca, ya que está por debajo de los objetivos propuestos y esto se traduce en un retraso en los logros de la empresa. Se realiza un estudio sobre todas las causas de baja rentabilidad, encontrando varias áreas y factores de oportunidad de mejora que ayudarán a aumentar la rentabilidad general de la línea de producción. Las herramientas de manufactura esbelta utilizadas en el estudio son la OEE (Overall Equipment Effectiveness) como indicador y el SMED (Single Minute Exchange of Die). Con este fin, se describe el problema, los objetivos generales, así como los detalles de esta investigación, el desarrollo del diseño metodológico propuesto para el cual se describirán las variables necesarias y sus indicadores correspondientes. El objetivo es validar la metodología propuesta para demostrar que su uso es de gran ayuda en la toma de decisiones futuras dentro de la empresa. El uso de la herramienta SMED nos permitirá reducir los tiempos de preparación de la máquina con la preparación de la herramienta y / o los cambios de herramienta, además de convertir las tareas internas en externas, y el OEE nos permitirá medir la eficiencia de las máquinas involucradas en proceso, estas herramientas se implementan para obtener resultados óptimos en el comportamiento de producción de la línea de producción de línea plana de los trópicos y para ejecutar

propuestas que serán de gran ayuda para la toma de decisiones para la empresa Corporación Visión S.A.C en su toma de decisiones.

Este antecedente aporta los estudios que muestran el alto costo de la falta de productividad de los activos fijos (maquinarias) y personal de particular importancia, ante la competencia china y porque la producción de productos para ser competitiva depende de la productividad por lo que es un antecedente de gran aporte.

Sobero (2017) en su tesis *“Aplicación del sistema SMED para mejorar la productividad de la línea de envasado de la Empresa Gloria S.A. Lurigancho-2017”*, se muestra como el objetivo principal de identificar cómo la implementación del sistema SMED mejora la productividad en el proceso de la Empresa Gloria S.A, para cumplir con él, todas las actividades internas y externas, actividades estandarizadas, han sido identificadas y cronometradas para cumplir la reducción del tiempo de cambio de forma para aumentar la producción, determinando así la productividad antes y después de la mejora. La forma mejorada cambia los tiempos para reducir la distancia de viaje para mejorar la productividad, además de tener un mayor orden en el proceso de producción. El tipo de investigación de esta tesis es casi experimental, ya que los datos demográficos correspondientes se utilizan para el análisis de datos. En conclusión, la aplicación del sistema SMED a la línea de producción de la Empresa Gloria S.A. La productividad previa al estudio promedió el 69% y la posterior a la implementación pudo aumentar al 88%.

Este antecedente paralelo a nuestra investigación guarda paralelo por cuanto la empresa produce diferente productos y formatos que si bien se trata de una de las más modernas empresas, sirve para encontrar modelos paralelos, y software libre como kamban, y modelos de desarrollo que se pueden hacer en Excel vía macros que si está en la empresa.

Sobre la variable Intercambio de un solo minuto (SMED) se refiere a la teoría y las técnicas utilizadas para reducir los tiempos de configuración. El objetivo de esta técnica es lograr tiempos de configuración en menos de diez minutos, es decir,

un número de minutos expresado por un solo dígito, aunque no todas las configuraciones se pueden reducir literalmente a este tiempo (Retuerto et al., 2016).

Según Shingo (1985), el desarrollo de la metodología SMED tuvo lugar en Hiroshima, Japón durante los años cincuenta. Fue desarrollado inicialmente en las instalaciones de Mazda Toyo Koyio y Mitsubishi Heavy Industries. Sin embargo, fue sólo en los años setenta, como parte del Sistema de Producción Toyota, que la metodología SMED fue ampliamente reconocida. Cusumano (1989), por otro lado, defiende que el concepto de Cambio Rápido ya se aplicó en los Estados Unidos durante los años cincuenta.

La estrategia SMED, también conocida como Quick Changeover of Tools, se puede aplicar en cualquier unidad industrial y en cualquier máquina. Se define como la cantidad mínima de tiempo necesaria para modificar el tipo de actividad de producción. Por lo tanto, se tiene en cuenta el momento en el que la última pieza de un lote anterior se produjo frente a la primera pieza producida por el lote posterior (Shingo, 1985).

Antes del desarrollo de la metodología SMED, la mejor manera de minimizar el costo de las máquinas inactivas durante las operaciones de configuración era producir lotes grandes, obteniendo así el menor porcentaje posible de tiempo de inactividad por unidad producida. Según Min y Pheng (2007), la cantidad ideal de cada lote de producción se obtuvo cuando los costos de inventario equivalieron a los costos de equipo inactivo durante el cambio de herramientas.

El principio detrás de la reducción de los tiempos de configuración introducidos por la metodología SMED es simple: la eliminación del despilfarro relacionado con el cambio de herramientas. Para lograrlo, Blokdyk (2018) aplica un enfoque sistemático con el fin de separar las operaciones internas -a saber, el intercambio de troquel o el montaje del equipo, que debe realizarse con la máquina en modo apagado - de las operaciones externas - a saber, las realizadas con la máquina en condiciones normales modo de operación, como es el caso de la preparación de herramientas, proponiendo que esta metodología SMED se implementara en cuatro fases diferentes, como se muestra en la figura 1: (Blokdyk, 2018)

- Fase A: La empresa no hace distinción entre operaciones de configuración internas y externas y, en consecuencia, las máquinas permanecen inactivas durante períodos de tiempo muy largos. El objetivo principal en la implementación de la metodología SMED es estudiar las condiciones de la planta con gran detalle a través de un análisis de producción, entrevistas con los trabajadores y, videograbación de las operaciones de configuración.
- Fase B: La empresa separa el interno de las operaciones de configuración externas. Por lo general, esta acción ahorra entre el 30% y el 50% del tiempo necesario para la operación de configuración. Dominar esta distinción es una cuestión clave para lograr el éxito en la implementación de SMED.
- Fase C: La empresa convierte las operaciones de configuración internas máximas en externas. En esta fase, es importante volver a examinar todas las operaciones para evaluar si se han asumido erróneamente como internas y, si es necesario, convertirlas en externas.
- Fase D: Agilizar todos los aspectos de la operación de configuración. Esta fase busca la mejora sistemática de cada operación básica de la configuración interna y externa, desarrollando soluciones para llevar a cabo las diferentes tareas de una manera más fácil, rápida y segura.

Leconte (2011) describe, de manera exhaustiva, un conjunto de procedimientos que deben seguirse para alcanzar el éxito mundial durante la implementación del SMED: (Leconte, 2011)

- Analizar el procedimiento real;
- Clasificar las diversas operaciones realizadas como internas o externas;
- Convertir las operaciones internas en operaciones externas;
- Desarrollar nuevas soluciones con el fin de reducir el tiempo de las operaciones internas, así como para disminuir los retrasos de tiempo en las operaciones externas;
- Creación de procedimientos rigurosos para reducir los defectos durante la configuración;
- Volver al principio del proceso y repetir todo el procedimiento con el fin de reducir continuamente el tiempo de configuración.

Este conjunto de procedimientos requiere un análisis continuo del proceso para obtener buenos resultados. Siempre que se aplique el método, se deben obtener soluciones nuevas y mejoradas. Por lo tanto, un enfoque en los procesos y la innovación organizacional es obligatorio.

Varios estudios han implementado la metodología SMED. Por ejemplo, Mondeny (1984) defiende el análisis conjunto de todas las operaciones internas y externas, así como la estandarización de todas las funciones. Por otro lado, Gilmore y Smith (1996) defendió que Shingoy (1985) procedimientos se pueden aplicar incluso cuando no sigue su secuencia lógica.

Sobre la variable productividad, es la relación entre la cantidad de productos obtenida y los recursos utilizados para obtenerla. También se define como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo más productivo es el sistema. Otra definición de la productividad es como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida (Casanova, 2002).

Estas definiciones evalúan sus capacidades del sistema y así poder producir los productos y a la vez obtener en donde es que se aprovecha los recursos utilizados, en otras palabras, su valor agregado del proceso en sí. Obteniendo una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes y servicios resulta en mayor rentabilidad para la empresa. La Productividad tiene relación con los estándares de producción, a mejores estándares, mayor ahorro de recursos que conducen al aumento de la utilidad (Mertens, 1998).

La Productividad entendida como la relación entre insumos y productos, mientras que la eficiencia, representa el costo por unidad de producto. Este modelo es adecuado en una empresa que elabore un conjunto homogéneo de productos. Sin embargo, en la actualidad las empresas producen una gran variedad de productos que son heterogéneas tanto en valor como en volumen. En este caso la productividad global se estima basándose en un número definido de " centros de utilidades " que son representativos de la actividad real de la empresa.

Productividad: Producción A + Produc. B + Produc. N, Insumos empleados. En último lugar, otras empresas calculan su productividad en función del valor comercial de los productos, Productividad, Ventas netas de la empresa, Salarios pagados.

El costo relacionado con la imagen de la empresa y la calidad debería estar incluido en la medida de la productividad. Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el índice de productividad (P) como punto de comparación:

$$P = 100 * (\text{Productividad Observada}) / (\text{Estándar de Productividad})$$

La productividad identificada es la productividad estimada en periodos definidos (Pueden ser: día, semana, mes, año) en un sistema conocido como un área específica u organización, el estándar de la productividad es la productividad tomada como base o anterior que juega como marco de referencia.

Para incrementar la productividad los principales factores son el capital humano, el Know How (conocimientos y habilidades relacionados a los resultados del trabajo).

Índice de Productividad.

$$P = 100 * (\text{Pruct. Observada}) / (\text{Estándar de Product.})$$

El uso de indicadores de productividad juega un rol importante a través del tiempo en las empresas u organizaciones, permiten hacer ajustes a fin de aumentar la eficiencia y rentabilidad. Los factores que influyen en esto es el capital humano y la capacitación, aunque depende del tipo de empresa.

Factores internos y externos que afectan la productividad

Factores Internos:

- * Terrenos y edificios
- * Materiales

- * Energía
- * Máquinas y equipo
- * Recurso humano

Factores Externos:

- * Disponibilidad de materiales o materias primas.
- * Mano de obra calificada
- * Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- * Infraestructura existente
- * Disponibilidad de capital e interés
- * Medidas de ajuste aplicadas

Sobre la fabricación de proyectos de decoración en base a melamina, y materiales de valor agregado, el proceso de fabricación es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como: la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética.

El proceso de fabricación se puede dividir en dos formas:

- El proceso básico de fabricación se realiza directamente en las instalaciones de la fábrica por medio de la maquinaria necesaria. Las máquinas básicas son: Cortadoras, pegadora de cantos, perforador múltiple. El armado e instalación, también son parte básica de este proceso.

Este proceso se puede realizar si la producción es alta de lo contrario es conveniente, para disminuir costos de producción, subcontratar estos productos. Actualmente existen empresas que se especializan en la venta de productos terminados como los tops conformados, venta e instalación de tops de granito, mármol, y superficies sólidas, puertas de MDF con acabado de PVC y laca, puertas de madera, entre otros

Características y tipos de materiales

Los materiales que se usan en el proceso de transformación o fabricación de un mueble. Se dividen en:

Materia prima (ver figura 1).

- Melamina
- fibra de densidad media (MDF)
- Aglomerado sin cubrir (durpanel)
- Enchapado
- Tapacantos
- Cartón piedra
- Madera
- Lacas y barniz
- Film (PVC)
- Herrajes
- Bisagras
- Jaladores
- Carrileras y rieles
- Cargadores de entrepaño

Materiales de armado

- Tornillos
- Minifix
- Clavos y tarugos para madera



Figura 1: Tipos de tableros
Fuente: Área de producción de la empresa

Melamina

Los tipos de materiales a usar dependen de la parte del mueble que se esté fabricando, ya sea interior o exterior. El interior y el exterior lo conforman el módulo del mueble, y el exterior las puertas, cenefas y jaladores. Para el interior, el material más usado hoy en día es la melamina, también se puede usar MDF con recubrimiento de melamina y enchapado de madera.

Los tableros de melamina están compuestos de aglomerado de fibra de madera denominada, comúnmente, durpanel y está recubierto con una película de color llamada melamina. Los tableros de melamina únicamente tienen que cortarse a las medidas que se necesitan y luego se procede a armar, este es de los materiales más fáciles de usar, pues ya vienen con acabados.

Las principales características de la melamina son:

Ventajas

- Se presenta en colores lisos, como también en imitación madera
- Viene en varios grosores para usar en distintas aplicaciones o Ahorra tiempo de trabajo
- Su precio es económico
- Fácil de usar
- Sencillo de armar
- No le entra polilla, ni otros tipos de bichos
- La capa protectora de melamina es muy resistente

- No se raya con facilidad
- Fácil de limpiar
- Resiste el calor hasta 180 grados centígrados

Desventajas

- Con el tiempo los tornillos suelen aflojarse
- Con la humedad se deforma

Además, la melamina puede ser utilizada en diferentes colores y tonos, los más usados son los que se muestran en la siguiente figura (ver figura 2).

Maple	Cherry	Roble	Nogal

Negro Blanco Almendra Gris

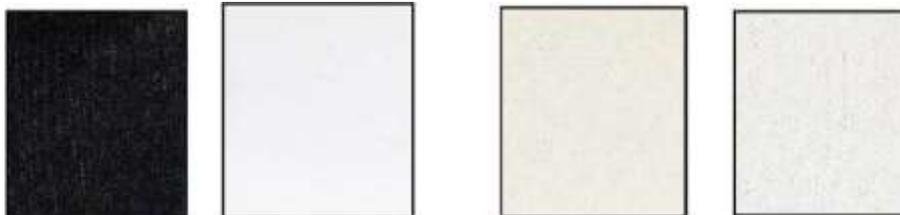


Figura 2: Colores de melamina
Fuente:

Fibra de densidad media (MDF)

También llamado fibra de densidad media (MDF por sus siglas en inglés), Es un material que se puede usar para la fabricación de interiores de módulos, pero por su versatilidad, se utiliza más para piezas exteriores, tales como: puertas, cenefas, adornos, entre otros (ver figura 3).

Es un compuesto más fino, hecho de fibras de madera. Puede venir cubierta por una capa delgada de pintura melamina, lo que les da una mejor presentación a los módulos. También puede usarse en su color natural o se le aplica cualquier color de pintura, barniz o tinte. Es más fuerte y resistente que la melamina y es fácil de limpiar.

La estructura de este material es de un acabado liso y fino, con pocos poros por ser más compacta, además es fácil de lijar y de pintar. Se puede realizar formas, tanto en los bordes como en sus caras, ya que solo necesita una o dos pasadas de base o sellador para que esta se pueda pintar. El MDF se puede pegar con cola de carpintero y adicional con tornillos, con ello logramos doble agarre. Se puede retocar cuando se raya, ya que solo se lija para luego pintar nuevamente, cuando le cae agua puede recuperarse, ya que solo es necesario cepillar para luego volver a pintar.

Hay MDF en diferentes grosores de acuerdo al trabajo que se realice: divisiones de ambientes, puertas, gabinetes, clóset. Son diversos los usos de este material. Entre sus principales ventajas y desventajas se encuentran:

Ventajas

- Fácil de lijar y pintar.
- Fácil de armar.
- Los cantos quedan muy bien acabados por ser más compacto.
- Se puede encolar, para dar más agarre al armado.
- Cuando se humedece no se deforma fácilmente, se deberá cepillar y volver a pintar.
- Existen diferentes grosores: desde 3 hasta 40 milímetros. O Se puede calar, rebajar.
- Adquiere cualquier forma.

- No le entran bichos.
- Se pueden pegar varias piezas para conseguir diseños diferentes, incluso esculturas.
- Se puede pintar con diferentes pinturas, ya sean al agua, al solvente o aceite.
- Desventajas
- No se aconseja el uso de MDF a las intemperies ambientales, ya que las condiciones extremas de temperatura y humedad deforman el material.

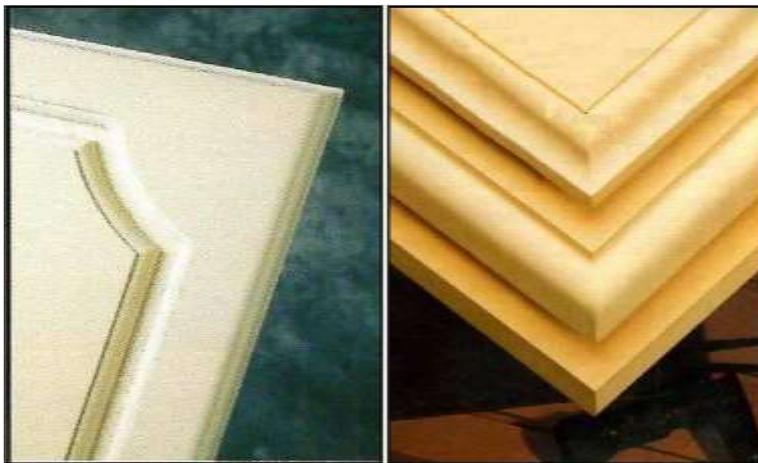


Figura 3: Fibra de densidad media (MDF), su principal ventaja es que puede ser esculpida
Fuente: Área de producción de la empresa

Aglomerado sin cubrir (durpanel)

Es un tablero fabricado con pequeñas virutas de madera encoladas a presión y sin ningún acabado posterior. Se comercializa en grosores de 10, 16, 19, 25 y 30 milímetros. La medida normal del tablero es de 244 x 122 centímetros (ver figura 4).

Se pueden fabricar los módulos interiores con durpanel y cubrirlos con pintura. Este proceso es poco común y a veces resulta más caro por el tiempo y materiales necesarios para aplicar la pintura. No tiene la presentación de la melamina. Se utiliza como bases de cubiertas y partes de muebles que no están a la vista. Entre sus características se pueden mencionar las siguientes:

- No soporta la humedad
- Tiende a hincharse y no se recupera con el secado
- Su precio es económico

- Debe aplicarse un acabado, si está expuesto a la vista

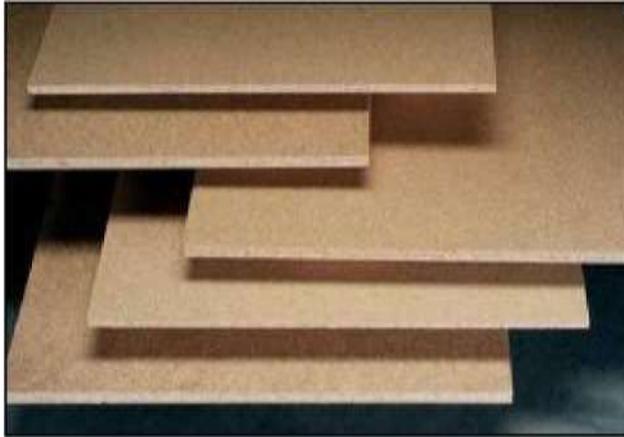


Figura 4: Aglomerado sin cubrir (durpanel)

Fuente: Área de producción de la empresa

Enchapado

El interior de los gabinetes puede ser fabricado de tableros de enchapado, también se pueden fabricar puertas de enchapado; este lleva el mismo proceso de acabado que la madera, lo que le proporciona una presentación de mayor elegancia a los módulos de cocina. Su costo de fabricación es más alto que la melamina y MDF cuando se trata de la fabricación de módulos interiores.

Es un aglomerado de tres capas al que se le ha pegado en sus caras chapa de madera natural, viene lijado lo cual permite darle el acabado directamente, aunque siempre es conveniente lijarlo antes en el sentido de la veta. Se comercializa en los mismos grosores que el aglomerado sin cubrir: 10, 16, 19, 25 y 30 milímetros. La medida del tablero es de 244 x 122 centímetros.

Se utiliza principalmente, para hacer muebles de calidad. Se puede combinar con listones o partes de madera maciza. Los muebles modernos utilizan este tipo de tablero, debido a su belleza y estabilidad dimensional. Entre sus características están:

Se puede teñir, barnizar, encerar, pintar y lacar.

Los cantos vistos deben rematarse con cinta de cantar o moldura.

No es un tablero muy barato, su precio es variable, dependiendo del tipo de madera usada en la chapa.

No soporta mucha humedad (depende del acabado que se le dé) y no es apto para exterior.



Figura 5: Enchapados

Fuente: Área de producción de la empresa

Tapacantos

Uno de los aspectos más importantes y que más tiempo reclama, son cintas fabricadas de PVC o chapa de madera, su función principal es cubrir los cantos de los tableros de melamina o enchapado ya terminados. El material varía en espesor, ancho y color. Su colocación es fácil si se cuenta con pegadora de cantos (ver figura 6).

En el proceso manual se incrementa el tiempo de producción, dado que después de pegar el tapacantos, se debe retestar y refilar la pieza. Las características principales de tapacantos son:

- Fáciles de usar.
- Resistentes al calor.
- El precio por metro es económico.
- Le da protección y resistencia al borde del tablero.
- Existe variedad de colores.
- Hay diversidad de espesores dependiendo del uso y grado de presentación que se le da al mueble.

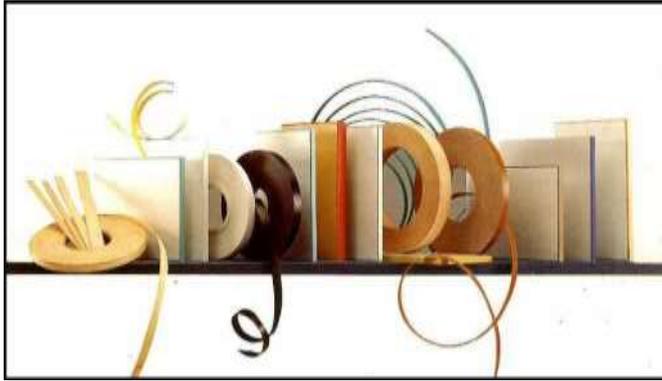


Figura 6: Tipos de tapacantos
Fuente: Área de producción de la empresa

Herrajes

Los herrajes son todos los elementos necesarios para la correcta funcionalidad del mueble; existen diversidad de herrajes, tanto fijos como móviles, de metal y de plástico, pero todos con la finalidad de darle al mueble su presentación, funcionalidad y utilidad.

Bisagras

Para el montaje de las puertas es necesario hacer uso del sistema de bisagras. Existe una gran variedad de estilos, pero el más utilizado actualmente es el sistema de bisagras de caja, recomendadas para madera de 15 hasta 26 mm (ver figura 7). Las bisagras más usadas por su abertura de ángulo son:

- Bisagra de puerta de perfil: ángulo 110 grados, usadas tanto en gabinetes base como aéreos, hay de canto oculto, medio canto y canto visto.
- Bisagra de gran ángulo: ángulo 175 grados, usadas para gabinetes esquineros base.

Bisagra angular: Ángulo 95 grados, usadas en gabinetes esquineros aéreos, son más conocidas como bisagras a 45 grados por el tipo de mueble en que son usadas.

Bisagra para puerta plegable: Ángulo 90 grados, usada para unir puertas de doble acción en el mueble esquinero de gabinetes base y aéreos

Bisagra de pilastra: Ángulo de 95, grados usada para esquineros de gabinetes base y aéreos.

Las principales características de las bisagras son:

Este sistema permite un montaje y desmontaje rápido y fácil de la puerta (ver figura 8).

Regulables tridimensionalmente con tres ajustes para nivelar la puerta: lateral, en profundidad y de altura (ver figura 9).

Conocidas también, como bisagras de presión por su cierre automático.

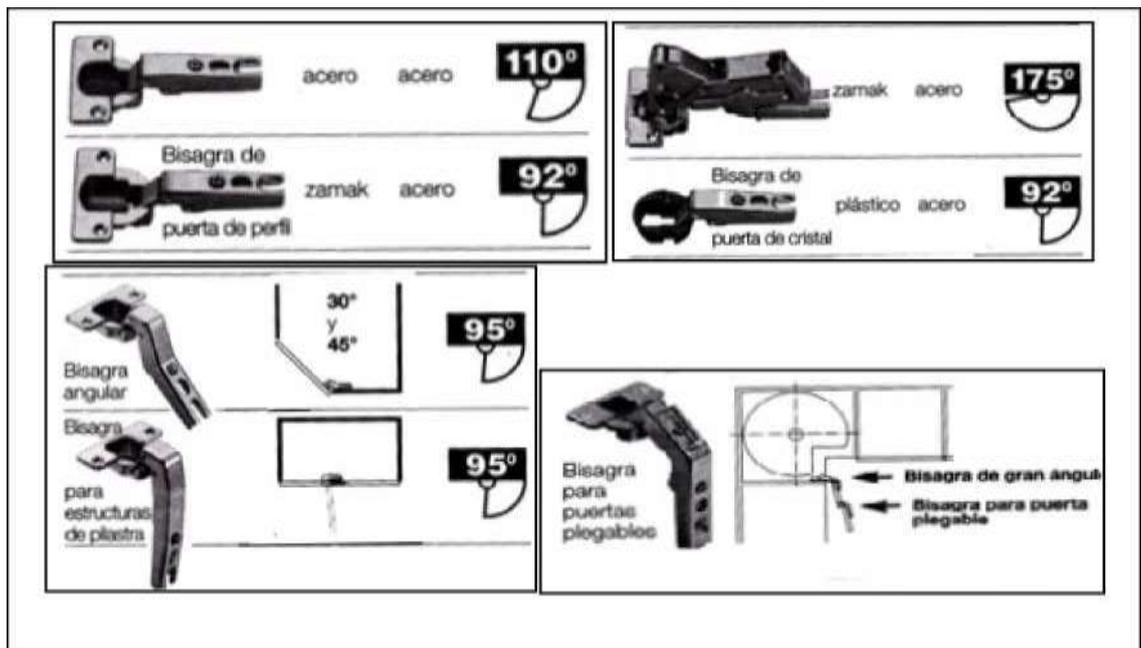


Figura 7: Tipos de bisagras
 Fuente: catálogo El Gran Hafele. p. 3.

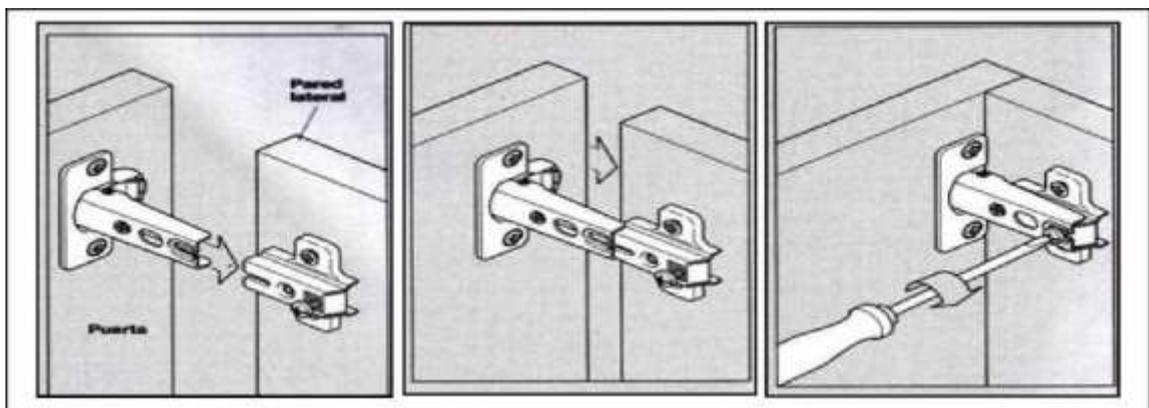


Figura 8: Sistema de montaje
 Fuente: Área de producción de la empresa

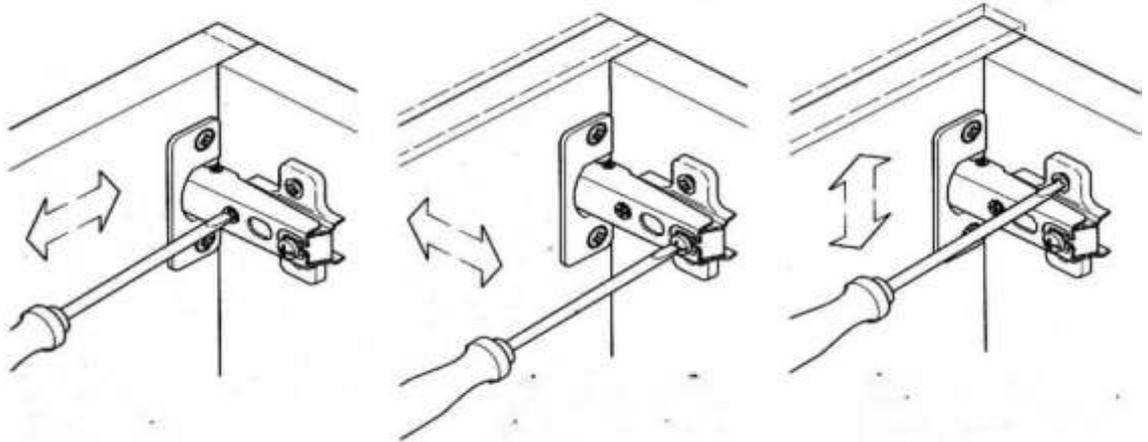


Figura 9: Tres ajustes para nivelar la puerta
Fuente: Área de producción de la empresa

Carrileras y rieles

Son elementos utilizados para fijar gavetas y entrepaños extraíbles; existen varios tipos pero los más usados en el medio son:

Carrileras de extracción parcial

Está compuesta por dos piezas, una se fija al panel del gabinete y la otra la parte baja de la gaveta, cada pieza tiene un rodillo de nylon para hacer una extracción simple (ver figura 10).



Figura 10: Carrilera para cajones de extracción parcial
Fuente: Fuente: Área de producción de la empresa

Las características principales de las carrileras y rieles son:

- No permite la extracción total de la gaveta, regularmente queda dentro del mueble 3 pulgadas de gaveta sin extraer.
- Tienen una capacidad de carga entre 30 a 45 libras.
- Son las más económicas
- Por ser de montaje sobrepuesto son fáciles de extraerlas.
- Disponibles en diversas longitudes desde 10 pulgadas (300 milímetros) hasta 24 pulgadas (600 milímetros) (ver figura 11).
- Capacidad de carga hasta 20 kg/par Número de rodillos
- 4 rodillos de nylon con cojinete de deslizamiento
- Extracción simple
- Montaje sobrepuesto
- Auto inserción
- Acero, crema, blanco
- Con revestimiento de plástico

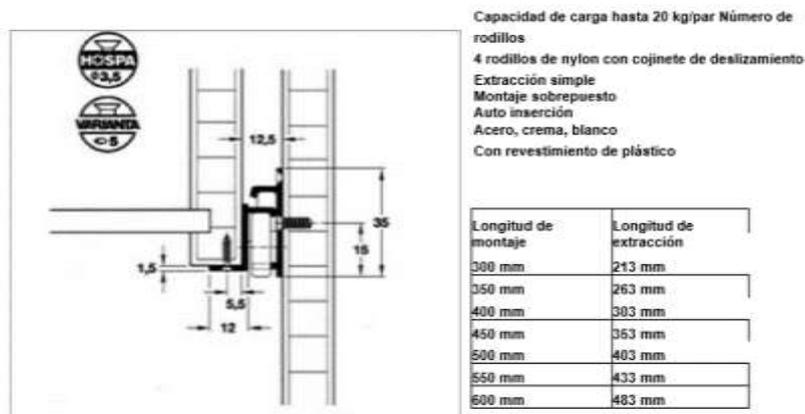


Figura 11: Instalación de carrilera de extracción parcial
Fuente: Fuente: Área de producción de la empresa

Carrilera de extracción completa

Conocidas también como rieles de extensión telescópica, está compuesta por tres piezas las cuales se deslizan entre sí a través de balines acerados. Se instalan en la parte media de la gaveta (ver figura 12).

Las principales características de las carrileras de extracción completa son:

- Permiten la extracción total de la gaveta.

- La capacidad máxima de carga es de 70 libras.
- Disponibles en longitudes de 10 pulgadas (250 milímetros) hasta 27 pulgadas (700 milímetros) (ver figura 13).
- Tienen un precio muy aceptable.



Figura 12: Carrilera de extracción completa
Fuente: catálogo El Gran Hafele. p. 127.

Capacidad de carga hasta 30 kg/par
Numero de bolas conducidas por 2 portabolas
Extracción telescópica
Montaje lateral

Longitud de montaje	Longitud de extracción
250 mm	250 mm
300 mm	300 mm
350 mm	350 mm
400 mm	400 mm
450 mm	450 mm
500 mm	500 mm
550 mm	550 mm
600 mm	600 mm
650 mm	650 mm
700 mm	700 mm

Figura 13: Instalación de carrilera de extracción completa
Fuente: Área de producción de la empresa

Carrilera con freno

Esta carrilera tiene la característica de que al empujarla suavemente la gaveta se cierra de manera automática, sin golpear al cierre. Se instala en la parte media de la gaveta (ver figura 14).

Las principales características de las carrileras con freno son:

- Permite la extracción total de la gaveta.
- La capacidad máxima de carga es de 70 libras.
- Disponible en longitudes de 12 pulgadas (300 milímetros) hasta 24 pulgadas (600 milímetros).
- Su precio es alto, comparado con las carrileras de extensión completa.
- Por su sistema de freno y suave empuje, son muy cómodas de usar.

Cargadores de entrepaños

Estos soportes sirven principalmente, para sostener y poder graduar a la altura deseada los entrepaños de los gabinetes, tanto aéreos como base. Regularmente los agujeros se hacen a una distancia de cada 32 milímetros entre sí (ver figura 14).

Las características principales de los cargadores de entrepaños son:

- Pueden ser de 3 y 5 milímetros, que es el tamaño más usado
- Los materiales más usados son plásticos y metálicos
- Son muy económicos
- Fáciles de usar
- Su uso principal es la graduación del entrepaño

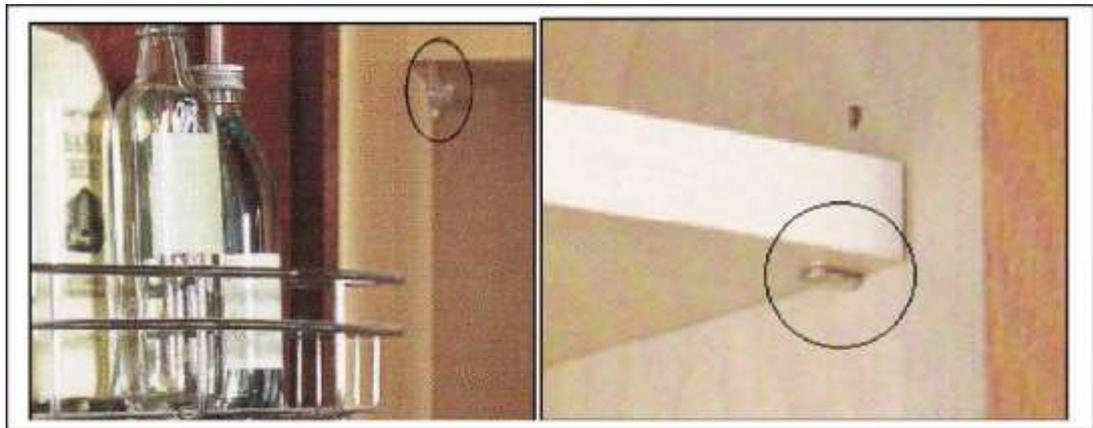


Figura 14: Cargadores de entrepaños
Fuente: Área de producción de la empresa

Bumpers o topes para puertas

Estos topes están fabricados con materiales flexibles de goma. Regularmente son redondos y de pequeños diámetros. Su función principal es evitar el golpe entre los materiales de las puertas y las gavetas (ver figura 15).

Las características principales de los bumpers son:

- Están fabricados de materiales acolchados para el cierre suave de puertas y gavetas.
- Son adhesivos para su fácil instalación.
- Son muy económicos.

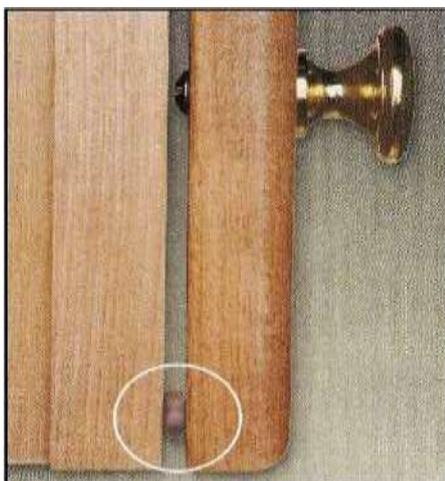


Figura 15: Topes para puertas
Fuente: Área de producción de la empresa

Materiales de armado

Son todos los elementos necesarios para el correcto armado del mueble; existen diversidad de materiales de armado, pero todos con la finalidad de darle al mueble su presentación final, manteniendo unidos todos los elementos que lo componen.

Tornillos

Es el método más común para armar muebles, utilizado ampliamente en Guatemala por su facilidad y economía.

Entre las características de los tornillos se puede mencionar:

- Son fáciles de usar e instalar
- Son económicos
- Le dan gran resistencia al armado
- Ayudan en el ahorro de tiempo

Herraje minifix

Es un herraje de unión con el principio de bola concéntrica. En los herrajes de unión para cuerpos minifix, la cabeza hemisférica del perno es guiada de un modo absolutamente concéntrico y en unión positiva en la caja en forma de cazoleta esférica (ver figura 16). Las características principales del minifix son:

- Se garantiza un apriete seguro
- Apriete a prueba de aflojamiento
- Forma estilizada y elegante Precio favorable

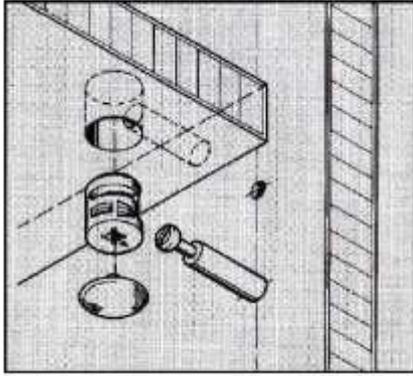


Figura 16: Unión con minifix
Fuente: Área de producción de la empresa

Corte

Es el proceso por medio del cual se secciona o divide el material para obtener las piezas necesarias para fabricar y armar un módulo o mueble. Este se divide en dos procesos: recorte y corte.

Recortar

Es el primer paso para seccionar el material en las partes necesarias para fabricar un mueble, en este proceso las piezas se cortan con un poco de exceso a las medidas requeridas y el corte no es fino.

Cortar

En este proceso se les da las medidas exactas a las piezas recortadas y el corte que se hace es fino, para estos procesos se necesita las máquinas de corte.

1.2 Problema

¿Cuál es el impacto de la aplicación de una estrategia SMED en la productividad de Granite & Marble Solutions Perú EIRL 2019?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el impacto de la aplicación de una estrategia SMED en la productividad de Granite & Marble Solutions Perú EIRL 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1) Determinar el nivel de productividad antes de implementación de una estrategia SMED.
- 2) Analizar los factores de productividad en el proceso productivo de Granite & Marble Solutions Perú EIRL.
- 3) Diseñar e implementar la herramienta SMED en Granite & Marble Solutions Perú EIRL.
- 4) Comparar y validar la productividad después de la aplicación de la herramienta SMED en Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

1.4 Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La aplicación de una estrategia SMED impacta en el incremento de la productividad de Granite & Marble Solutions Perú EIRL 2019.

La misma que para su validación empírica (estadística) requiere de las siguientes hipótesis de diferencia entre antes y después de la estrategia SMED:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre la utilidad/empleo-proyecto antes de la implementación del método SMED y la utilidad/empleo-proyecto después de la implementación del método SMED.

Ha: Si existe diferencia estadística significativa entre la utilidad/empleo-proyecto antes de la implementación del método SMED y la utilidad/empleo-proyecto después de la implementación del método SMED.

La presente investigación se justificó desde el criterio teórico porque documenta la aplicación de la herramienta SMED en la industria del mueble y en particular de la melamina, una industria en auge que se está desarrollando económicamente y por lo tanto de mucha importancia para el desarrollo de la ingeniería industrial, y su aporte, pues esta rama de la ingeniería hace competitivos los métodos de trabajo.

Desde el criterio práctico, la presente investigación se justifica, por cuanto dado que la industria del mueble de melamina, y de decoración se innova constantemente, es de constante revisión de los métodos de trabajo ante las tendencias del mercado, maquinaria, accesorios y sobre todo la moda del mueble, por otro lado, el crecimiento y la inversión surge nuevos competidores y por lo tanto los procesos productivos tienen que estar constantemente revisados para mantener competitividad.

Desde el criterio metodológico, la presente investigación desarrolla métodos de evaluación acordes al sector productivo, que cada uno requiere de métodos especiales acordes a su sector a la variabilidad de sus procesos productivos y tendencias de los mercados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según su propósito:

Es aplicada, porque busca aplicar los conocimientos y teorías científicas a la solución de un problema particular, contrastando los resultados con similares aplicaciones en otras investigaciones.

Según su diseño de investigación:

Es experimental, de diseño pre experimental, ya que se orienta a la determinación del grado de relación entre las dos variables utilizadas en la investigación a nivel de causa – efecto en una misma muestra de sujetos.

$$M: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Dónde:

M: Muestra de estudio

Ox: Productividad antes

X: Aplicación de estrategia SMED

Oy: Productividad después.

2.2 Variables operacionalización

2.2.1 Variable independiente

Aplicación de herramienta SMED

Definición conceptual

Es una herramienta que permite reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías mejorando la eficacia Global de Equipos Productivos (OEE: Overall Equipment Effectiveness) y la Productividad. Manteniendo tanto la frecuencia de cambio de las referencias como el tamaño de los lotes, reduciendo el stock en proceso. Incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el

tamaño de los lotes, es decir incrementando la eficiencia productiva en todos los procesos. (Shingo, 1985)

Definición operacional

Reducción de tiempo de cambio de formato en las dimensiones tiempo de operación de cambio, efectividad de maquinaria, y efectividad de personal

Bajo = + 60% que antes

Medio entre 30% y 60% que antes

Alto \leq 30% que antes

2.2.2 Variable dependiente

Productividad

Definición conceptual

La productividad es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, tierra, etc.) durante un periodo determinado, su objetivo es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos. Es decir, cuantos menos recursos sean necesarios para producir una misma cantidad, mayor será la productividad y por tanto, mayor será la eficiencia. . (Sobero, 2017)

Definición operacional

Razón encontrada en ficha de observación de productividad y que se categoriza:

Sobre la expectativa

Dentro de la expectativa

Debajo la expectativa

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Aplicación de herramienta SMED	Estimación de proyecto	Costos unitarios Cálculo de presupuesto Términos contractuales	Razón
	Planificación de proyecto	Planificación de tiempo, materiales y personal de taller y en obra Planificación de tareas y procesos	Razón
	Manejo de materiales	BOM de materiales Suministro de materiales	
	Personal en taller	Pre fabricación de partes Preparación para traslado Reducción de tiempo	Razón
	Personal en obra	Tiempo de montaje Procedimiento de montaje Reducción de tiempo	
	Supervisión y control	Supervisión de planificación de proyecto Control de etapas del proyecto	
Productividad	Total	= (Valor total producido) / (valor total de recursos invertidos)	Razón
	Productividad de personal y activos	Productividad individual Productividad de actividades por equipos	
	Productividad de contrato	Productividad por proyecto Valor logrado por hora	

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Materiales, instrumentos y métodos

Población:

La población estuvo compuesta por los proyectos de la empresa en los periodos Enero – abril 2019 (pre test) y junio-setiembre 2019 (postest).

Muestra.

La muestra está compuesta por toda la población.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica:

Revisión documental

Observación

Análisis

Instrumento:

Ficha de revisión documental de productividad en el periodo de estudio

Ficha de observación proceso de fabricación proyectos de melamina.

2.5 Procedimiento

- Se solicitó permiso a empresa para el desarrollo de la investigación.
- Aceptada la colaboración de la institución se realizó una reunión con el gerente, poniéndole al corriente de la investigación.
- El gerente designo a la persona de coordinación para el desarrollo de la investigación.
- Se coordinó con el designado los horarios y los requerimientos de observación.
- Se analizó la productividad de los procesos de la empresa para tomar la línea base de comparación.
- Se diseñó la estrategia SMED y se coordinó con el designado la aplicación.
- Se implementó la herramienta SMED.
- A fin del periodo de estudio se analizó la productividad.
- Finamente mediante métodos descriptivos e inferenciales se determinó el impacto en la productividad por comparación entre la productividad enero – abril 2019 y la productividad junio – setiembre 2019.

2.6 Aspectos éticos

La investigación científica y tecnológica, se desarrolla en la Universidad Peruana no sólo por un mandato legal, contenido en la Constitución, la Ley Universitaria N° 30220, que disponen que es la universidad la llamada a contribuir decididamente con el desarrollo de la sociedad, es por ello que se debe normar no sólo procedimientos para que efectivamente estas investigaciones se desarrollen y se publiquen, sino también hay que regular el comportamiento de los que realizan precisamente las investigaciones, como son los docentes, estudiantes de pre y

posgrado y personal administrativo de apoyo.

El comportamiento ético resulta vital, para que las investigaciones sean efectivas en el aporte a la sociedad; no se puede permitir las copias parciales o totales de trabajos de investigación, no se puede vulnerar los derechos de personas en general y El prestigio del Investigador y de la Universidad que representa, es el capital más valioso que tenemos que conservar e incentivar en todos los integrantes de la comunidad universitaria(Saldaña, 2015).

En el presente trabajo se tomó en consideración los principios éticos en relación al rigor científico como son: Credibilidad el cual refiere al incremento de la posibilidad de producir resultados creíbles, se puede alcanzar a través del compromiso del investigador con el informante en el transcurso de la investigación. El compromiso trata de identificar los factores contextuales que inciden en los fenómenos de estudio. El criterio de aplicabilidad que busca aplicar los hallazgos significados en otros contextos donde se encuentren persona por experiencias semejantes. Su audibilidad que es el criterio de rigor en merito a los hallazgos, el estudio será audible cuando otro investigador pueda seguir claramente “el camino” de dirección usado por el investigador en el estudio, es decir otro investigador debe llegar a conclusiones similares y comparables al estudio. Su confortabilidad el cual consiste tener en cuenta la objetividad o neutralidad de la investigación, garantiza que los hallazgos, conclusiones y recomendaciones estén apoyados por los datos y que exista la evidencia actual, al mismo tiempo se debe apoyar en la opinión de expertos (Polit & Hungler, 2004)

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Determinar el nivel de productividad antes de implementación de una estrategia SMED.

3.1.1 Brecha de rentabilidad

Tabla 2:
Brecha de rentabilidad durante el año 2018.

Mes	Pedidos	Promedio	Utilidad esperada promedio	Utilidad real promedio	Brecha
Enero	14	10,429	4,171.43	2,711	54%
Febrero	26	5,615	2,246.15	1,527	47%
Marzo	16	9,125	3,650.00	2,811	30%
Abril	17	8,588	3,435.29	2,130	61%
Mayo	13	11,231	4,492.31	3,594	25%
Junio	26	5,615	2,246.15	1,617	39%
Julio	27	5,407	2,162.96	1,839	18%
Agosto	15	9,733	3,893.33	2,725	43%
Setiembre	25	5,840	2,336.00	1,775	32%
Octubre	17	8,588	3,435.29	2,783	23%
Noviembre	23	6,348	2,539.13	1,727	47%
Diciembre	21	6,952	2,780.95	2,086	33%
Total	240	93,473	37,389.00	27,324	37%
Promedio	20	7,789	3,116.00	2,277	38%

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 2 se puede apreciar que la utilidad promedio esperada era 3,116 y la que realmente se logro fue 2,277 habiendo una brecha entre lo logrado y esperado del 38%, resultado que requiere acciones de corrección.

3.1.2 Productividad de las áreas

La productividad del personal es estimada por la empresa en base ingreso por ventas (proyectos) y el gasto de la planilla de personal incurrido en el proyecto. Por otro lado, muchas de las actividades ya no tienen razón de ser (corte, canteado, etc.) ya desde mucho tiempo esta opción es más económica, no se justifica hacerla en la empresa, por lo que se considera una productividad de solo las actividades que no pueden ser tercerizadas, y otra de las actividades si fueran tercerizadas.

Tabla 3:
Productividad en base al gasto de personal.

	Esperada	Lograda	Brecha
Productividad de personal Ingreso/costo personal	43%	32%	12%
Productividad no tercerizadle	43%	32%	12%
Productividad tercerizadle	32%	24%	9%

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 3 se aprecia que la productividad de personal y productividad no tercerizada esperada fueron 43% y lo que realmente se logró fue 32% habiendo una brecha entre lo logrado y esperado del 12% (respectivamente), sin embargo la productividad tercerizadle esperada fue 32% y la que realmente se logró fue 24% habiendo una brecha entre lo logrado y esperado del 9%.

Tabla 4
Productividad en base al tiempo proceso para un promedio de 20 proyectos mensuales.

	Tiempo h	HH-Unidad	%	Tercerizado	Brecha
Tiempo necesario	398	19.9	64%		
Tiempo tercerizado	227	11.35	36%	4	7.35
Total	625	31.25	100%		

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 4 se aprecia el tiempo de las actividades que no pueden ser tercerizadas que corresponden al 64% y las actividades que si pueden ser tercerizadas, corresponden a un 36%. Se aprecia que si las actividades tercerizadas se hacen por ese modo tomaría 4 horas hombre frente a 11.35, es decir se ahorraría 7.35 horas hombre.

3.2 Analizar los factores de productividad en el proceso productivo de Granite & Marble Solutions Perú EIRL

Para determinar los factores de productividad se realizó un mapa de valor.

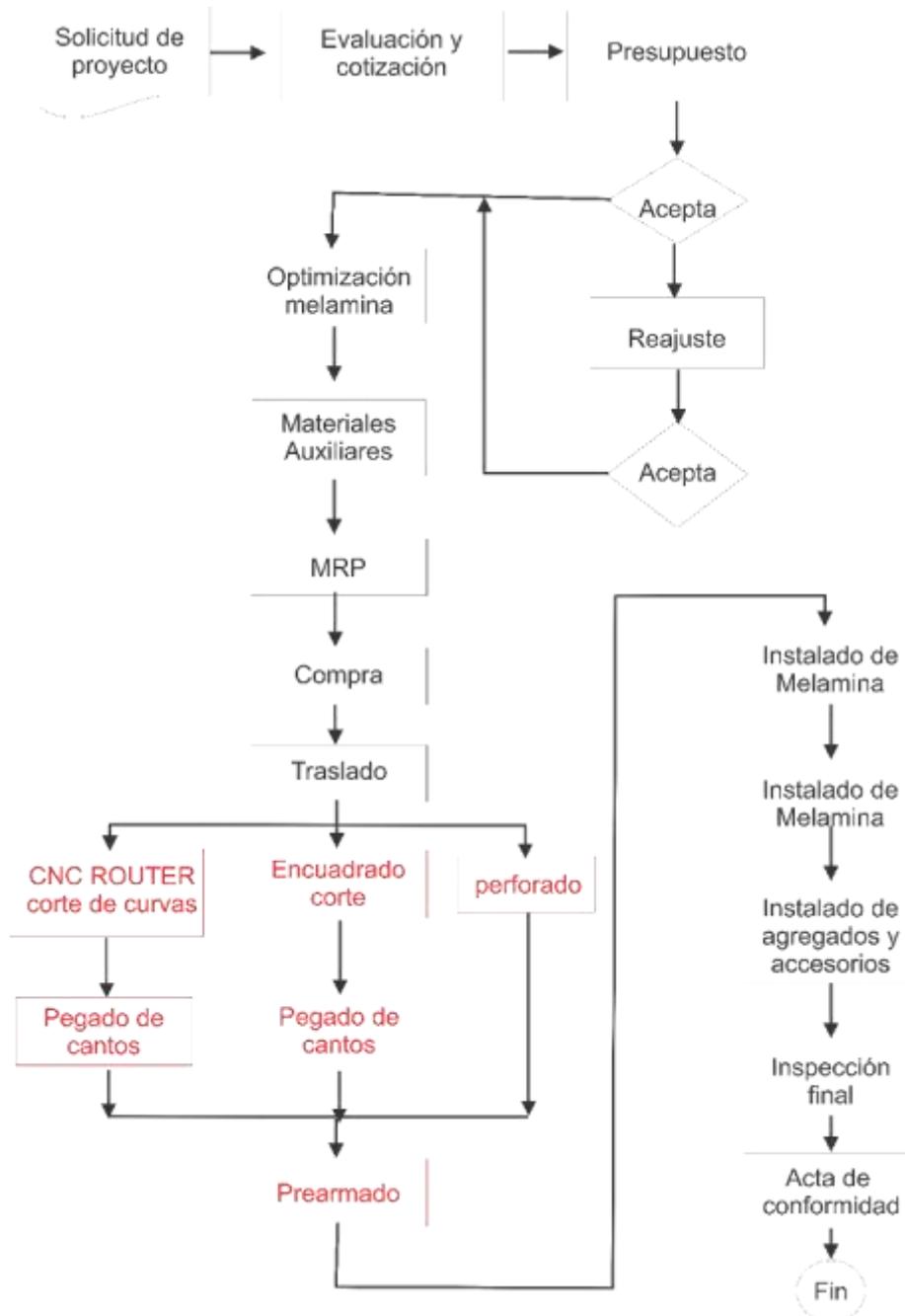


Figura 17: Descripción de proceso
 Fuente: Realizado por el autor.

En el diagrama se aprecia el proceso de desarrollo del pedido. Típicamente se tiene que verificar en la casa del cliente donde a modo de precios unitarios se establece el presupuesto. De acuerdo a la observación en este proceso se aprecia en la tabla las observaciones

Tabla 5
Tabla de tiempo de proceso de proyecto.

Etapa	Proceso	Valor Típico Minutos	Mapa de valor	Factor modificable
Cotización	Solicitud de proyecto	3	Alto	Etapa necesaria, de calidad, requiere atención personalizada y es posible de visitar a donde va a ser la obra, para medidas y requerimientos técnicos, e
	Evaluación y cotización	80		
	Presupuesto	15		
	Reajuste	5		
Procesamiento de partes	Optimización de melamina	15		Necesario
	Cálculo de materiales auxiliares y accesorios	15		Valoración de componentes principales de melamina
	Material especial	60		Cuidados específicos, alto riesgo y costo (vidrio, granito, mármol etc.)
	MRP	5		Listado de materiales , proveedores, orden de pedido,
	Compra	5		Alto gasto de horas hombre Poca productividad de hora hombre
	Traslado a fabrica	30		Alto índice errores
	Encuadrado y corte	30		Alta demora respecto a estándar
	Corte CNC	30		Requerimiento de maquinaria y espacio (mantenimiento)
	pegado de cantos	30		Poca productividad de operarios
	Perforado	12		Calculo especifico
Pre armado	Pre armado	30		En muchos casos justificable, en particular en materiales especiales. La melamina puede hacerse totalmente en obra
Operaciones en obra	Instalado de melamina	180		En obra
	instalado de accesorios y agregados	60		Naturaleza variable.
	Inspección Final	15		
	Acta de conformidad	5		

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla se puede apreciar los costos de personal y etapas

Tabla 6:
Costos de personal y etapas

	Empleados	Empleados	Costo
Solicitud de proyecto	Recepcionista	1	1200
Evaluación y cotización	Márketing ventas	1	1200
Presupuesto	Especialista	1	1200
Reajuste			
Optimización de melamina	Especialista		
Cálculo de materiales auxiliares y accesorios	Especialista		
Material especial	Especialista	1	1200
MRP	Administración	1	1200
Compra	Administración		
Traslado a fabrica	Tercerizable	1	1200
Encuadrado y corte	Tercerizable	1	1200
Corte CNC	Tercerizable	1	1200
pegado de cantos	Tercerizable	1	1200
Perforado	Tercerizable	1	1200
Pre armado	Tercerizable		1200
Instalado de melamina	Especialista 2	1	
instalado de accesorios y agregados	Especialista		
Inspección Final	Márketing ventas		
Acta de conformidad	Márketing ventas		

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 6 se aprecia que la etapa cotización obtuvo un costo de 3 empleados (1200 c/u), asimismo la etapa procesamiento de partes obtuvo un costo de 2 empleados (1200 c/u), por lo tanto las etapas pre armado y operaciones en obra Obtuvieron un costo de 1 empleado (1200) (respectivamente).

Es importante destacar que el proceso productivo, la empresa tiene maquinas pequeñas, requiere de gran inversión y variada para maquinas que no producirían siempre, sino según necesidad. Por otra parte entre proyecto y proyecto el personal de producción no es productivo. Las maquinas requieren mantenimiento, espacio costo y requisitos de SST.

En la tabla se resume los costos.

Tabla 7:
Resume los costos.

	Mensual	Anual
Total procesos necesarios	7200	86400
Total procesos tercerizables	6000	72000

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 7 se aprecia el total de procesos necesarios con un costo de S/. 7200 mensual y S/. 86400 anual, asimismo el total de procesos tercerizables con costo de S/. 6000 mensual y S/. 72000 anual.

El procesamiento de la materia prima (corte) es un proceso costoso, lento, requiere inventario transporte, maquinaria y además de ser un cuello de botella representa errores y reclamos.

Por otra parte, este proceso lo hacen los proveedores, por un precio módico cuando uno no es cliente o gratis cuando uno es cliente importante. En el caso de la empresa en estudio, es ya un cliente importante de proveedores



Figura 18: Máquina de corte
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.



Figura 19: Máquina de contorneado
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

3.3 Desarrollar e implementar la herramienta SMED en Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

Del análisis anterior se aprecia que las partes más costosas, de poca productividad, alto costo de mantenimiento es la preparación de materiales. Por último, esta no es continua por lo que el personal tiene mucha presencia de inactividad, requiere espacio, almacén de pegamento, mantenimiento de maquinaria, genera ruido, etc. Otro aspecto a tener en cuenta es que todo ello es tercerizable y de excelente calidad, por otra parte, el tiempo de entrega es completamente programable.

Es importante destacar, que las empresas proveedoras cuentan con maquinaria de alta productividad y personal dedicado a ello por lo que lo hacen con rapidez, garantía y calidad. Por otra parte, todos tienen atención personalizada a proveedores y asesores, por lo que este servicio es completamente tercerizable (ahorrando, espacio, almacén, accidentes y horas hombre improductivas).

Sin embargo, se requiere un reproceso en el diseño. Normalmente el diseño está basado en que el personal de planta hacia sus funciones.

Con la nueva propuesta el personal de diseño en la fase de marketing, requiere un clasificado y organizado de piezas, secuencias de armado, y procesos de armado. Esto para que el proveedor lo entrega de esa forma, y para que haya facilidad de armarlo en obra mixto, en planta u obra.

El nuevo proceso es como sigue:

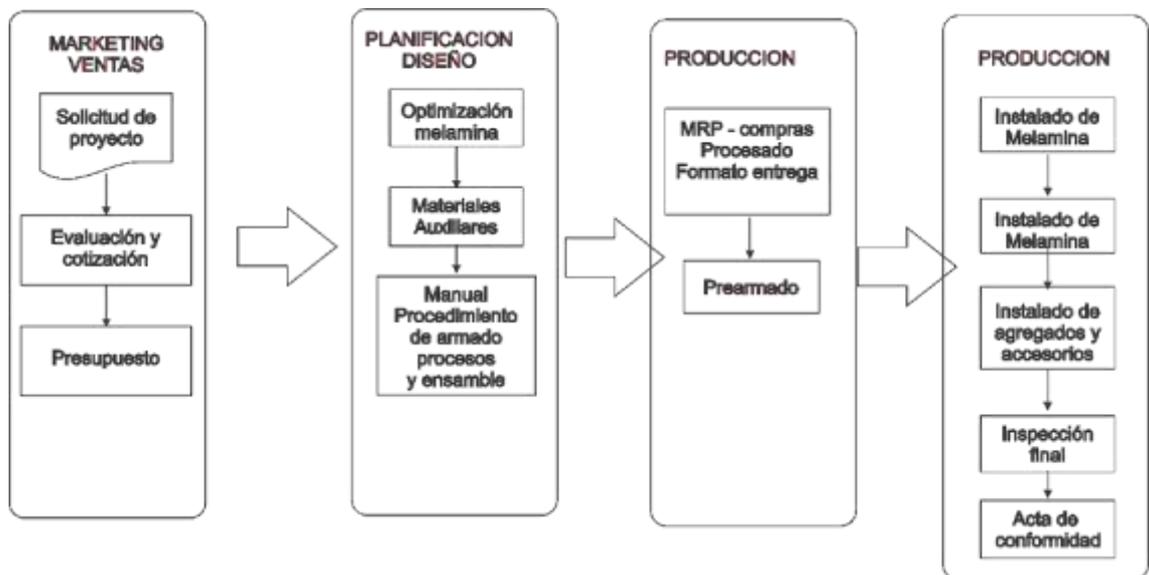


Figura 20: Nuevo proceso SMED
 Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

1. Marketing y ventas

Este proceso fundamental es el de mayor valor en el negocio, pues del diseño, asesoría saldrá su valor y con ello la utilidad.

Como se puede apreciar en las figuras, el tiempo de hacerlo es similar pero la rentabilidad y productividad del proceso se multiplica por 3, 5, 7, lo que hace una gran diferencia.



Figura 21: Cocina de melamina básico rentabilidad estándar.
 Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.



Figura 22: Cocina de melamina y granito mayor rentabilidad.
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.



Figura 23: Cocina de melamina, granito, vidrio, mayor rentabilidad.
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

Un aspecto fundamental es el diseño, software y simulación para que el cliente vea



Figura 24: Diseño, software y simulación para que el cliente vea.
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

Una vez aceptado el siguiente paso es el presupuesto, al cliente se le da un estimado en base a costos unitarios de la industria de melamina y acabados.

Aceptado el proyecto:

Desarrollo de MRP.

Aceptado el presupuesto y hecho el contrato, se lleva a cabo el desarrollo de requerimiento de materiales.

1. Requerimiento de melamina y accesorios

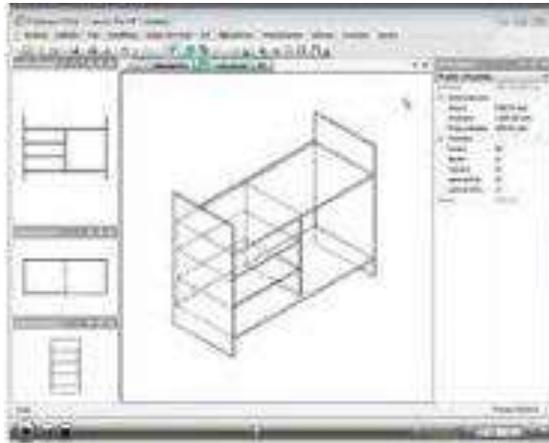


Figura 25: Requerimiento de melamina y accesorios
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

2. Requerimiento y preparación de piezas especiales (granito, vidrio, aluminio, etc.)

3. Entrega de proveedor.

Esta etapa es repensada, pues todas las artes vendrán cortadas y listas de los proveedores, sin embargo, a fin de no tener problemas de pre armado o armado y para hacer rápido el proceso de ensamblado, los proveedores entregaran las partes ordenadas y el área de diseño desarrollara un proceso de ensamble con todas las partes como las envía el proveedor.

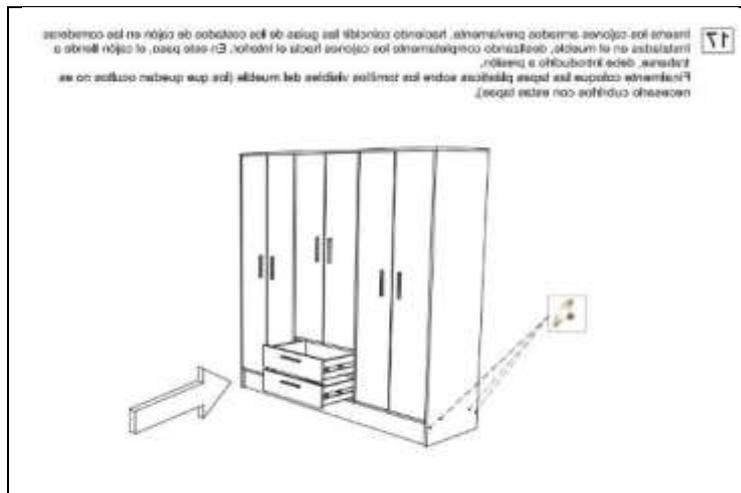
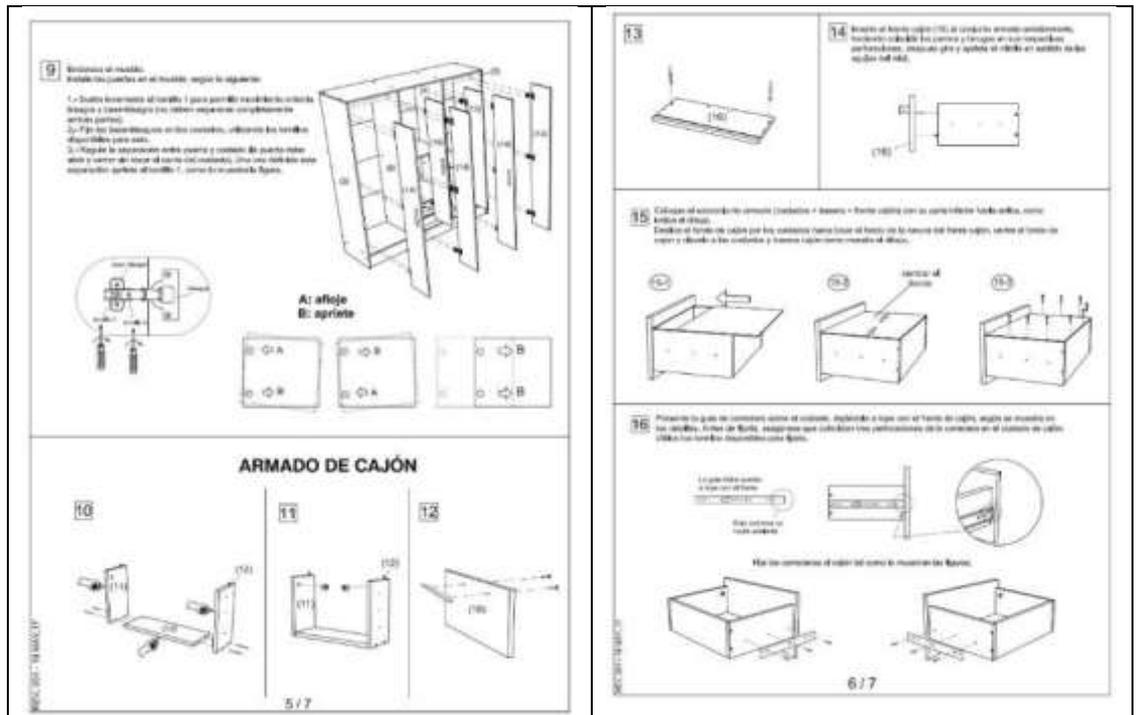


Figura 26: Procedimiento de armado.
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

De esta forma el procesamiento de proyectos ya no es el corte, canteo, etc.
Solamente es ensamblado

En el caso de materiales especiales, (baños, trabajos con vidrio aluminio) el área de diseño coordinara con los especialistas y la secuencia de armado a fin de coordinar con los proveedores la entrega del material procesado.

Proceso de pre ensamble o ensamble en obra.

Según sea conveniente, el pre ensamble y ensamble en obra es rápido, pudiendo ser por un especialista o 2 y en promedio dura 3 horas. Trabajos exquisitos pueden demorar 2 días, estos trabajos llevan granito, lavatorios ornamentales como el que se muestra en la figura.



Figura 27: Diseños que duran 1 día y 3 días.
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.



Figura 28: Personal armando closet en obra.
Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

Resumen de propuesta

La propuesta consta de:

- 1) Retener y mejorar la actividad de más valor

- 2) TERCERIZAR las actividades más difíciles, costosas, lentas y de riesgo. Estas son: el corte de materiales, contorneado de materiales, agujeros y guías.
- 3) El proceso de ensamble en obra o en planta e instalación debe ser lo más rápido y sencillo posible.

Tabla 8
Nuevo esquema de tiempo.

Etapa	Proceso	Valor Típico
Cotización	Solicitud de proyecto	3
	Evaluación y cotización	80
	Presupuesto	15
	Reajuste	5
	Optimización de melamina	3
Procesamiento de partes	Cálculo de materiales auxiliares y accesorios	5
	MRP-PROVEEDORES - MANUAL DE ENSAMBLE	5
	LEAD TIME PROVEEDORES	6
Pre armado	Pre armado	8
	Instalado de melamina	24
Operaciones en obra	instalado de accesorios y agregados	12
	Inspección Final	5
	Acta de conformidad	5

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 8 se aprecia que la etapa cotización priorizó el proceso evaluación y cotización con un valor típico de 80 minutos, asimismo la etapa procesamiento de partes priorizó el proceso lead time proveedores con un valor típico de 6 minutos, igualmente la etapa pre armada tuvo un valor típico de 8 min, y finalmente la etapa operaciones en obra priorizó el proceso instalado de melamina con un valor típico de 24 minutos.

Tabla 9
Comparación de tiempo

Total tiempo	Indispensable (horas)	Tercerizable/lead time (horas)	Total
Antes	390	227	617
Después	167	6	173

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 9 se aprecia el tiempo indispensable disminuyendo de 390 antes a un 167 después, asimismo el tiempo tercerizable/lead time disminuyo de 227 antes a un 6 después.

Tabla 10: Cronograma de capacitación e implementación

Actividad	Semana				Abril				Mayo				Responsable
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	Cap. Modelamiento computarizado	■	■										
Cap. Organización de armado			■										Proind
Cap. Desarrollo de módulos					■	■							Proind
Cap. Organización y control de proyecto				■									Proind
Inversión equipo de computo	■												Empresa
Puesta a prueba piloto modelamiento			■	■									Empresa
Puesta a prueba piloto armado				■	■								Empresa
Puesta a prueba piloto organización y control				■	■								Empresa
Puesta a prueba de desarrollo de módulos					■	■							Empresa
Puesta a prueba proyectos seleccionados							■	■	■	■	■	■	Empresa
Venta de equipo que ya no se usara											■	■	Empresa

Nota: Elaboración el autor

3.4 Desarrollar indicadores de productividad de activos y personal

$$\text{Productividad de tiempo} = \frac{\text{Tiempo por proyecto promedio}}{\text{total proyectos}}$$

Tabla 11
Productividad de tiempo.

Antes (Ene-Abr 2019) Horas / proyecto		Después (Jun-Set 2019) Horas / proyecto	
Tiempo por proyecto promedio	617 horas	30.85 horas/proyecto	173 horas
Total proyectos	20 proyectos	28 proyectos	6.35 horas/proyecto
Personal	15		11

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 10 se puede apreciar la productividad de tiempo, donde la utilidad promedio disminuyó de 30.85 horas/ proyecto (antes) a 6.35 horas/ proyecto (después).

$$\text{Utilidad por hora hombre} = \frac{\text{Utilidad promedio}}{\text{personal}}$$

Tabla 12
Utilidad por hora hombre.

	Antes(Ene-Abr 2019) Soles/(emplado-proyecto)		Después (Jun-Set 2019) Soles/(emplado-proyecto)	
Utilidad promedio (S/.)	3116	207.7	5113	464.8
Personal	15		11	

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 11 se puede apreciar la utilidad por hora hombre, donde la utilidad promedio se incrementó de S/. 207.7 (antes) a S/. 464.8 (después).

3.5 Comparar y validar la productividad antes de la aplicación de la herramienta SMED en Granite & Marble Solutions Perú EIRL

Tabla 13
Utilidad por empleado-proyecto.

Antes (Ene-Abr 2019)		Después (Jun-Set 2019)		Impacto
Utilidad real promedio	Productividad por empleado (15)	Utilidad real promedio	Productividad por empleado (11)	

Mes 1	2,711.4	180.8	4,330.6	393.7	212.90
Mes 2	1,527.4	101.8	4,818.4	438.0	336.20
Mes 3	2,810.5	187.4	4,110.1	373.6	186.20
Mes 4	2,129.9	142.0	3,892.5	353.9	211.90
Promedio	2,294.8	153.00	4,287.9	389.80	236.80
Total	9,179.2	612.00	17,151.5	1,559.20	947.20

$$Productividad = \frac{Utilidad\ real}{Cantidad\ de\ empleados}$$

Fuente: Granite & Marble Solutions Perú EIRL.

En la tabla 12 se puede apreciar la productividad del empleado en términos de utilidad real, que antes de la implementación el promedio era S/. 153, 00 utilidad real /empleado, después de la aplicación de la propuesta esta fue de S/. 389.8 utilidad real por empleado, es decir tuvo un incremento de S/. 236.80 utilidad real por empleado

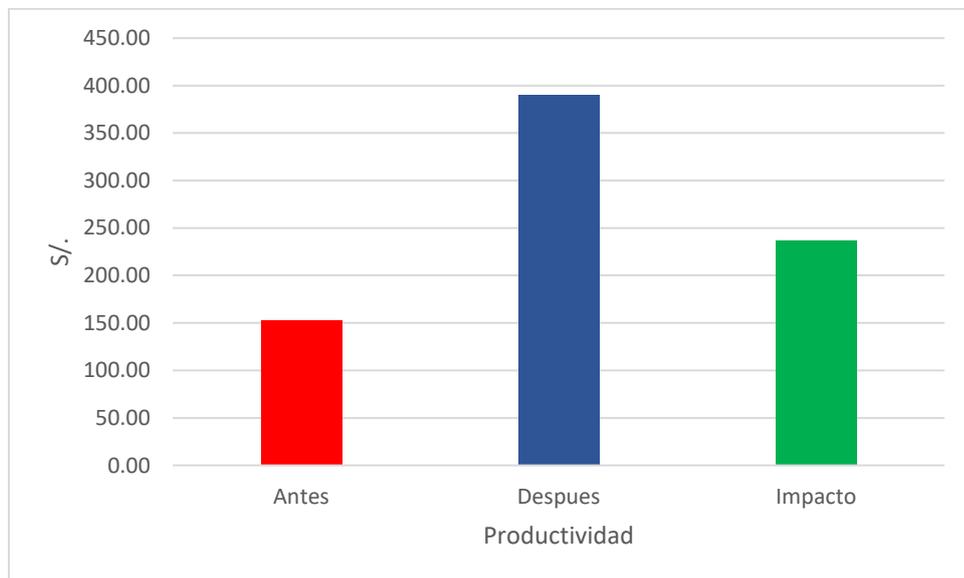


Figura 29: Utilidad por empleado-proyecto.
Fuente: Tabla 12.

Validación estadística:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre la utilidad/empleo-proyecto antes de la implementación del método SMED y la utilidad/empleo-proyecto después de la implementación del método SMED.

Ha: Si existe diferencia estadística significativa entre la utilidad/empleo-proyecto antes de la implementación del método SMED y la utilidad/empleo-proyecto después de la implementación del método SMED.

Estadístico de contraste

Tabla 14
Prueba t-Student para muestras relacionadas.

95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
Inferior	Superior			
-3491,52490	-2388,14177	-11,729	11	,000

Dado que $p = 0.000 < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Beneficio económico de la propuesta

Tabla 15
Beneficio económico de la propuesta.

Beneficio económico	
Utilidad promedio antes (enero- abr 2019)	2,294.8 Tabla 12
Utilidad promedio después (Jun - Set 2019)	4,287.9 Tabla 13
Impacto mensual	1,993.1
incremento de beneficio periodo de estudio (Jun - Set 2019)	7,972.4
Venta de maquinaria ya no usada	8,040.0
Total Beneficio	16,012.40
Costos de propuesta	
capacitación	1,800.0
Equipo de computo	3,500.0

Tabletas(2)	2,500.0
Total Costo	7,800.0
<hr/>	
Beneficio neto de la propuesta	
Total Beneficio	16,012.4
Total Costo	7,800.0
Beneficio neto	8,212.40

En la tabla 14 se puede apreciar el beneficio económico de la propuesta, no fue una inversión de gran envergadura, pues por su pequeño volumen no convenia hacer grandes inversiones, se trató de maximizar con lo que había y mínima inversión

Dado que no es una producción estándar, masiva, el modelo es más aplicado a servicio, pues cada trabajo es personalizado. Obteniéndose un incremento mensual por servicios de S/. 1,993.1, lo que en el periodo de estudio(4 meses) hace 7,972.4, por otra parte, se vendió a precio depreciado maquinaria de las actividades que ahora se tercerizan que dio un ingreso adicional de S/. 8,040.0, totalizando un ingreso en el periodo de S/. 16,012.40.

El costo de la propuesta fue de S/. 7,800, que como se aprecia en la tabla, correspondió a capacitación y equipo de cómputo..

El beneficio neto comparando los 4 meses de implementado con periodo anterior similar es de S/. 8,212.4

Sin embargo deja un incremento de ingreso promedio mensual de S/. 1,993.1 que es el verdadero aporte y trascendencia de la estrategia.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Nuestros resultados encontraron una brecha del 38% en la utilidad esperada, es decir un incumplimiento del presupuesto y sus costos, profundizando este resultado se encontró brechas en el ingreso por empleado 12%, y se ha encontrado que la brecha de productividad de la producción tercerizada es menor (9%). Estos resultados coinciden con los hallados por Carrizo y Garcez (2013) quien señala que en el caso de las Mypes por ser pequeñas tienden a usar medios tradicionales, porque están probados, tienen control e implementar nuevos métodos pueden generar errores, incumplimientos y retrasos que se traducen en sobre costos, demoras, problemas contractuales y sobre todo por la mentalidad de las personas tanto administrativas como empleados, que desconocen la tecnología, el trabajo en equipo y sobre todo la sistematización, el coordinar para un producto futuro, y hacer un trabajo para que otros lo hagan requiere habilidades de comunicación procedimientos. En el caso de nuestro estudio, a medida que se lo va haciendo en forma tradicional se va viendo el resultado, hacerlo todo en piezas para armar requiere esfuerzo mental y nuevas habilidades de interpretación. Existe tanto en la empresa como en los empleados una inercia en la zona de confort de cómo hacer las cosas, aunque estas sean más costosas. Por otro lado, probar un nuevo método, nuevos actores, contratos y los inevitables errores de “puesta en marcha son una barrera”, el tiempo es uno de los principales factores de productividad e innovación, más valor en menos tiempo y de ahí surge la necesidad de buscar las herramientas adecuadas, mucho más cuando se es una pyme lo que indica que tenemos el desafío de llegar a ser una empresa.

En esta línea de ideas, Retuerto et al. (2016) señala que es necesario ver las restricciones del proceso y tratar de encontrar la manera de resolver los cuellos de botella, la empresa durante mucho tiempo paga el precio de las restricciones y su zona de confort, requiriéndose voluntad y liderazgo en el estudio y refinamiento de nuestro proceso y como podemos mejorarlo, el liderazgo de la gerencia. El empoderamiento de los jefes de área, la comunicación para resolver el problema entre todos y plantear las soluciones de mejora. El cambio en una empresa es una acción sinérgica de la empresa, intervienen todas las áreas, reformulando su trabajo a los nuevos métodos más eficientes. Un problema de la Mypes es que no es flexible, y posiblemente se diseñó para un proceso

pequeño un mercado reducido, el crecimiento implica diferenciación, flexibilidad, algunos negocios lo requieren más que otros, por otra parte la tendencia actual en la globalización es el cambio y personalización de los servicios y productos, lo que requiere ser mucho más flexibles y ello no se hace con improvisación, se hace mediante metodologías que requieren implantarse en la mentalidad y procesos de una empresa con los pequeños riesgos, sin riesgo no se produce el cambio.

Se analizó los factores de productividad el proceso en la empresa en estudio, donde se encontró que dado que los proyectos son imprevisibles en cuanto a su forma y plazos muchos empleados y áreas no trabajan plenamente, hay muchas lagunas de tiempo improductivo por maquinaria y personal de uso específico que por la naturaleza de los pedidos y ventas no se puede dar utilidad, estas áreas son especializadas, requieren personal especializado, ocupan lugar, tiempo y energía, el nivel de precisión es de menos de un milímetro, por lo que gente inexperta puede causar altas pérdidas.

La capacidad productiva es el principal factor a tener en cuenta, el personal y los activos deben producir al máximo, pero como empresa pequeña nos enfrentamos a las individualizaciones de los clientes, a diferencia de las grandes empresas que producen productos masivos, y no necesitan realizar cambios, las empresas pequeñas si, en particular la del caso de nuestra investigación. En este sentido nuestros resultados convergen con Huerta (2017) quien señala que la mejora en calidad, estrategia, productividad es el tiempo, al reducir los tiempos de cambio, el tiempo ahorrado ha pasado a ser tiempo productivo, aumentando por tanto la productividad de la empresa. Esto es importante para las Mypes cuya especialidad es cubrir lo que no hacen las grandes empresas, productos personalizados, se requiere ser flexible con la menor cantidad de activos y personal y mejores servicios, mientras menos se use y más se haga, mayor serán los beneficios y la competitividad, pues podemos negociar el precio y crecer.

En esta línea de ideas, Sifuentes (2017) coincidió con nuestra investigación quien aplico 4 pasos que nosotros también aplicamos y consistían en estudio de la operación de cambio, ya que lo que no se conoce, no se puede mejorar. Es una fase de conocimiento y observación, separar las tareas internas y externas, entendiéndose como internas las operaciones que se deben realizar con la máquina parada y externas las que se pueden realizar mientras la máquina está operativa, convertir las tareas internas en externas. Siendo este punto el más complejo del proceso y el que requiere un análisis profundo por

parte del equipo de desarrollo. Todas aquellas tareas que puedo hacer antes de parar la máquina o en paralelo reducirán directamente el tiempo de parada y finalmente perfeccionar el proceso de tareas.

Se desarrolló el implemento de la herramienta SMED, donde el principal cambio fue un sistema basado en pre fabricado, de la fabricación y armado a cada paso, se pasa a la “simulación” se diseña el mueble o proyecto se diseña todas sus partes, se sistematiza (procedimiento de armado) se corre la simulación y proceso y se hace el manual de armado. De esta forma la parte costosa del proceso se convierte en “especificaciones de tercerización para procesado” de esta forma la parte más costosa en mano de obra, personal, depreciación y riesgo se terceriza y por otra parte el personal se dedica al pre armado en base a las instrucciones que no requiere tanto talento como lo hace Ikea, y muchas empresas que venden muebles desarmados para armar, pero claro los proyectos son más complejos.

Nuestros resultados convergen con Flores (2017) pues encontramos los mismos beneficios como reducir tiempo de cambio, incrementar la disponibilidad de máquina, posibilitar la fabricación de lotes pequeños, sin encarecer el producto, reducir stocks y facilitar el control de inventario, incrementar el espacio disponible, disminuir los desplazamientos, manipulaciones, etc., reducir el tiempo de respuesta, disminuir obsolescencias, defectuoso en operaciones auxiliares, etc., incrementar el compromiso de la persona con su trabajo, fomentar la puesta en común de los conocimientos de los implicados, utilizar la creatividad de las personas. Un caso particular fue el inventario y los retazos, en la actualidad ya el almacén es mínimo.

Los resultados de la propuesta redujeron el tiempo indispensable de 390 horas a 167 horas, las actividades tercerizables que eran 227 horas se redujeron a 6 horas, las horas de proyecto se redujeron de 30.85 horas por proyecto a 6.35 horas por proyecto por lo que el SMED cumplió su función.

Estos resultados convergen con los hallados por Gómez (2017) quien señala que flexibilizar el sistema productivo, optimizar los recursos disponibles y mejorar la cultura industrial, es decir, ser más competitivos, debemos ser mejores en la razón de nuestro negocio no en los procesos auxiliares. En el caso de nuestra investigación, lo importante y el valor está en el diseño y acabado, si las piezas e inventario se pueden tercerizar (porque al fin de cuentas es cuestión de cálculo e instrucciones) más barato le sale a los

proveedores y pagarles por su servicio. Por otro lado en el caso de nuestra investigación requirió también nuevas habilidades y estas eran como hacerlo de tal manera que se pueda tercerizar y un manual de armado. En realidad el proceso de tercerizado se convirtió en un manual de partes y como armarlo.

Para tener la certeza de que funciono el método se validó estadísticamente los resultados comparando estadísticamente las unidades mensuales promedio utilizando la prueba de t student encontrando diferencia estadística significativa entre la reducción de tiempos antes y después con lo que quedó demostrado que la estrategia SMED mejoro los tiempos y la utilidad promedio.

Obteniendo ventajas competitivas tales como minimizar el tiempo de preparación, reducir el tamaño de inventario o maximizar la capacidad y flexibilidad productiva al poder producir. Ya que en un tiempo mucho menor, se producirán varios modelos en una misma línea de producción. Lo cual se traduce no sólo en reducción de costes, sino también en el proceso de ser más ágiles y flexibles a los cambios de demanda. Resultados que convergen con los hallados por Unterborn (2011) quien señala que obteniendo ventajas competitivas tales como minimizar el tiempo de preparación, reducir el tamaño de inventario o maximizar la capacidad y flexibilidad productiva al poder producir. Ya que en un tiempo mucho menor, se producirán varios modelos en una misma línea de producción. Lo cual se traduce no sólo en reducción de costes, sino también en el proceso de ser más ágiles y flexibles a los cambios de demanda y esto se aplicó y fue efectivo dada la naturaleza de la empresa, ya que no vende productos sino hace diseños a medida, diferentes y requieren de tiempo que se traduce en inventarios que fueron reducidos, costo de hora hombre que fue maximizado y reducción de costos de proceso que fueron logrados.

La presente investigación tuvo la limitación de su clúster altamente especializado, como es los proyectos de decoración por lo que se haya sesgado a este clúster, diferenciándose radicalmente de la producción de muebles masivos (closets, escritorios, etc.) que se fabrican a granel. Sin embargo sobre su clúster dentro de la industria de la aplicación de melamina los estudios son muy escasos por lo que compensa la limitación.

4.2 Conclusiones

- 1) Respecto al objetivo específico 1, el nivel de productividad antes de la estrategia SMED este fue 12% debajo de lo esperado tanto en el personal como de los equipos productivos, lo que se refleja en que solo se lograba el 38% de la utilidad esperada.
- 2) Respecto al objetivo específico 2, se encontró un exceso de personal, y poca productividad en los aspectos primarios del proceso (corte, canteado, etc.), los mismos que no tienen uso constante y por tanto genera improductividad, por otra parte el desempeño de sus máquinas y mantenimiento es alto, por lo que es más rentable tercerizarlos que renovar maquinaria que va a tener mucho tiempo improductivo.
- 3) Respecto al objetivo específico 3, diseño e implementación la herramienta SMED, se planteó tercerizar el proceso de corte, pegado de cantos, perforados) a la hora de comprar el material, eliminando la improductividad del personal y maquinaria.
- 4) Respecto al objetivo específico 4, después de la aplicación de la herramienta SMED, se redujo el tiempo promedio de proyectos de 30.85 horas a 6.35 horas, se redujo el personal de 15 antes del proyecto a 11 trabajadores. La utilidad por hora hombre este se incrementó de S/. 207.7 a S/. 464.8 es decir 123%.
- 5) Respecto al objetivo general, la productividad se incrementó un 123%, el tiempo promedio de 30.85 horas a 6.35 horas, estos resultados se demostraron mediante la prueba t-Student encontrándose diferencia estadística entre la utilidad antes y la utilidad después, lo que valida nuestra hipótesis que la aplicación de estrategia SMED incrementa la productividad ($p = 0.000$).

REFERENCIAS

- Blokdyk, G. (2018). *SMED A Complete Guide - 2019 Edition*. USA: 5STARCOOKS.
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new Value Stream Mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44, 18-19.
- Carrizo, A., & Garcez, P. (2013). Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology in small to medium-sized enterprises: A Portuguese case study. *International Journal of Management*, 66-70.
- Casanova, F. (2002). *Formación profesional, productividad y trabajo decente Boletín*.
- Flores, W. E. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED, y 5S, en una empresa de confecciones*. Lima, Perú: Tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gómez, M. Y. (2017). *Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la empresa Corporación Visión SAC., Lima 2017*. Lima-Perú: Tesis de la Universidad Cesar Vallejo.
- Huerta, S. D. (2017). *Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED*. Lima - Perú: Tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Leconte, T. (2011). *La pratique du SMED: Obtenir des gains importants avec le changement d'outillage rapide*. Paris: Eyrolles.
- Mertens, L. (1998). *La medición de la productividad como referente ente de la formación-capacitación Boletín N° 143. Productividad y formación*. Montevideo: Cinterfor .
- Min, W., & Pheng, L. S. (2007). Modeling just-in-time purchasing in the ready mixed concrete industry. *International Journal of Production Economics*, 107, 190-201.
- Moxan, C., & Greatbanks, R. (2001). Prerequisites for the implementation of smed methodology. A study in the textile-processing environment. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 18(4/5), 404-414.

- Retuerto, J. R., & et al. (2016). *Propuesta aplicación de herramieta TOC - SMED en la línea de producción sólidos de una empresa farmacéutica*. Lima, Perú: Tesis de la Universidad del Pacífico.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: The SMED system*. Cambridge, Massachusetts: Productivity Press.
- Sifuentes, A. L. (2017). *Mejora de la productividad en una empresa de empaques flexibles aplicando la herramienta Single Minute Exchange of Die (SMED)*. Lima - Perú: Tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sobero, J. J. (2017). *Aplicación del sistema SMED para mejorar la productividad de la línea de envasado de la Empresa Gloria S.A. Lurigancho- 2017*. Lima – Perú: Tesis de la Universidad Cesar Vallejo.
- Unterborn, J. (2011). *A study of a management supported single minute exchange of die (SMED) program for the flexible packaging industry*. Rochester, NY: Theses of Rochester Institute of Technology.
- Yin, R. (1989). *Case study research*. Beverly Hills: Sage.