



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN EL AÑO 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Luis Enrique Zavala Santos

Asesor:

Mg. Roger Ucañan Leyton

Lima – Perú

2018

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de tesis desarrollado por el (la) Bachiller **Luis Enrique Zavala Santos**, denominada:

“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN EL AÑO 2018”

Ing. Roger Ucañan Leyton

ASESOR

Ing. Alejandro Ortega Saco

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Aldo Rivadeneyra Cuya

JURADO

Ing. Manuel Mondragon Vilela

JURADO

DEDICATORIA

A mis padres, Pedro Zavala y Eufemia Santos por su gran apoyo incondicional en mi formación como profesional. A mi hermano Jimmy y Tania por apoyarme en todo momento. A mis abuelos Juan Z., Celso S., Donatila E. y María C. que están en el cielo por sus enseñanzas y ejemplo de lucha a lo largo de mi vida.

Luis Enrique Zavala Santos

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Universidad Privada del Norte por brindarme sus conocimientos y su constante apoyo durante la época como estudiante. A mi asesor de tesis por ser parte del desarrollo de la investigación y a todas las personas que fueron parte de apoyo durante la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.2.1. <i>Problema General</i>	2
1.2.2. <i>Problema Específico</i>	2
1.2.2.1. <i>Problema específico 01</i>	2
1.2.2.2. <i>Problema específico 02</i>	2
1.2.2.3. <i>Problema específico 03</i>	2
1.3. Justificación	3
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i>	3
1.3.2. <i>Justificación Práctica</i>	3
1.3.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	3
1.3.4. <i>Justificación Académica</i>	4
1.4. Objetivo	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivo Específico</i>	4
1.4.2.1. <i>Objetivo específico 1</i>	4
1.4.2.2. <i>Objetivo específico 2</i>	4
1.4.2.3. <i>Objetivo específico 3</i>	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	5

2.1.	Antecedentes.....	5
2.1.1.	<i>En el ambito internacional</i>	5
2.1.2.	<i>En el ambito nacional</i>	6
2.2.	Bases teoricas.....	9
2.3.	Definición de términos básicos.....	19
CAPÍTULO 3.DESARROLLO		23
3.1.	Desarrollo el Objetivo 1	29
3.2.	Desarrollo el Objetivo 2	48
3.3.	Desarrollo el Objetivo 3	63
CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....		72
4.1.	RESULTADOS	72
4.2.	CONCLUSIONES.....	76
4.3.	RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS.....		78
ANEXOS.....		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n°1. Problemas identificados en sillas	23
Tabla n° 2. Espacios con las que cuenta el area de pintura	36
Tabla n°3. Nivel de importancia de carcania entre actividades	37
Tabla n°4. Motivos de proximidad.....	37
Tabla n°5. Diagrama de análisis del proceso de pintado (silla)	40
Tabla n°6. Diagrama de analisis del proceso de pintado (carpetas).....	41
Tabla n°7. Resumen de costeo por actividades sillas (actual).....	43
Tabla n°8. Resumen de costeo por actividades carpetas (actual)....	45
Tabla n°9. Datos para cálculo de la productividad del proceso actual(sillas)	46
Tabla n°10. Datos para calculo de la productividad del proceso actual (carpetas).	46
Tabla n°11. Índice de productividad de enero a abril 2017 (sillas)	47
Tabla n°12. Índice de productividad de enero a abril 2017 (carpetas).....	47
Tabla n°13. Espacios con las que cuenta el área de pintura(propuesta)....	54
Tabla n°14. Diagrama de análisis del proceso de pintado de silla (propuesto)	56
Tabla n°15. Diagrama de análisis del proceso de pintado de carpetas (propuesto).....	57
Tabla n°16. Resumen de costeo por actividades (propuesto)	58
Tabla n°17. Resumen de costeo por actividades (propuesto)....	60
Tabla n°18. Datos para cálculo de la productividad del proceso propuesto (sillas)	61
Tabla n°19. Datos para cálculo de la productividad del proceso propuesto (carpetas)	61
Tabla n°20. Índice de productividad de enero hasta abril 2018 propuesto(sillas).....	62
Tabla n°21. Indice de productividad de enero hasta abril 2018 propuesto(carpetas)....	62
Tabla n°22. Costo de equipos del sistema propuesto.....	66
Tabla n°23. Cuadro de ventas de sillas del año 2013 al 2017.....	66
Tabla n°24. Cuadro de ventas de carpetas del año 2013 al 2017	67
Tabla n°25. Proyección de ventas de sillas del año 2019 al 2023.....	69
Tabla n°26. Proyección de ventas de carpetas del año 2019 al 2023.....	69
Tabla n°27. Estados de resultados	71
Tabla n°28. Flujo de caja.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº1. Ejemplo de Diagrama de Pareto	9
Figura nº2. Ejemplo de Diagrama de Causa - efecto	10
Figura nº3. Ejemplo de Diagrama de Proceso	12
Figura nº4. Ejemplo de Diagrama de recorrido	13
Figura nº5. Ejemplo de Diagrama de analisis de procesos... ..	14
Figura nº6. Ejemplo de cálculo del VAN	16
Figura nº7. Ejemplo de cálculo de la TIR... ..	16
Figura nº8. Formula de medicion de productividad	17
Figura nº9. Modelo de factores de la productividad de una empresa	19
Figura nº10. Resumen de sugerencias de clientes	23
Figura nº11. Diagrama de Pareto de los problemas identificados en las sillas	24
Figura nº12. Causa 1, colores no uniformes.....	25
Figura nº13. Causa 2, esquina interna con poca pintura	26
Figura nº14. Causa 3, chorreo de pintura Diagrama	27
Figura nº15. Ciclo del proceso productivo de las silla	29
Figura nº16. Diagrama de operaciones de pintura liquida(sillas).....	30
Figura nº17. Diagrama de operaciones de pintura liquida(carpetas).....	31
Figura nº18. Diagrama de operaciones, etapa limpieza de estructuras	32
Figura nº19. Diagrama de operaciones, etapa pintado de estructuras	33
Figura nº20. Diagrama de operaciones, etapa horneado o curado.....	34
Figura nº21. Diagrama de recorrido del área de pintura actual.....	35
Figura nº22. Analisis de las relaciones de actividades.....	38
Figura nº23. Desarrollo del diagrama relacional de actividades(Actual)... ..	39
Figura nº24. Diagrama de operaciones de pintura electrostática(sillas).....	49
Figura nº25. Diagrama de operaciones de pintura electrostatica(carpetas).....	50
Figura nº26. Diagrama de operaciones, etapa limpieza de estructuras(propuesto).....	51
Figura nº27. Diagrama de operaciones, etapa pintado de estructuras (propuesto)	52
Figura nº28. Diagrama de operaciones , etapa de horneado o curado(propuesto).....	53
Figura nº29. Desarrollo del diagrama relacional propuesto en el area de pintura.....	54
Figura nº30. Diagrama de recorrido del area de pintura (propuesto).....	55
Figura nº31. Equipo de pintado MOD. C-800.....	63
Figura nº32. Cabina de pintado con filtros de recuperacion.....	64
Figura nº33. Tina de acero inoxidable.....	65
Figura nº34. Grafica de proyeccion de ventas del año 2013 al 2017(sillas)... ..	67
Figura nº35. Grafica de proyeccion de ventas del año 2013 al 2017(carpetas).....	68

Figura nº36. Diferencia de costo del proceso actual con el propuesto(carpetas y sillas).....	72
Figura nº37. Diferencia de tiempo del proceso actual con el propuesto(carpetas y sillas).....	73
Figura nº38. Diferencia de los tiempos de preparacion.....	73
Figura nº39. Grafico comparativo de indice de productividad(sillas).....	74
Figura nº40. Grafico comparativo de indice de productividad (carpetas).....	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito fundamental aplicar las herramientas de ingeniería de métodos en la mejora del proceso de pintado de sillas y carpetas metálicas para incrementar la productividad en una empresa Muebles.

Primero, se solicitó sugerencias a los clientes por los rechazos que hubo en oportunidades. De tal forma utilizando el diagrama de Pareto se pudo analizar detalladamente cada sugerencia identificando los posibles defectos que hayan generado los rechazos, se utilizó el diagrama de Ishikawa para encontrar las causas que han generado los problemas. Con lo mencionado se pudo identificar que las causas del problema estaban relacionado al área de pintura.

Segundo, se realizó un diagnóstico inicial del área de pintura, registrando las operaciones que se venían dando con el uso de pintura líquida, se evaluó el flujo de proceso del área analizando el recorrido que se realizaba por cada operación. A partir de este diagnóstico se realizó el diagrama de operaciones y diagrama de recorrido, con los dos métodos aplicados se pudo realizar el diagrama de actividades del proceso (DAP) y posteriormente se realizó el costeo ABC para conocer los costos que generan cada actividad.

Tercero, se propuso un nuevo sistema de pintado que redujera los costos y el tiempo empleado durante el proceso. Para ello se volvieron a aplicar los métodos de ingeniería ya con el nuevo sistema propuesto, se elaboró un nuevo diagrama de actividades del proceso para realizar un nuevo costeo ABC con las mejoras realizadas, con ello se determinó que aplicando la propuesta se logra reducir los tiempos y el costo del área de pintado.

Por último, la implementación de la pintura electrostática logra reducir los costos y los tiempos de cada actividad durante el proceso, teniendo como resultado una reducción de tiempo de 59 minutos y un costo de S/.30.34 por proceso de pintado de 24 sillas. El tiempo que se ha reducido entre el proceso de pintado de carpetas es de 53 minutos y un costo de S/. 54.00 lo cual nos indica que al reducir el tiempo de las actividades se incrementaran las cantidades de sillas y carpetas pintadas durante el turno de trabajo; se obtiene un valor actual neto (VAN) de S/.91462.33 y la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida es de 85.57% y un Beneficio-costo de 1.70 por lo que se dice que el proyecto es viable y mejorara las ganancias de la empresa.

ABSTRACT

The main purpose of this research work was to apply method-engineering tools to improve the process of painting metal chairs and folders to increase productivity in a furniture company.

First, suggestions were made to customers for the rejections that occurred in opportunities. In this way, using the Pareto diagram, each suggestion could be analyzed in detail, identifying the possible defects that have generated the rejections; the Ishikawa diagram was used to find the causes that have generated the problems. With the aforementioned, it was possible to identify that the causes of the problem were related to the painting area.

Second, an initial diagnosis of the painting area was made; recording the operations that were occurring with the use of liquid paint, the process flow of the area was evaluated, analyzing the route that was carried out for each operation. From this diagnosis was made the flow diagram of operations and route diagram, with the two methods applied it was possible to make the process activity diagram (DAP) and then the ABC costing was done to know the costs generated by each activity .

Third, a new painting system was proposed that would reduce the costs and time spent during the process. To do this, the engineering methods were applied again with the new proposed system, a new activity diagram of the process was elaborated to enhance a new ABC costing with the improvements made, with which it was determined that by applying the proposal it is possible to reduce the times and the cost of the painting area. This will also reduce the defects caused by liquid paint.

Finally, the implementation of electrostatic painting manages to reduce the costs and times of each activity during the process, resulting in a reduction of time of 59 minutes and a cost of S / .30.34 per painting process of 24 chairs. The time that has been reduced between the folder painting process is 53 minutes and a cost of S / . 54.00 which indicates that reducing the time of the activities will increase the amount of chairs and folders painted during the work shift; a net present value (NPV) of S / .91462.33 is obtained and the Internal Rate of Return (IRR) obtained is 85.57% and a Benefit-cost of 1.70, therefore it is said that the project is viable and will improve the profit of the company.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El Banco Mundial prevé que la economía peruana crecerá 3.5% en el 2018, cifra inferior a los estimados del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) de 3.7% y 4%, respectivamente. Para el 2019, el Banco Mundial estima una expansión de 3.8% para el PBI del Perú. El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) presentó el Informe de Actualización del Marco Macroeconómico Multianual 2018-2021 (IAPM), en el que prevé alcanzar un crecimiento económico de 5% al 2021, año del bicentenario, y reafirma su compromiso con el cumplimiento de la trayectoria de consolidación fiscal.

El Perú se ha caracterizado por tener un crecimiento económico productivo con un mayor desarrollo en comparación de años atrás. Una de las actividades con mayor despegue fue el sector construcción por la gran demanda de inmuebles en el mercado. La segunda actividad que tuvo mayor incremento es el sector educación superior, teniendo en cuenta que en el país existen cuatro millones de jóvenes entre los 17 y 24 años, de los cuales más del 50% aún no está inserto en la educación superior, solo 1,6 millones están estudiando y de los cuales solo 400.000 estudian en institutos de educación superior tecnológica, el resto lo hace en universidades. Otra actividad que ha tenido un crecimiento prospero son las entidades financieras o cajas municipales de ahorro y crédito (CMAC) que cuentan con 31470 puntos de atención a nivel nacional. Esto las convierte en las instituciones de micro finanzas con mayor cercanía a la población que demanda mayores facilidades para realizar sus operaciones. Además, tienen proyectado para el presente años incrementar el número de oficinas a nivel nacional.

La empresa de Muebles cuenta con clientes potenciales dentro del sector educación ya sea pública o privada como son colegios, institutos y universidades. La demanda de estudiantes que existe en el mercado ha generado que las instituciones construyan nuevas sedes en puntos estratégicos dentro del territorio, a estos clientes se les ofrecen mesa de docente, carpetas unipersonales, sillas, bancas y entre otros muebles que sean solicitados.

Además, cuenta con otra cartera de cliente que son las entidades financieras, que cada año van incrementando sus oficinas por su gran demanda de operaciones que le exige el mercado nacional. La creación de nuevas agencias requiere de todo el amueblamiento en general como módulos de atención, sillas de oficinas, banca de espera, sillas de espera y separadores de fila, cada una con sus respectivos colores institucionales, Las financieras como clientes son muy exigentes en cuanto a los colores y calidad de sus productos. Con todas las evidencias mencionadas anteriormente se ha encontrado una gran oportunidad que existe en el mercado para años posteriores, de tal forma de lograr el crecimiento de la empresa.

En consecuencia, para mejorar los productos de mayor demanda como son las carpetas unipersonales (para institutos y universidades), sillas fijas tapizadas y sin tapizar (para entidades financieras, institutos, universidades y otros). Se solicitó sugerencias a 40 clientes con respecto a los productos y los motivos de rechazos.

Consultando a los clientes se obtuvo respuesta que dichos rechazos se debían a que los productos no tenían la uniformidad en los tonos de colores, poca pintura en los extremos de la estructura, rasgos de chorreo de pintura, uniones soldadas muy gruesas y regatones (tapas) de baja resistencia, etc., lo cual ha ocasionado disminución en las ventas y alejamiento de algunos clientes.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Aplicando la mejora de procesos aumentará la productividad en el área de pintura en la empresa de Muebles en el 2018?

1.2.2. Problemas Específicos

1.2.2.1. ¿Cómo se realiza el proceso actual en el área de pintura de la empresa de muebles?

1.2.2.2. ¿Cuál es la propuesta de mejora en el área de pintura de la empresa de muebles?

1.2.2.3. ¿Cuál es el costo-beneficio de la aplicación de la propuesta de mejora de la empresa de muebles?

1.3. Justificación

El Perú se ha caracterizado por tener un crecimiento económico productivo en comparación de años atrás y por ello distintos sectores como educación y entidades financieras han tenido un crecimiento circunstancial en su rubro. Por tal motivo han creado nuevas sedes en diferentes puntos estratégicos según su demanda. Con lo mencionado se ha encontrado una gran oportunidad para las ventas de mobiliarios para años posteriores. La necesidad de mejorar la calidad e innovar los productos de la empresa nos lleva a analizar y buscar una alternativa de solución que se adecue a la necesidad y a las exigencias del rubro de muebles, en ese sentido la propuesta busca mejorar nuestros indicadores de rentabilidad de tal forma lograr el crecimiento de la empresa.

1.3.1. Justificación Teórica

Muchas empresas del rubro no se toman el tiempo para diseñar e innovar sus procedimientos y equipos, sin embargo, debemos considerar que hoy en día el rubro de mobiliario está generando una gran evolución industrial. Para ello se debe poner en práctica metodología del estudio de tiempos, diagramas de actividades y cuadros de control de calidad, etc. Teniendo como referencias conocimientos de otros investigadores para llevar a cabo las mejoras dentro del entorno.

1.3.2. Justificación Práctica

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar los defectos y los inconvenientes técnicos, que afecta en la calidad del producto. Los procesos en el área no disponen de una norma técnica y se lleva a cabo en forma manual sin que existan indicadores.

1.3.3. Justificación Cuantitativa

En esta investigación reduciremos los 3 principales defectos que generan la baja calidad del producto durante el proceso, de esa manera poder reducir los costos y tiempos de producción para ser más competitivo en el mercado nacional y generar una mayor aceptación por parte de los clientes.

1.3.4. Justificación Académica

La Investigación no solo busca brindar soluciones a la empresa, sino, que esta sirva como una guía para otras investigaciones y también para otras empresas que atraviesan problemas por la baja calidad de sus productos o cuando se obtienen rechazos por parte de los clientes.

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo General

Aplicar la mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de pintura en una empresa de muebles.

1.4.2. Objetivo Específico

- 1.4.2.1. Determinar cómo se realiza proceso actual en el área de pintura de la empresa de muebles.
- 1.4.2.2. Desarrollar un plan de mejora en el área de pintura de la empresa de muebles.
- 1.4.2.3. Determinar el costo-beneficio del plan de mejora en el área de pintura en la empresa de muebles.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Es muy importante detallar investigaciones anteriores que sirvieron como herramientas para el análisis y diseño del plan de mejoras propuestas en la empresa, en ese sentido describiremos los estudios, publicaciones y tesis que fueron consultadas.

2.1.1. En el ámbito internacional

Montenegro y Tixe (2007), en su tesis ***“MEJORA DEL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN – SUMAR”***. Ecuador, Universidad Central del Ecuador. Menciona la necesidad de implementar una serie de mejoras en el área de pintura contando con un sistema de pintura electrostática, para ello analiza las causas probables que están generando cuellos de botella en el área. Con el desarrollo de los procesos óptimos e implementación de indicadores, se logró el objetivo planteado, el cual era asegurar la calidad de los productos a través de la maximización y reducción de los recursos. El indicador Consumo de Pintura en Polvo por Unidades producidas (planchas de tol), permitió observar una reducción y aprovechamiento considerable del material utilizado (1.39 kg a 0.91 kg de pintura en polvo por plancha de tol). El indicador Tiempo por unidades producidas (planchas de tol) nos muestra que con la implementación de los procesos óptimos el tiempo que demora en pintarse una plancha de tol ha pasado de 16.36 min a 10.55 min.

Quijia (2017), en su tesis **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA REYPEL”**. Ecuador, Universidad Tecnológica Indoamericana. En su investigación identifica las causas de la falta de eficiencia en el proceso de pintura electrostática. La empresa actualmente posee procesos antiguos de pintura electrostática, desde su creación no ha experimentado ningún cambio en la metodología y tecnificación de las operaciones. El desarrollo de la propuesta se basa en la utilización adecuada de nuevos elementos y aditivos que ayuden a mejorar los tiempos de producción y la calidad de los servicios, con un análisis mediante el método ordinal corregido con criterios ponderados, se tomaron criterios como costos, adaptabilidad e implementación. Se concluyó que el tiempo del proceso se redujo, en base a la correcta concentración de químicos que se utilice en las tinas. Se puede observar la reducción del 13% en cuanto a tiempos respecto a la situación inicial. La productividad actual del proceso será igual a 1.41, y se evidenció una mejora con la propuesta con un resultado igual a 1.61, obteniéndose así un aumento de 0.2 en productividad. La eliminación de tiempos improductivos, ha permitido generar una rentabilidad del 291.53%, es decir las utilidades generadas respecto a la inversión se pronosticará que se triplique, además se comprobó que la utilización de materia prima e insumos de la propuesta comparada con la actual es más eficiente.

2.1.2. En el ámbito nacional

Yarasca y Espinoza (2015), en su tesis **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA PIEZAS METÁLICAS UTILIZADAS EN TABLEROS Y CELDAS ELÉCTRICAS”**. Peru, **Universidad Ricardo Palma**, desarrolla un plan de mejora del área de pintura que reduzca los tiempos de pintado, secado y reprocesos generados. Además de permitir una mejora en cuanto a las entregas oportunas del producto. Por medio de la propuesta se podrá dar un cambio sustancial por ser un área crítica en la calidad que deben salir las piezas (10 % en reproceso) y por el tiempo que toma el secado de las piezas metálicas (24 horas de secado), tanto del pintado en base como del pintado en acabado final, debido a que se emplea un sistema de pintura líquida, ocasionando demoras a las áreas posteriores del entorno laboral. Se concluye que la implementación de un sistema de pintura electrostático es satisfactoria para la empresa mejorando significativamente el proceso de pintado de las piezas metálicas utilizadas en los tableros y celdas con una producción de 104 unidades al mes, triplicando la producción, logrando de esta manera resolver el cuello de botella que se presenta en la empresa, considerando además que los costos de pintura se reducen de 100.98 dólares por unidad a 74.01 dólares.

Valdivia (2013), en su tesis **“DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SIX-SIGMA PARA UNA FABRICA DE MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN DE MOBILIARIO PARA SUPERMERCADOS Y TIENDAS COMERCIALES”**. Perú,

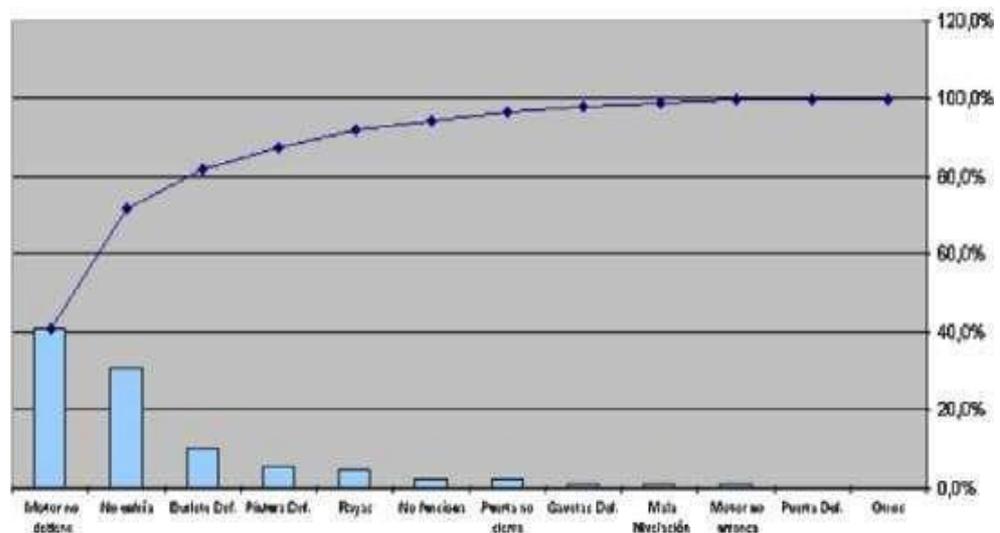
Pontificia Universidad Católica del Perú, desarrolla un plan de calidad que es un factor de mucha importancia para el desarrollo de la empresa, no importa si se trata de productos o servicios, el problema que afronta la empresa está enteramente ligado a la calidad de los productos, se refiere específicamente a las partes principales de las góndolas de supermercados que son las bandejas tanto las que la empresa elabora y las que recibe para mantenimiento. Para dar solución al problema se realizaron pruebas de pintado realizando mediciones de los espesores y la buena adherencia de pintura a las estructuras. Para que la pintura tenga la adherencia se debe mantener el horno a una temperatura no mayor a los 150°C para los procesos de pintura en polvo, pero tampoco debe ser esta muy baja, pues la pintura podría no adherirse a la bandeja de metal. En su tesis pudo concluir que los problemas que se presentan en la empresa están ligados directamente con los procesos y métodos de trabajo, no con las máquinas, medios de trabajo ni directamente ligado a la mano de obra. Es decir, para mejorar la calidad de un producto o servicio, se debe empezar por analizar los procesos antes que los inputs

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Diagrama de Pareto

Niebel y Freivalds (2004), menciona que las áreas del problema pueden definirse mediante una técnica desarrollada por el economista Vilfredo Pareto para explicar la concentración de la riqueza. En el análisis de Pareto, los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan en orden descendente, como una distribución acumulativa. Por lo general, 20% de los artículos evaluados representan 80% o más de la actividad total; como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20.

Figura nº1. Ejemplo de Diagrama de Pareto.

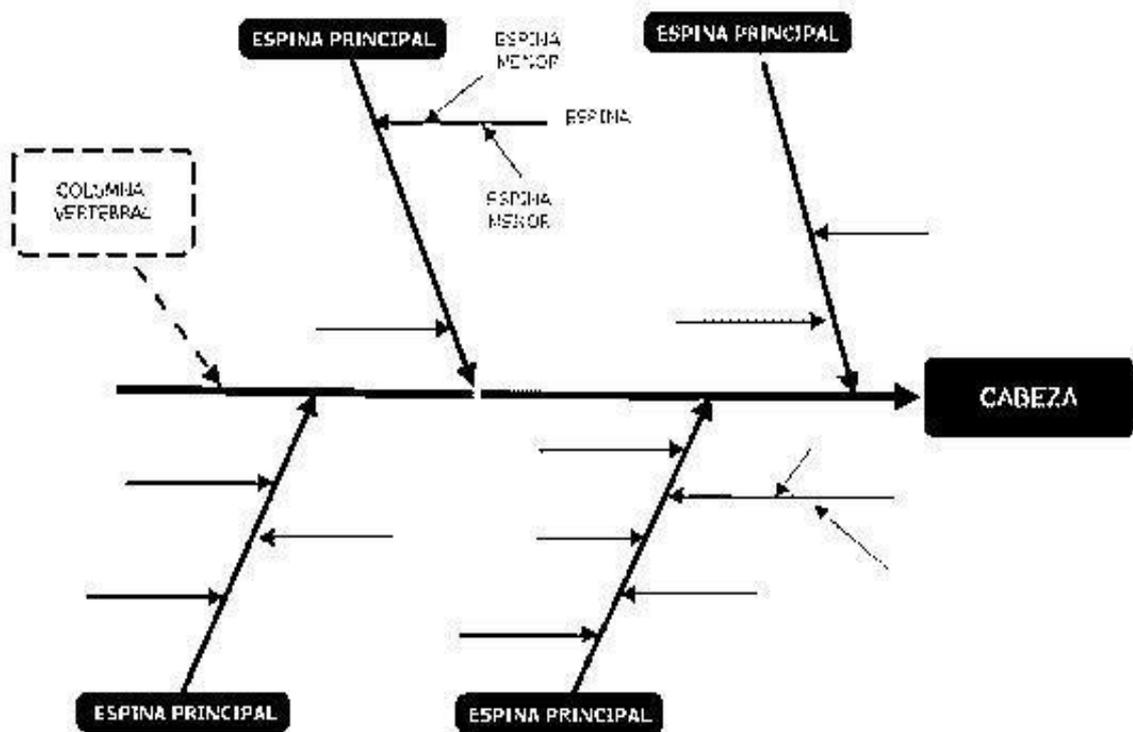


Fuente: Sales M. (2009)

2.2.2. Diagrama de Causa - Efecto

Romero y Días (2010) define que “Es una herramienta conocida también como “espina de pescado”, por la similitud de su apariencia física con la de un esqueleto de un pez, o como diagrama de Kaoru Ishikawa, en honor a su creador, desarrollado por este profesor en 1943 en Tokio; tiene como fin permitir la organización de grandes cantidades de información, sobre un problema específico y determinar exactamente las posibles causas y, finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales”.

Figura nº2. Ejemplo de Diagrama Causa - efecto.



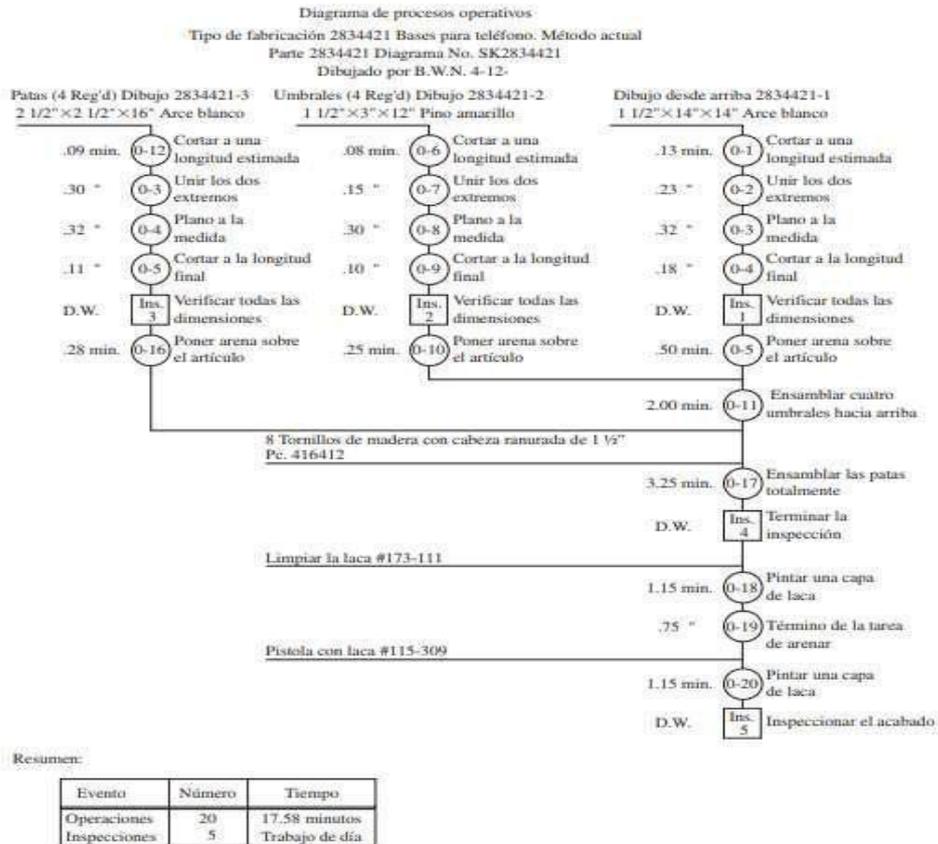
Fuente: Ishikawa, K. (1943)

2.2.3. Diagrama de Proceso

La gráfica del proceso operativo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. La gráfica muestra la entrada de todos los componentes y sub ensambles al ensamble principal. De la misma manera como un esquema muestra detalles de diseño tales como partes, tolerancias y especificaciones, la gráfica del proceso operativo ofrece detalles de la manufactura y del negocio con sólo echar un vistazo.

Se utilizan dos símbolos para construir la gráfica del proceso operativo: un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado representa una inspección. Una operación se lleva a cabo cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente, o cuando se estudia o se planea antes de que se realice cualquier trabajo productivo en dicha parte. Una inspección se realiza cuando la parte es examinada para determinar su cumplimiento con un estándar. Niebel y Freivalds (2004),

Figura n°3. Ejemplo de Diagrama de Proceso.



Fuente: BW Niebel, A Freivalds, MAG Osuna (2004)

2.2.4. Diagrama de recorrido

Según Niebel y Freivalds (2004) "El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo.

por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. Niebel y Freivalds (2004)

Figura n°5. Ejemplo de Diagrama de análisis de procesos.

Ubicación: Darbee Ad Agency		Resumen			
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha: 1-26-98		Operación	4		
Operador: J.S.		Transporte	4		
Analista: A.F.		Retrasos	4		
Elija en un círculo el método y tipo apropiados:		Inspección	0		
Método: <input checked="" type="radio"/> Presente <input type="radio"/> Propuesto		Almacenamiento	2		
Tipo: <input checked="" type="radio"/> Trabajo <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina		Tiempo (min)			
Comentarios:		Distancia (pies)	340		
		Gasto:			
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○ ○ D □ ▽				
Hacia el cuarto de recopilación	○ ○ D □ ▽		100		
Ordenar los estantes por tipo	○ ○ D □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	○ ○ D □ ▽				
Apilar	○ ○ D □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ○ D □ ▽		20		
Empojar, doblar, rayar	○ ○ D □ ▽				
Apilar	○ ○ D □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ○ D □ ▽		20		
Poner la grapa	○ ○ D □ ▽				
Apilar	○ ○ D □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ○ D □ ▽		200		
Colocar la dirección	○ ○ D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				

Elaboración: BW Niebel, A Freivalds, MAG Osuna (2004)

2.2.6. Costeo ABC

Carrión (2005) describe que “El ABC son las siglas en inglés de *“Activity Based Costing”* que en español significa Costeo Basado en Actividades, siendo esta una metodología para asignar los costos y gastos de una empresa. La metodología ABC se basa en el hecho de que una empresa para producir requiere realizar actividades las cuales consumen recursos, por lo que primero se costean las actividades y luego el costo de las mismas es asignado a los diferentes objetos de costo (productos, servicios, grupos de clientes y regiones, etc.) que demandan dichas actividades; con esto se logra una mayor precisión en la determinación de los costos y la rentabilidad”

La diferencia entre los sistemas tradicionales de asignación básica de costos y los sistemas ABC consiste en que estos últimos se centran en la acumulación de costos en actividades clave, en tanto que la asignación tradicional de costos se centra en la acumulación de costos en unidades de la organización como departamentos. El alcance completo de ABC incluye las actividades de todos los procesos principales de la organización; sin embargo, puede iniciarse con las actividades de fábrica para obtener información para efectos financieros (valoración de inventarios, por ejemplo) y luego pasar a las actividades de los demás. Apaza (SF)

2.2.7. Valor actual neto

El VAN indica cuánto valor se creará o destruirá al utilizar la empresa, los recursos financieros de los inversores. Proporciona al directivo un elemento de comparación entre las oportunidades de inversión de la compañía y las oportunidades de riesgo similar de que dispone el inversor en el mercado financiero. De tal manera que si el proyecto arroja un VAN positivo querrá

decir que el directivo espera recibir un rendimiento anual medio superior al que proporciona una cartera del mercado financiero del mismo riesgo. Al invertir en dicho proyecto el directivo hace algo por los inversores que éstos no pueden hacer por sí mismos, por lo tanto, se crea valor. Mascareñas (2001)

Figura nº6. Ejemplo de cálculo del VAN.

Ejemplo: Dado el proyecto de inversión definido por la siguiente serie de flujos de caja: -1.000 / 500 / 400 / 300 / 100 y siendo la tasa de descuento del 10%, el VAN será igual a:

$$VAN = -1000 + \frac{500}{1,1} + \frac{400}{1,1^2} + \frac{300}{1,1^3} + \frac{100}{1,1^4} = 78,82$$

Fuente: Mascareñas J. (2001)

2.2.8. Tasa Interna de retorno

Mascareñas (2001) define que es “Una medida de la rentabilidad relativa de una inversión. Podríamos definir la TIR con mayor propiedad si decimos que es la tasa de interés compuesto al que permanecen invertidas las cantidades no retiradas del proyecto de inversión”.

Figura nº7. Ejemplo de cálculo de la TIR.

Ejemplo: Si queremos calcular la TIR del proyecto -1.000 / 500 / 400 / 300 / 100 deberemos despejar r en la siguiente ecuación.

$$1000 = \frac{500}{(1+r)} + \frac{400}{(1+r)^2} + \frac{300}{(1+r)^3} + \frac{100}{(1+r)^4} \Rightarrow r = 14,49\%$$

este cálculo deberá ser realizado a través de una calculadora financiera o con la ayuda de una hoja de cálculo, puesto que deberá ser realizado por tanteo.

Fuente: Mascareñas J. (2001)

2.2.9. Productividad

Prokopenko (2004) indica que “Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. La productividad se define como el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, tierra, materiales, energía e información en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo”.

Esto se suele representar con la fórmula:

Figura nº8. Formula de medición de la productividad.

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producto total}}{\text{Insumo total}}$$
$$\text{Producto parcial} = \frac{\text{Producto total}}{\text{Insumo parcial}}$$

Fuente: Prokopenko J. (2004)

Como se incrementa la productividad

Según Prokopenko (2004) “El mejoramiento de la productividad en una empresa es una función y un resultado de la eficacia de la gestión, lo que equivale a decir de una buena administración. Al mismo tiempo, el mejoramiento de la productividad es un proceso de cambio. Para mejorar la productividad es necesario dominar el cambio; esto significa motivar, inducir y generar el cambio. Conviene planificar y coordinar la escala y la velocidad del cambio en todos los elementos principales de la organización, con inclusión de la estructura del personal, las actitudes y los valores de la mano

de obra, los conocimientos técnicos y teóricos, la tecnología y el equipo, los productos y los mercados. Esos cambios promueven actitudes positivas y conocimientos generales de la organización que favorecerán el mejoramiento de la productividad, así como el cambio tecnológico”.

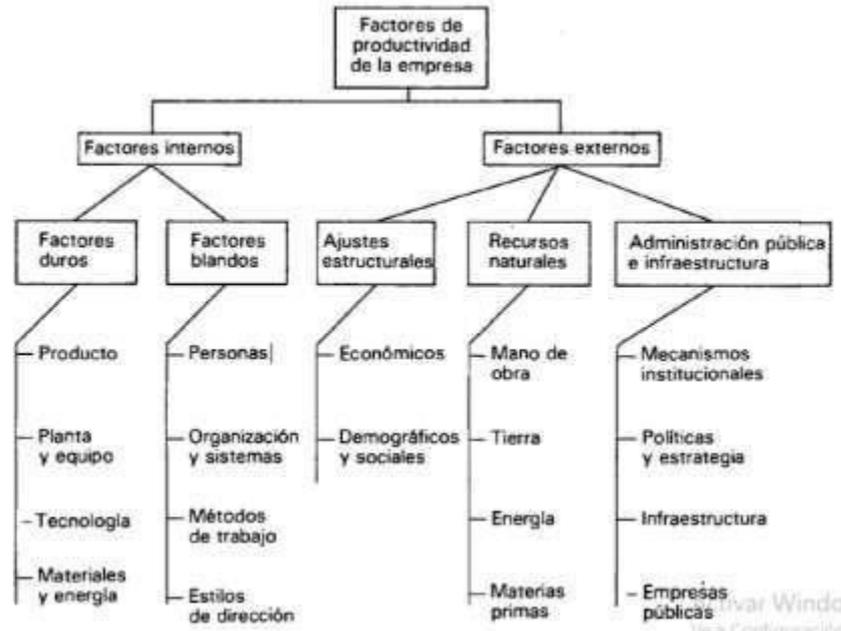
Factores que intervienen en la productividad

Según Prokopenko (2004) “El mejoramiento de la productividad no consiste únicamente en hacer las cosas mejor: es más importante hacer mejor las cosas correctas. El proceso de producción es un sistema social complejo, adaptable y progresivo. Las relaciones recíprocas entre trabajo, capital y el medio ambiente social y organizativo son importantes en tanto están equilibradas y coordinadas en un conjunto integrado. El mejoramiento de la productividad depende de la medida en que se pueden identificar y utilizar los factores principales del sistema de producción social”.

En relación con este aspecto, conviene hacer una distinción entre tres grupos principales de factores de productividad, según se relacionen con:

- El puesto de trabajo.
- Los recursos.
- El medio ambiente.

Figura nº9. Modelo de factores de la productividad de una empresa.



Fuente: Prokopenko J. (2004)

2.3. Definición términos básicos

Planeación sistemática de la distribución de planta (SLP) de Muther

El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas. Permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. Muther (1968).

Regresión Exponencial

La regresión exponencial es un método que permite encontrar la ecuación de la función exponencial que mejor se ajuste a un grupo de datos y de esta manera poder estimar valores futuros de su variable dependiente (Y).

Los datos deben tener un patrón de crecimiento exponencial, además, la ecuación que rige este tipo de curva es:

$$Y = ae^{bx}$$

Donde:

X es el valor de la variable independiente y

Y el de la variable dependiente,

e es el número de Euler (2.7182) aproximadamente,

a es la pendiente y b es el punto donde corta la recta el eje vertical.

Costo Beneficio

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia del proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto.

$$B/C = VPi / VPe$$

Donde:

VPi= Valor Presente de los ingresos

VPe= Valor Presente de los egresos

Pintura líquida

Es un producto fluido que, aplicado sobre una superficie en capas relativamente delgadas, se transforma al cabo del tiempo en una capa sólida que se adhiere a dicha superficie, de tal forma que recubre, protege y decora el elemento sobre el que se ha aplicado. Para combatir el proceso corrosivo y son, por lo consiguiente, un ítem importante dentro del mantenimiento general de un objeto arquitectónico.

Pintura Electroestática

Llamada también pintura en polvo, es un tipo de recubrimiento que se aplica como un fluido, de polvo seco, que suele ser utilizado para crear un acabado duro que es más resistente que la pintura convencional. El proceso se lleva a cabo en instalaciones equipadas que proporcionen un horno de curado, cabinas para la aplicación con pistolas electrostáticas. Se puede aplicar a los siguientes materiales tales como el acero, aluminio y metales galvanizados. Con los colorantes se pueden obtener todos los matices de color. En la industria

manufacturera se encuentra una amplia aplicación, desde un punto de vista ecológico, no crea ningún problema para los operadores y el medio ambiente.

Acido Fosfatado

Los recubrimientos fosfatados son usados en piezas metálicas, principalmente de acero, para prevenir la corrosión, mejorar la lubricación en procesos de conformado o embutición, o como base para recubrimientos o pintados posteriores. Está basado en una solución de ácido fosfórico y sales de fosfato que son aplicadas por aspersión o inmersión y que reaccionan químicamente con la superficie del metal para formar una capa o película cristalina de fosfato no soluble.

Horneado o Curado

Es el proceso de calentado en donde la pintura se transforma en un revestimiento continuo. Esto se debe al momento en que los pigmentos se funden por efecto del calor, las resinas y minerales reaccionan formando una película duradera y uniforme sobre la superficie en la que se ha aplicado la pintura.

Disolventes

Son productos químicos que se agregan en pequeña proporción a la pintura, con el objeto de modificar sus propiedades y ajustarla a los requerimientos. La mayor parte de los solventes se evapora no permanecen en la película de la pintura.

Cabina de Pintado

La cabina tipo *Batch* están diseñadas para aplicaciones manuales. Están formadas por una sección de pintura y un recuperador de pintura que permite una recuperación del polvo superior al 90%. El sistema facilita la limpieza, los cambios de color, se evitan acciones de trasvase de la pintura, se reducen notablemente los costos de operación y de mantenimiento. Cuenta con un sistema de recirculación para la recuperación de pintura, mediante el cual el polvo que no se adhirió a la pieza en la acción de pintado es enviado nuevamente a la pistola de aplicación para re-usarse. Lográndose utilizar eficientemente la pintura.

Equipo de Pintado Electrostática

Los equipos cargan magnéticamente las partículas de pintura para lograr que el polvo se adhiera a alguna pieza conductiva. Para ello generan una corriente magnética en su pistola, donde al pasar la pintura captura los iones, los cuales servirán para atraer el polímero hacia la parte metálica a pintar. Los equipos de pintura tienen la capacidad de cargar el polvo con descargas desde 1kV hasta 100kV, con corrientes de 1 a 100 microAmpers. Su potencia permitirá trabajar a velocidades altas de pintado, y su ajustabilidad permitirá depositar la pintura en las partes ocultas y difíciles.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Para determinar los rechazos en los productos se procedió a analizar las sugerencias de los clientes para la toma de decisiones acerca de las devoluciones de los productos ¿Qué problemas identifica usted en las sillas? Con la información recibida se procedió a elaborar un cuadro con las respuestas más relevante de 40 clientes. (Ver anexo n°1)

Figura n°10. Resumen de sugerencias de clientes

CLIENTES	CARACTERISTICAS
15	Mencionaron que los tonos de colores no eran uniformes
11	Indicaron que las esquinas de las estructuras no contaban con pintura
7	Encontraron los productos con chorreo de pintura en las patas de las sillas
4	Sugirieron que las estructuras se empiezan a corroer en las patas
2	Indicaron que los regatones se salieron al poco tiempo de uso
1	Menciono que la soldadura no tenia buen acabado
40	Total

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Tabla n°1. Problemas identificados en sillas

CARACTERISTICAS	CLIENTES	PORCENTAJE	FRECUENCIA
	INSATISFECHOS	ACUMULADA	ACUMULADO
COLORES NO UNIFORMES	15	38%	15
ESQUINAS CON POCA PINTURA	11	65%	26
CHORREADO DE PINTURA	7	83%	33
PINTURA CON BAJA RESISTENCIA A LA CORROSION	4	93%	37
REGATONES POCO RESISTENTE	2	98%	39
UNIONES SOLDADAS MUY GRUESAS	1	100%	40
TOTAL	40		

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Figura nº11. Diagrama de Pareto de los problemas identificados en las sillas



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Los resultados de la gráfica muestran que se deben priorizar la solución a los 3 primeros defectos que generan el 83% de las devoluciones de los productos como son:

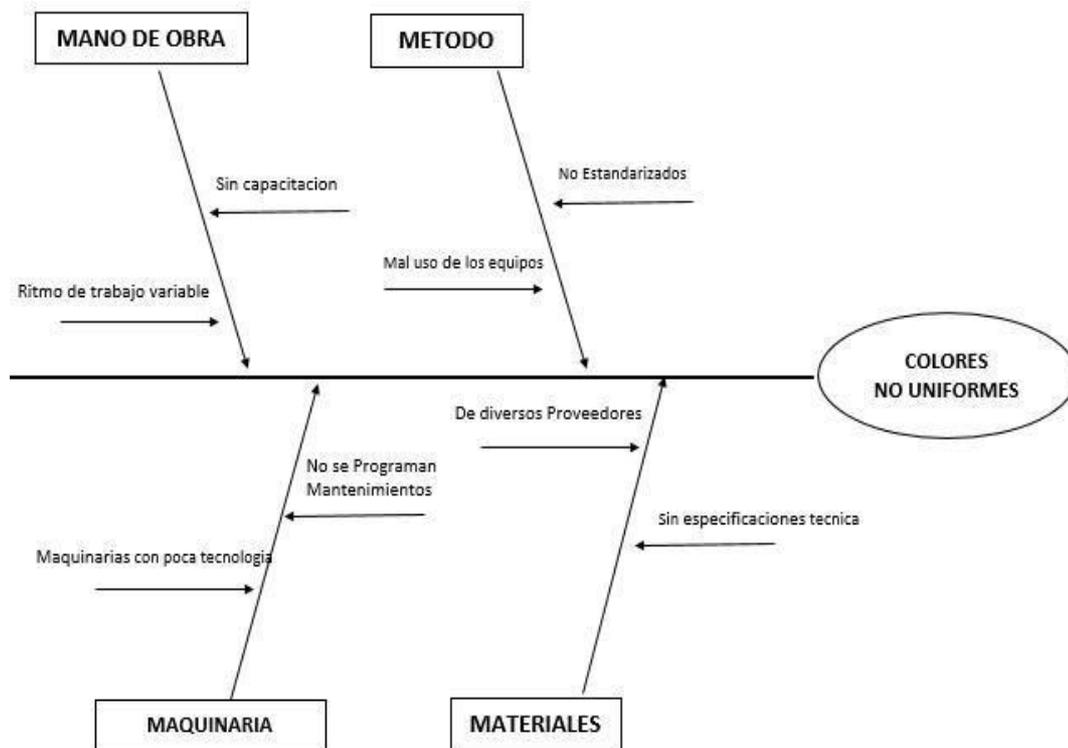
- Colores no uniformes
- Esquinas internas con poca pintura
- Chorreado de pintura

Con lo identificado en el diagrama de Pareto se tiene que encontrar las causas que han llevado a generar el problema, con la ayuda del diagrama de causa – efecto.

Colores no uniformes

Como se puede apreciar la uniformidad en los colores se debe principalmente a una falta de comunicación entre los operarios con respecto al método de trabajo empleado. El problema nace por la poca coordinación a la hora de pintar, por no considerar las mezclas adecuadas al diluir la pintura o las cantidades de pasadas que se les da a las estructuras.

Figura nº12. Causa 1, colores no uniformes



Fuente: Empresa de muebles

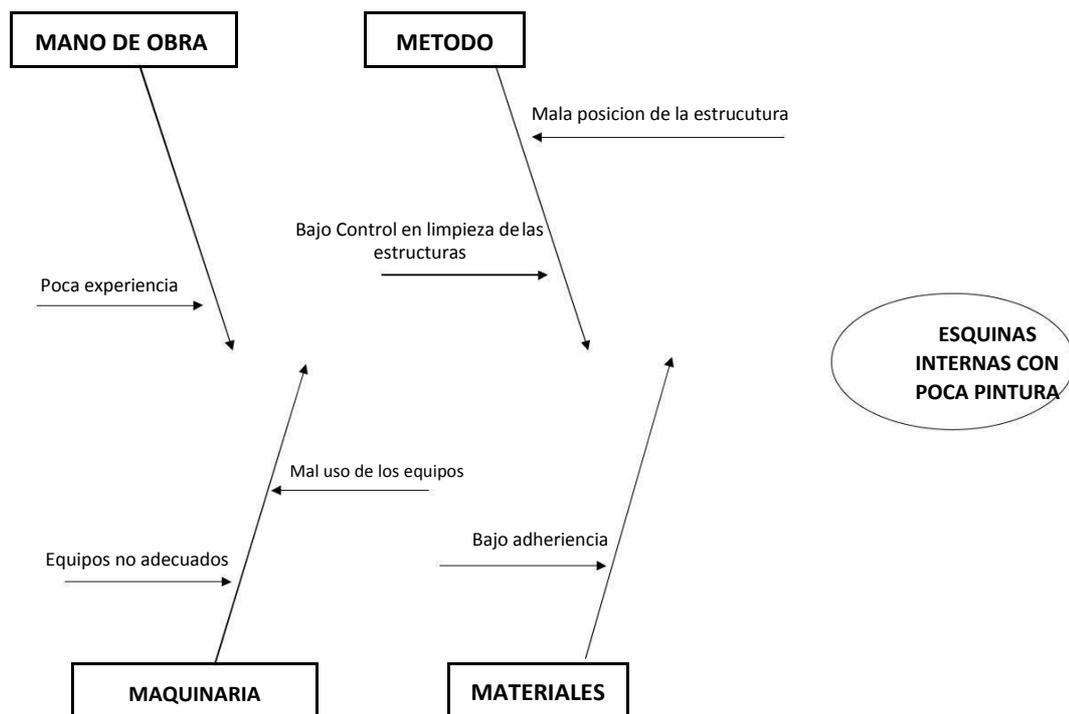
Elaboración: Propia

Esquinas internas con poca pintura

Entre las causas de las “Esquinas Internas con poca Pintura” se aprecia la existencia de una inadecuada posición de pintado o un bajo control de en las limpiezas de las estructuras, además la mano de obra en el área con poca experiencia.

Otros de los casos son los materiales empleados no cumplen un rol adecuado en el proceso que lleva a generar cierta inestabilidad en los acabados de las estructuras.

Figura nº13. Causa 2, esquina interna con poca pintura



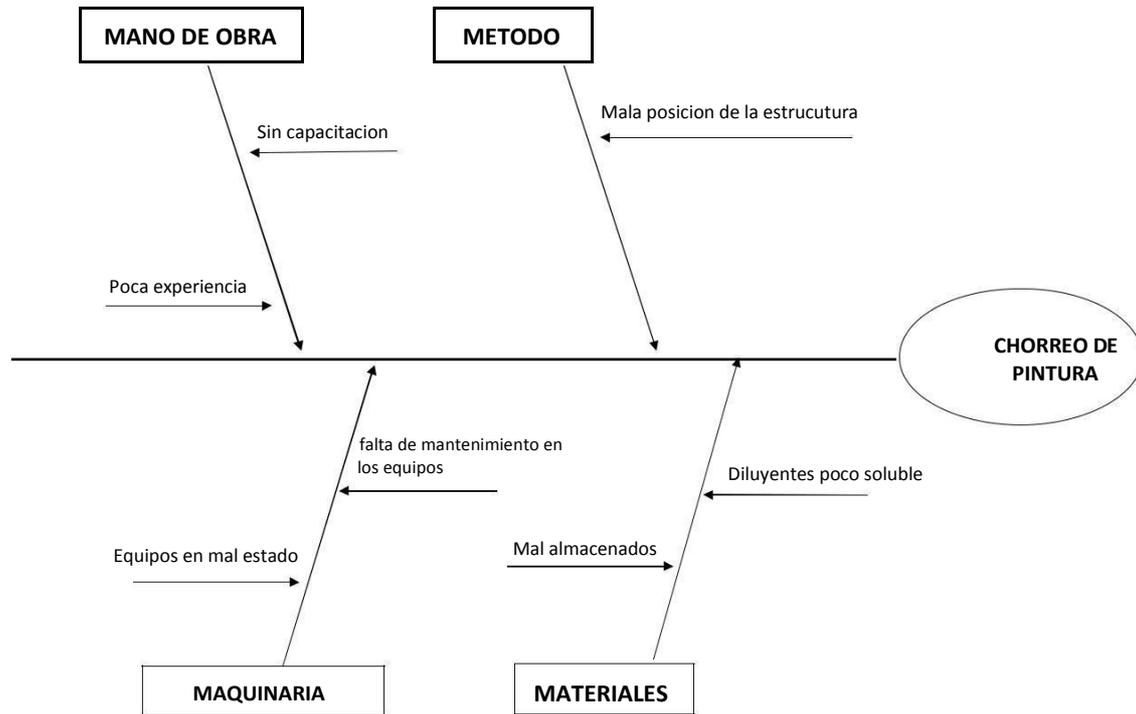
Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Chorro de Pintura

El chorro de pintura se debe mayormente a la mano de obra del área al contar con personal con poca experiencia o sin capacitación sobre el trabajo a realizar. Otra causa de suma importancia es el método de trabajo al pintar, realizan una mala posición de la estructura o una mala mezcla de la pintura con el diluyente siendo esto muy aguada a la hora de pintar.

Figura nº14. Causa 3, chorreo de pintura



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Identificación del área a mejorarse

Con la ayuda de las herramientas de Diagrama de Pareto y los Diagramas Causa – Efecto se dio prioridad a los principales problemas e identificando las posibles causas que han generado en algunas oportunidades las devoluciones de productos. Llegando a la conclusión que las causas están ligadas al área de pintura por lo que será el análisis de estudio.

La Empresa

Se encuentra presente en el mercado peruano orientada al amueblamiento de distintas empresas, ya sea en el rubro Industria, educación, salud, tanto en Entidades Estatales como Privadas, otorgando satisfacción total a los clientes.

Actualmente cuenta con una planta ubicada en Lima norte, en el distrito de Comas. Dentro de la organización cuenta con personal calificado y comprometido para el buen desarrollo de las labores, basada en la rapidez, en la atención al cliente y la buena calidad de los productos.

La planta está conformada por tres áreas de producción como son: Carpintería, Metalmecánica y Pintura.

Productos

La empresa cuenta con una gran variedad de muebles de oficina y sillas en general, para amueblamiento de diversas instituciones privadas y públicas. Los productos están divididos en 3 líneas, las cuales son:

a) Educación

En esta línea abarca todo el equipamiento referido al sector educación como son las carpetas individuales, carpetas bipersonal, mesas de docentes, pizarras, etc. De las cuales las carpetas individuales tienen mayor demanda por los institutos y universidades.

b) Escritorios o Muebles de Oficina

En esta línea se encarga del amueblamiento de toda clase de oficinas, salas de reuniones, sala de recepciones, entre otras, solicitadas por distintas entidades privadas y públicas.

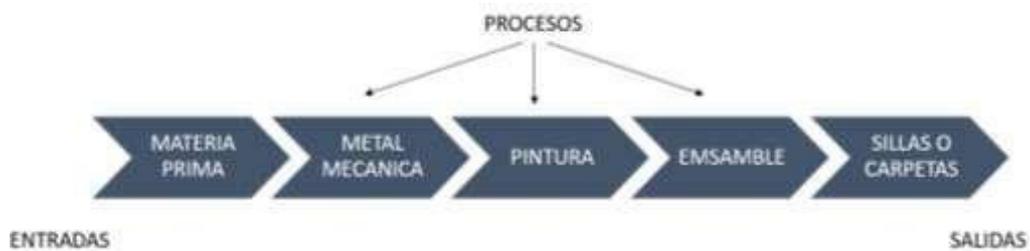
c) Sillas

Esta línea consta de dos tipos, sillas giratorias y sillas fijas. Ambas sillas son solicitadas por las diferentes entidades.

3.1. Determinar el proceso actual en el área de pintura de la empresa de muebles.

Con el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa realizado, se concluyó que las causas de los rechazos de las sillas y carpetas están ligadas al área de pintura, para ello se realizara un diagnóstico del proceso que se viene realizando actualmente. La información recopilada será útil para establecer los métodos y los tiempos para la mejora del proceso.

Figura nº15. Ciclo del proceso productivo de las sillas.



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

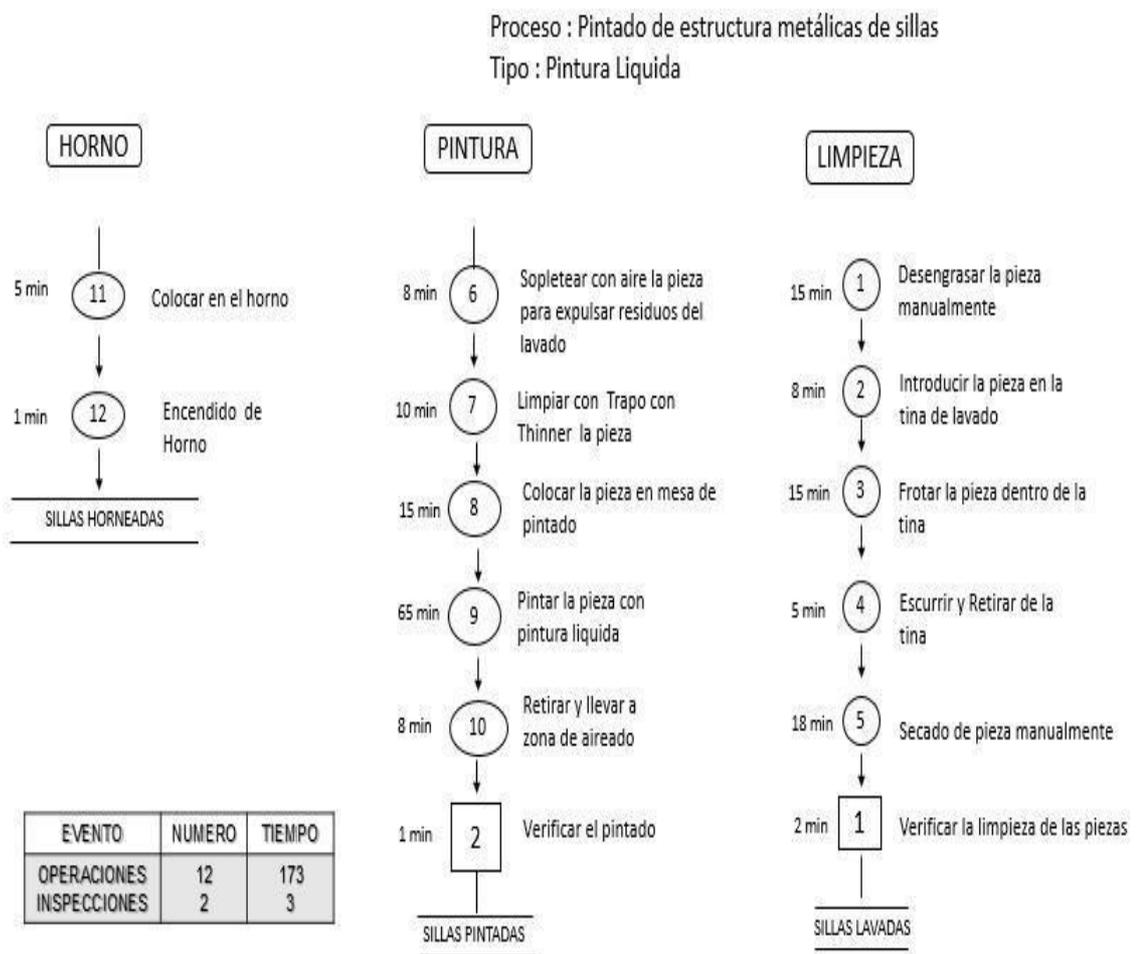
Los productos que son realizados en metalmecánica son posteriormente llevados al área de pintura para generar el acabado superficial. Una vez terminado dicho proceso se deriva al área de ensamble o se traslada directo al almacén para su despacho correspondiente.

• Aplicación del diagrama de operaciones (actual)

El área de pintura viene realizando el pintado de las estructuras de sillas con pintura líquida al horno. El proceso completo cuenta con 12 operaciones consecutivas y 2 inspecciones en la etapa de limpieza y en la etapa de pintura. Todo el proceso se divide en 3 etapas fundamentales.

El diagrama de operaciones está hecha a base de 24 unidades que viene hacer la máxima capacidad del horno tanto para sillas como carpetas.

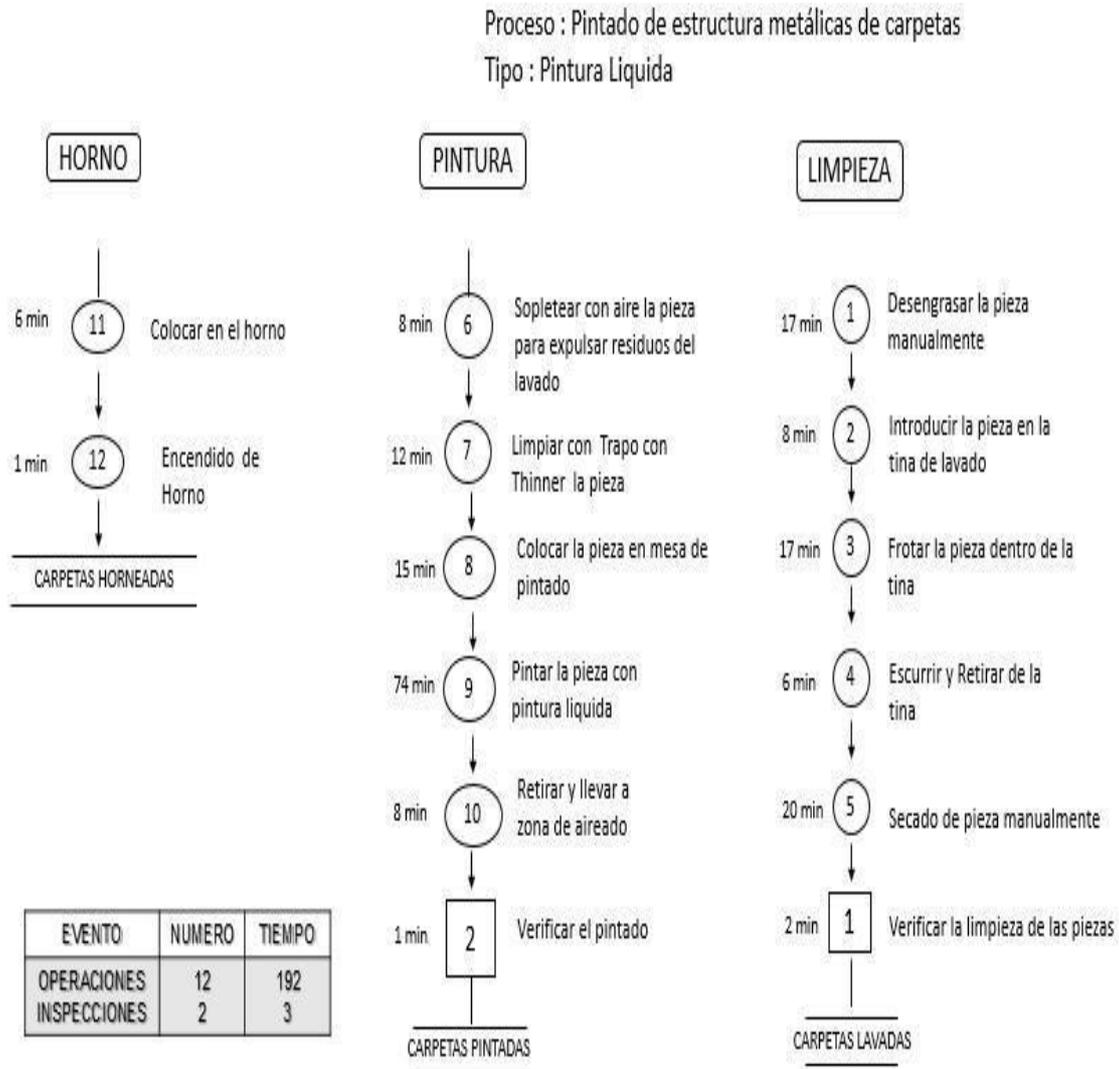
Figura nº16. Diagrama de operaciones de pintura líquida (sillas)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Figura nº17. Diagrama de operaciones de pintura liquida (carpetas)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Tiempo de preparación de equipos

Antes de iniciar las actividades hay un tiempo de preparación o cuando se realiza cambio de color de pintura al ser usado, durante ese tiempo se realiza el pedido de insumos al almacén, preparación de la pintura y limpieza de los equipos a utilizar. El tiempo de preparación de la pintura líquida es de 31 minutos. (Ver anexo nº2)

Etapa 1. Limpieza

Esta etapa consta de 5 operaciones y 1 inspecciones todas enfocadas a mantener las superficies tratadas, dejando física y químicamente limpias, libres de grasas, aceites, óxido y corrosión, listas y en óptimas condiciones para pintar, no deben manipularse con las manos sin usar guantes o trapos limpios y secos.

Figura nº18. Diagrama de operaciones, etapa limpieza de estructuras



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Etapa 2. Pintado

El pintado consta de 5 operaciones y 1 inspección, en esta etapa las estructuras se encuentran limpias después de pasar por la primera etapa, solo se da una ligera limpieza con un trapo con *thinner* antes de ser colocada en las mesas de trabajo. La pintura a emplear es líquida al horno y se mezcla con *thinner* acrílico, una vez pintado se deja ventilar las estructuras para poder inspeccionar antes de colocarlas en el horno.

Figura nº19. Diagrama de operaciones, etapa pintado de estructuras



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Etapa 3. Horneado o Curado

Es la etapa final de todos los procesos, antes de que el producto sea entregado al área de ensamble. Una vez colocado las estructuras en el horno se enciende y se deja hornear a una temperatura de 160C° - 180C° por unos 25min.

Figura nº20. Diagrama de operaciones, etapa horneado o curado



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

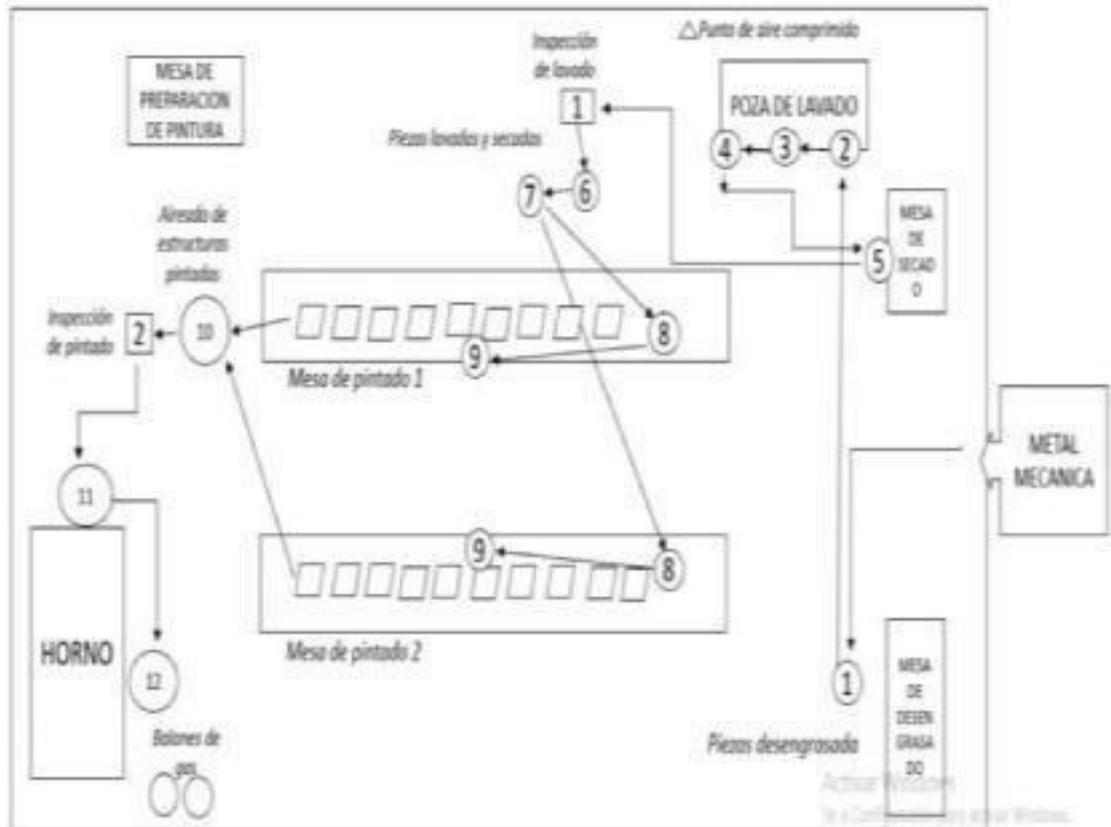
• Aplicación del diagrama de Recorrido

Para establecer el método de trabajo se procedió a revisar el *LAY OUT* del área de pintura con las ubicaciones de los equipos y el espacio asignado como se viene utilizando durante el proceso actual del pintado de sillas y carpetas como se muestra en la figura nº21. El área de pintura tiene una longitud de 16 metros de largo x 15 metros de ancho.

La ruta de los movimientos está señalada por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente enumerado de acuerdo con el diagrama de flujo de proceso.

El recorrido se da inicio con la entrada de las estructuras de las sillas o carpetas desde el área de metalmecánica hacia el área de pintura, luego se da paso a una serie de procesos hasta llegar a su etapa final que viene a hacer el horneado de la estructura y posteriormente pasa al área de ensamble.

Figura n°21. Diagrama de recorrido del área de pintura actual



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

En la Figura n°21 se aprecia el diagrama de recorrido actual del proceso de pintado de sillas, el recorrido lo realizan los operarios trasladando las estructuras entre puestos de trabajo durante el proceso.

Reduciendo las distancias se logrará lo siguiente:

- Minimizar el tiempo de ciclo total del proceso.
- El aprovechamiento del espacio existente.
- Minimizar el costo del proceso.

Aplicación del método de Richard Muthler para la identificación de espacios en el área de pintura

Este método servirá para realizar el diseño correcto del área, teniendo como principal requisito la importancia de cercanía de los espacios de trabajos en general con que contará el área de pintura.

Tabla n°2. Espacios con las que cuenta el área de pintura

1	Ingreso de estructura
2	Mesa de desengrasado
3	Poza de lavado
4	Mesa de secado
5	Inspección de lavado
6	Piezas lavadas y secadas
7	Mesa de pintado 1
8	Mesa de pintado 2
9	Ventilación de estructuras pintadas
10	Inspección de pintado
11	Horno
12	Retirar al área de ensamble

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Realizamos una matriz de relación considerando los 12 espacios, se analizará la relación que existe entre cada una de ellas, para esto, la matriz cuenta con rombos que, para analizar cada dos áreas, estos rombos son llenados en la parte superior con letras (Ver la tabla n°3.) de acuerdo al nivel de importancia de cercanía entre ellas, y en la parte inferior se llenará con números (Ver tabla n°4) según la razón de haber elegido cada letra.

Tabla nº3. Nivel de importancia de cercanía entre actividades

Valores más cercanos	Relación	Líneas en el diagrama	Color
A	Absolutamente necesario		Rojo
E	Especialmente importante		Amarillo
I	Importante		Verde
O	Ordinario		Azul
U	No Importante		
X	Indeseable		Café

Fuente: Freivalds A. & Niebel B. (2014)

La evaluación también se realizó con respecto a la lista de razones o motivos de la empresa, para el sustento del valor de proximidad.

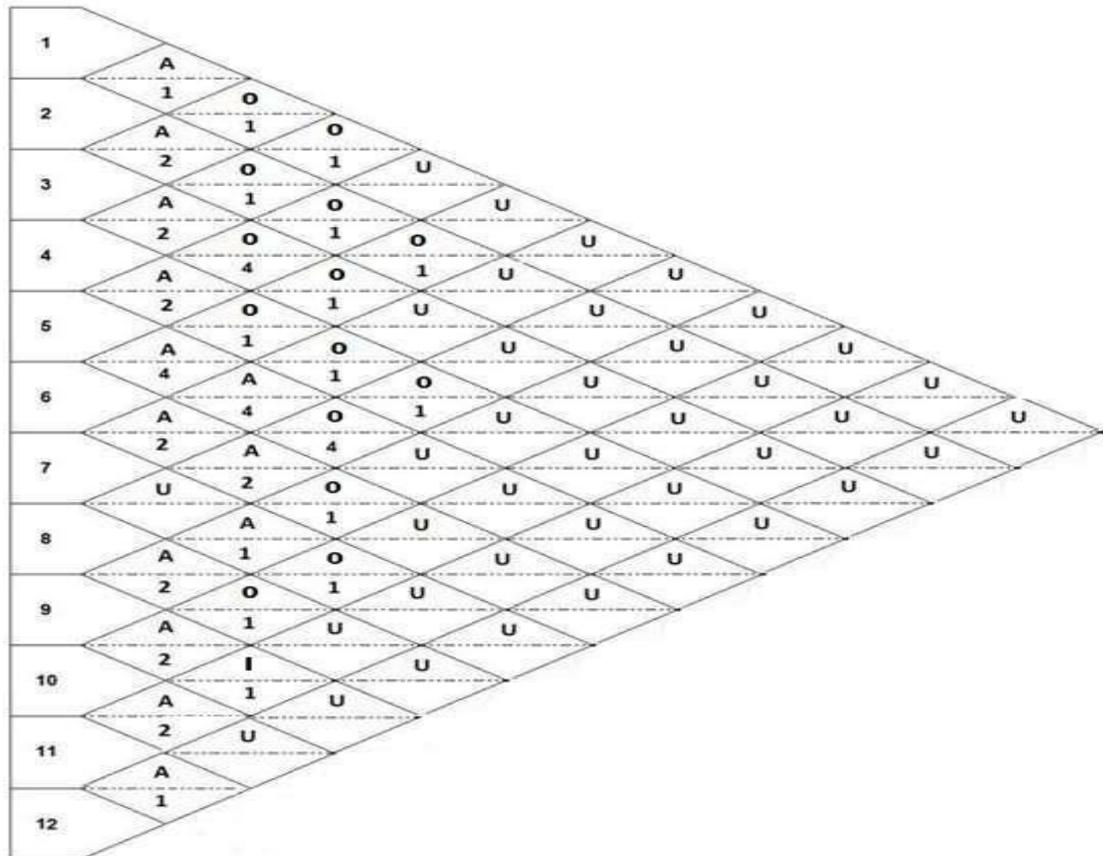
Tabla nº4. Motivos de proximidad

CÓDIGO	MOTIVOS
1	flujo de estructuras
2	por secuencia de actividades
3	abastecimiento
4	inspección o control
5	uso del mismo personal
6	emisiones y contaminación

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Figura nº22. Análisis de las relaciones de actividades

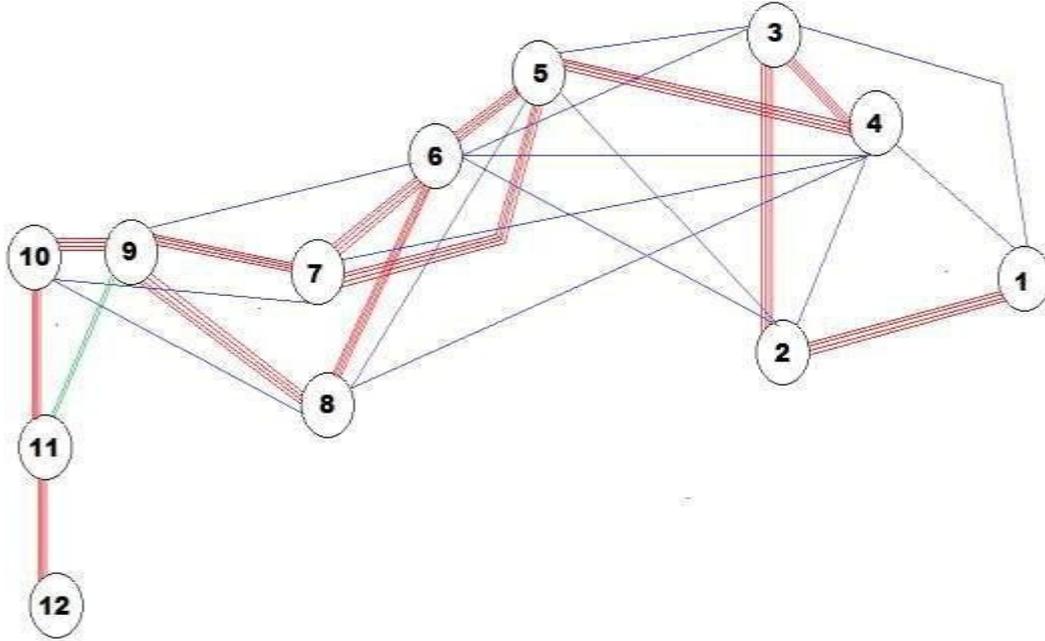


Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

En base a la matriz de relación se procederá a realizar un diagrama de hilos que nos permita contemplar cual sería la ubicación más idónea de las actividades, de tal manera que se cumplan los niveles de cercanía, así como se respeten las razones por las que se decidió ese nivel.

Figura nº23.Desarrollo del diagrama relacional de actividades (Actual)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

• Aplicación del diagrama de análisis del proceso

Con el Diagrama de Operaciones y el Diagrama de Recorrido se procederá a elaborar el Diagrama de Análisis del Proceso, que es una herramienta útil para registrar los costos ocultos como las distancias recorridas, los retrasos y las inspecciones que ocurren dentro del proceso del pintado.

Tabla nº5. Diagrama de análisis del proceso de pintado (sillas)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO										
Diagrama Nº: LZ-002		Hoja Nº: 001			RESUMEN					
Objeto: SILLAS APILABLES					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO			
Actividad: PINTADO DE SILLAS					Operación	15				
Metodo: PINTURA LIQUIDA HORNEABLE					Transporte	7				
Lugar : Empresa de Muebles					Espera					
Operario: Hugo Valverde ; Eugenio Heredia ; Aldo Quilca.					Inspeccion	2				
Compuesto por: Luis Zavala		Fecha: 15/01/18			Almacenamiento					
Aprobado por: Ivan Murguia		Fecha: 18/01/18			Distancia (mt)	438				
					Tiempo (min)	230				
					Costo					
					M. obra					
					Material					
					Total					
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD (und)	DISTANCIA (mt)	TIEMPO (min)	○	⇨	D	□	▽	OBSERVACION
1	Desengrasar la estructuras	24		15	●					
2	Trasladar a la poza de lavado	24	30	4	●	⇨				
3	Introducir a la poza de lavado	24		8	●					
4	Frotar la estructura dentro de la tina	24		15	●					
5	Ecurrir y retirar de la poza	24		5	●					
6	Llevar a la mesa de secado	24	12	5	●	⇨				
7	Secar la estructura manualmente	24		18	●					
8	Llevar a area de estructuras secadas	24	40	5	●	⇨				
9	verificar la limpieza de las piezas	24		2	●				●	
10	Sopletear con aire las estructuras	24		8	●					
11	Limpiar con trapo y thiner	24		10	●					
12	Llevar las estructuras en mesas de pintado	24	60	6	●	⇨				
13	Pintar las estructuras lado 1	24	40	25	●					
14	Voltear la pieza	24	20	10	●					
15	Pintar las estructuras lado 2	24	50	30	●					
16	Llevar las estructuras a zona de ventilacion	24	60	8	●	⇨				
17	Ventilacion de estructuras	24		8	●					
18	Verificar las estructura pintadas	24		1	●				●	
19	Llevar a la cabina de horneado	24	40	5	●	⇨				
20	Encender el horno	24	3	1	●					
21	Horneado de estructura	24		25	●					Temperatura 160Cº - 180Cº
22	Apagar el horno	24	3	1	●					
23	Enfriamiento de estructuras	24		8	●					
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	24	80	7	●	⇨				
		24	438	230						

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con el diagrama realizado se pudo conocer que el tiempo que dura el proceso de pintado es de 230 minutos, hay 7 actividades que no agregan valor directamente al proceso que vienen hacer los desplazamientos, evidenciando así un total de recorrido de 438 metros.

Tabla n°6. Diagrama de análisis del proceso de pintado (carpetas)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO										
Diagrama N°: LZ-002			Hoja N°:001			RESUMEN				
Objeto: CARPETAS						ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO		
Actividad: PINTADO DE CARPETAS						Operación	15			
Metodo: PINTURA LIQUIDA HORNEABLE						Transporte	7			
Lugar : Empresa de Muebles						Espera				
Operario: Hugo Valverde ; Eugenio Heredia ; Aldo Quilca.						Inspeccion	2			
Elaborado por: Luis Zavala			Fecha: 21/01/18			Almacenamiento				
Aprobado por: Ivan Murguia			Fecha: 23/01/18			Distancia (mt)	438			
						Tiempo (min)	249			
						Costo				
						M. obra				
						Material				
						Total				
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD (und)	DISTANCIA (mt)	TIEMPO (min)	○	⇨	D	□	▽	OBSERVACION
1	Desengrasar la estructuras	24		17	●					
2	Trasladar a la poza de lavado	24	30	4	●	●				
3	Introducir a la poza de lavado	24		8	●					
4	Frotar la estructura dentro de la tina	24		17	●					
5	Ecurrir y retirar de la poza	24		6	●					
6	Llevar a la mesa de secado	24	12	4	●	●				
7	Secar la estructura manualmente	24		20	●					
8	Llevar a area de estructuras secadas	24	40	5	●	●				
9	verificar la limpieza de las piezas	24		2	●			●		
10	Sopletear con aire las estructuras	24		8	●					
11	Limpiar con trapo y thiner	24		12	●					
12	Llevar las estructuras en mesas de pintado	24	60	15	●	●				
13	Pintar las estructuras lado 1	24	40	26	●					
14	Voltear la pieza	24	20	10	●					
15	Pintar las estructuras lado 2	24	50	30	●					
16	Llevar las estructuras a zona de ventilacion	24	60	10	●	●				
17	Ventilacion de estructuras	24		6	●					
18	Verificar las estructura pintadas	24		1	●			●		
19	Llevar a la cabina de horneado	24	40	6	●	●				
20	Encender el horno	24	3	1	●					
21	Horneado de estructura	24		25	●					Temperatura 160Cº - 180Cº
22	Apagar el horno	24	3	1	●					
23	Enfriamiento de estructuras	24		8	●					
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	24	80	7	●	●				
		24	438	249						

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con el diagrama realizado se pudo conocer que el tiempo que dura el proceso de pintado de carpetas es de 249 minutos.

• Aplicación del costeo ABC para el pintado de sillas

Tabla n°7. Resumen de costeo por actividades sillas (actual)

No	ACTIVIDAD	Centro de Actividad	Recursos Directos								Recursos Directos						Recursos Indirectos			No Agrega Valor	No Agrega Valor	No Agrega Valor	No Agrega Valor						
			Tiempo Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Mater.	Mater.	Mater.	Mater.	Mater.	Mater.	Mater.	Material	Servicio de					Agrega valor	Agrega Valor	Agrega Valor	Agrega Valor		
			Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Indirecto	Terceros					Tiempo	Tiempo	Tiempo	S/.	S/.	S/.
			Min.	Jefe de Prod.	Pintor1	Pintor2	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	Pintura Liquida	Thinner Acrilico	Trapo	Gasolin a	Gas Propano	Acido lavado	Detergente	Agua	Energia Eléctrica										
1	Desengrasar la esctructuras	Limpieza	15				1					4	2							15				9,03					
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza	4				1																			0,30			
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	8					1															8				5,35		
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza	15					1			2				5	1		x		15							29,52		
5	Escurrir y retirar de la poza	Limpieza	5					1												5							0,37		
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza	5					1															5				0,37		
7	Secar la esctructura manualmente	Limpieza	18						1		8									18							4,54		
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza	5						1														5				0,37		
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza	2	1																2							0,32		
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	8						1										x	8							1,27		
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	10						1		1	2								10							4,97		
12	Llevar las estructuras en mesas de pintado	Pintura	6						1														6				0,45		
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	25		1	1					3	6	1						x	25							61,39		
14	Voltear la pieza	Pintura	10		1	1																	10				2,40		
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	30		1	1					3	6							x	30							62,19		
16	Llevar las estructuras a zona de ventilacion	Pintura	8						1														8				0,60		
17	Ventilacion de estructuras	Pintura	8						1											8							0,60		
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	1	1																1							0,16		
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	5						1											5							0,37		
20	Encender el horno	Horno	1						1											1							0,07		
21	Horneado de estructura	Horno	25												5				x	25							29,39		
22	Apagar el horno	Horno	1						1											1							0,07		
23	Enfriamiento de estructuras	Horno	8																	8							0,00		
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	7						1	1										7							1,04		
TOTAL			230,00	2	3	3	2	4	6	6	6	13	17	2	5	5	1			184,0	46,0	0,0	204,27	10,88	0,00				
																					TOTAL	230,00	TOTAL	215,15					
																					80,0%	20,0%	0,0%	94,9%	5,1%	0,0%			
																							100,0%			100,0%			

Fuente: La empresa de muebles

Elaboración: Propia

Para realizar el costeo ABC se utilizó el diagrama de análisis actual del proceso de pintura líquida, dicho diagrama fue elaborado en base a 24 unidades de sillas que viene hacer la capacidad del horno que tiene la empresa.

Los datos para realizar el costeo ABC como la mano de obra, materiales directos y materiales indirectos esta detallados por actividad según diagrama de análisis (Ver anexo n°4)

Con la aplicación del costeo ABC se pudo determinar el costo de S/. 215.15 del proceso en un tiempo de 230 minutos correspondiente a todo el proceso.

Los datos para realizar el costeo ABC como la mano de obra, materiales directos y materiales indirectos esta detallados por actividad según diagrama de análisis (Ver anexo nº5)

Con la aplicación del costeo ABC se pudo determinar el costo de S/. 255.67 del proceso en un tiempo de 249 minutos correspondiente a todo el proceso.

• Determinación de la productividad del proceso actual

Para calcular la productividad del proceso actual se utilizó los tiempos del DAP

Tabla nº9. Datos para cálculo de la productividad del proceso actual (sillas)

PROCESO ACTUAL					
Sillas pintadas	Minutos	Costo	Min x und.	Costo x und.	Und. x día
24	230	214,9	9,58	8,96	50,1

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Tabla nº10. Datos para cálculo de la productividad del proceso actual (carpetas)

PROCESO ACTUAL					
Carpetas pintadas	Minutos	Costo	Min x und.	Costo x und.	Und. x día
24	249	255,7	10,38	10,65	46,3

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

La fórmula utilizada para hallar la productividad es:

Productividad = Producción / N° Oper. X Horas Trab. X Días Trab.

Tabla nº11. Índice de productividad de enero a abril 2017 (sillas)

PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO ACTUAL - SILLAS					
MESES	Enero	Feb.	Ma rzo	Abri l	Promedi o
Produccion mensual	125	102	133	115	
Horas x turno	8,00	11,00	8,00	8,00	
Nº trabajadores	5,00	6,00	6,00	6,00	
Dias empleados	2,5	1,5	2,7	2,3	
Indice productividad					
Sillas pintadas / horas hombre	1,25	1,04	1,04	1,04	1,10

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Para calcular la productividad se tomó datos de ventas de sillas de los 4 primeros meses del año 2017, obteniendo como resultado un promedio de productividad de 1.10 sillas pintadas / hora hombre.

Tabla nº12. Índice de productividad de enero a abril 2017 (carpeta)

PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO ACTUAL - CARPETAS					
MESES	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Promedio
Produccion mensual	350	350	350	300	
Horas x turno	8,00	9,00	10,00	8,00	
Nº trabajadores	5,00	5,00	6,00	5,00	
Dias empleados	7,6	6,7	6,1	6,5	
Indice productividad					
carpetas pintadas / horas hombre	1,16	1,16	0,96	1,16	1,11

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Para calcular la productividad se tomó los datos de ventas de carpetas de los 4 primeros meses del año 2017, obteniendo como resultado un promedio de productividad de 1.11 sillas pintadas / hora hombre.

3.2. Desarrollar un plan de mejora en el área de pintura de la empresa de muebles

Con referencias a nuevos sistema de pintado que existen el medio y que sea adaptable al trabajo que se realiza en la empresa, se pudo dar a conocer que el sistema de pintura electrostática es más fiable y duradera que la pintura líquida, tanto en la aplicación, como en el acabado e incluso para cuidar el planeta al no ser contaminante con el ambiente y menos aún con el operador.

Con la información recolectada de dio cita a proveedores del medio para solicitar su aporte con los problemas encontrados en los productos. Con el apoyo del proveedor de pintura electrostática se realizó visitas a empresas donde se aplican el sistema de pintura electrostática en sus productos, con el objetivo de analizar e interpretar los procesos de tal forma poder conocer más a fondo la ejecución de cada actividad.

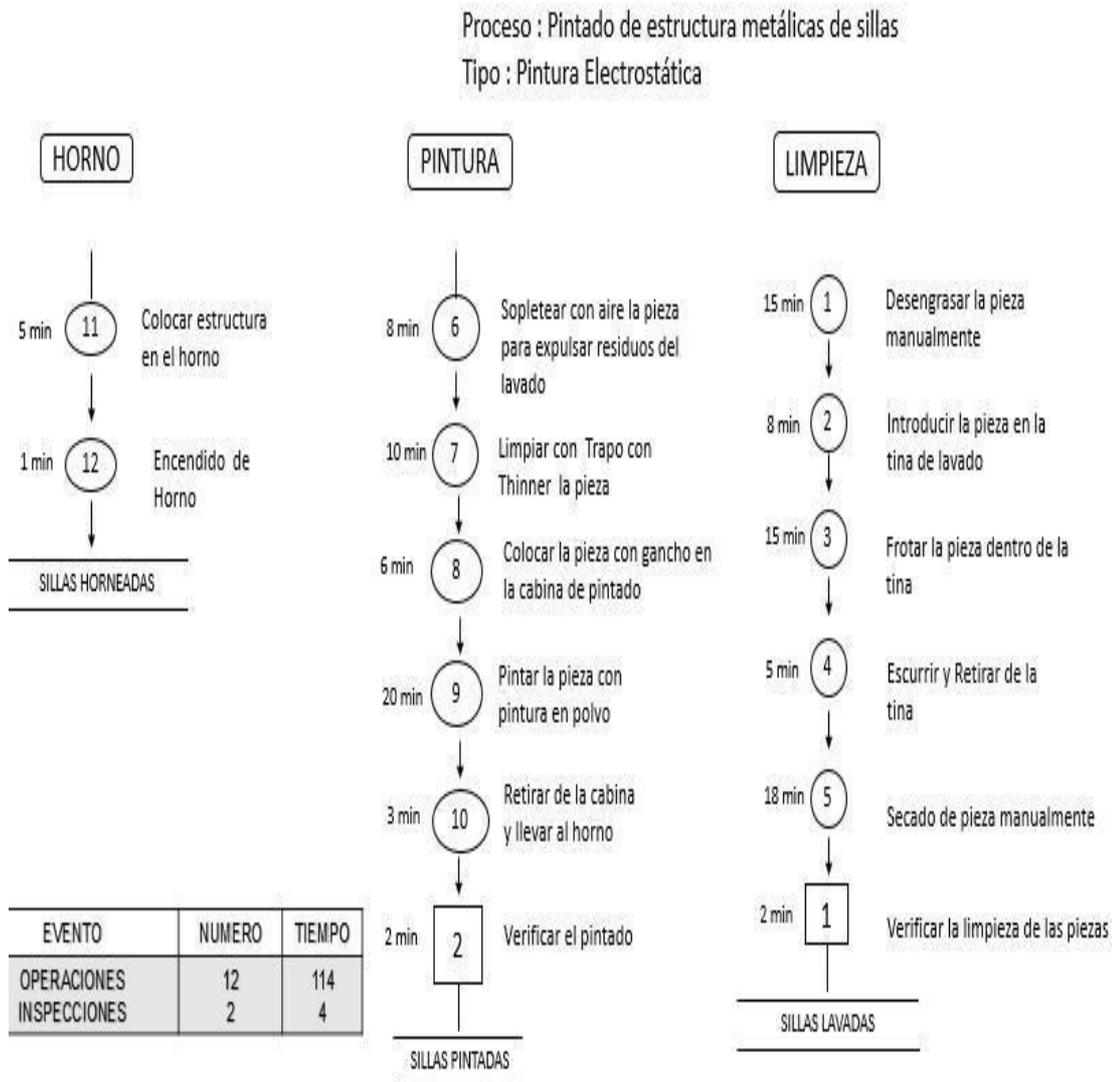
Con lo todo lo mencionado se pudo concluir que se debería cambiar de sistema de pintado, de lo convencional (con pistola neumática y una moto compresora) a la pintura electrostática (pintura en polvo).

• Aplicación del diagrama de operaciones propuesto

El sistema de pintura electrostática en relación a la pintura líquida ambos sistemas presentan similitud dentro del proceso.

El proceso cuenta con un tiempo de preparación de 19 minutos y el diagrama de operaciones está hecha en base de 24 unidades por ser la capacidad del horno.

Figura N°24. Diagrama de operaciones de pintura electrostática (sillas)

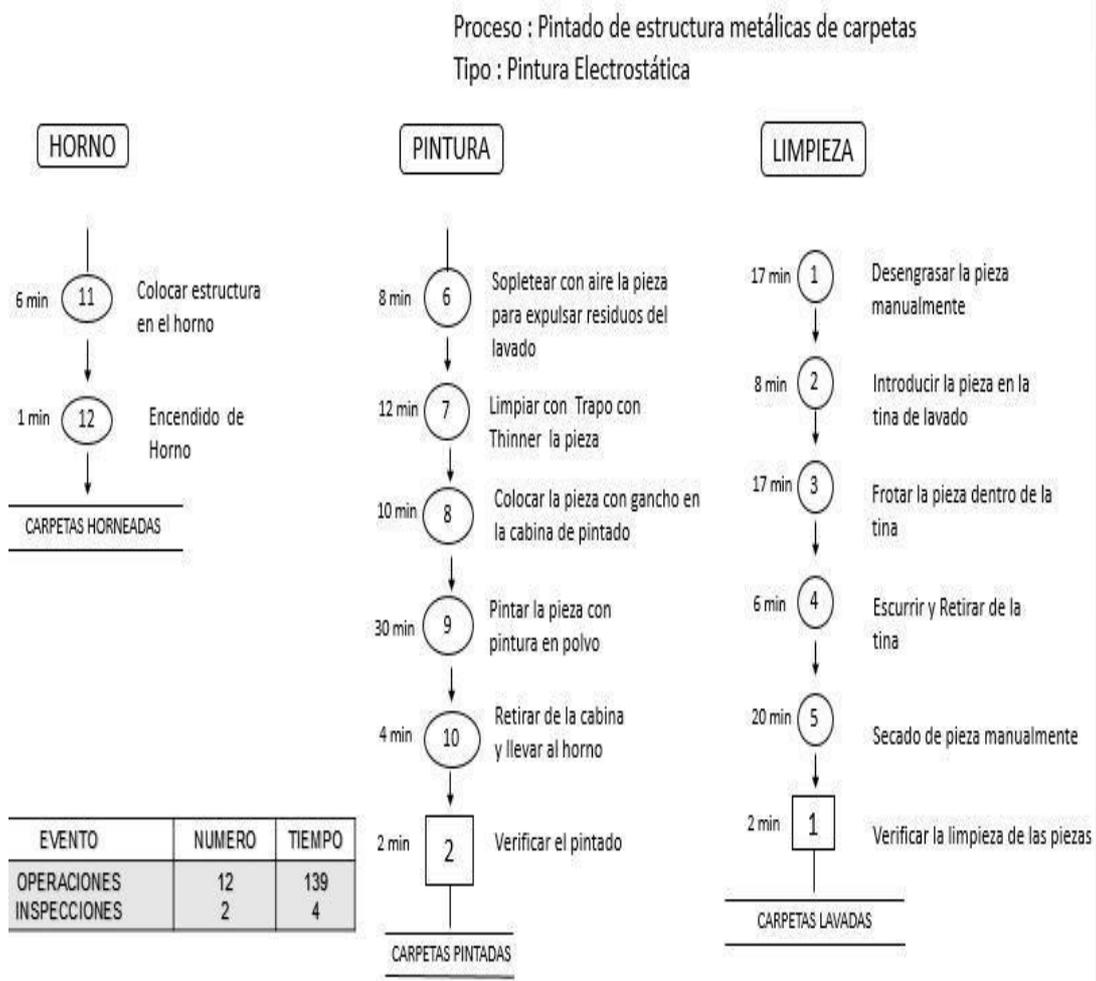


Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

El proceso se divide en 3 etapas y cuenta con 12 operaciones consecutivas y 2 inspecciones fundamentales

Figura N°25. Diagrama de operaciones de pintura electrostática (carpetas)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

El proceso se divide en 3 etapas y cuenta con 12 operaciones consecutivas y 2 inspecciones

Tiempo de preparación de equipos

El tiempo de preparación de la pintura electrostática es de 19 minutos ver (anexo nº3). esto se debe a que la pintura electrostática no necesita de diluyente para ser utilizado en el pintado.

Etapa 1. Limpieza

Esta etapa consta de 5 operaciones y 1 inspecciones todas enfocadas a mantener las superficies físicas y químicamente limpias, libres de grasas, aceites, óxido y corrosión, listas y en óptimas condiciones para pintar, no deben manipularse con las manos sin usar guantes o trapos limpios y secos.

Figura nº26. Diagrama de operaciones, etapa limpieza de estructuras (propuesto)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Etapa 2. Pintado

La pintura en polvo (electrostática) consta de 5 operaciones y 1 inspección, antes del pintado se da una ligera limpieza con un trapo con thinner. El pintado en polvo tiene un menor tiempo

por ser aplicado con un equipo especial (pistola electrostática), esto hace que se adhiere a la superficie de las estructuras de manera uniforme, al término del pintado, la estructura se traslada directo al horno (no necesita un tiempo de aireado como el de la pintura líquida).

Figura nº27. Diagrama de operaciones, etapa pintado de estructuras (propuesto)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: propia

Etapa 3. Horneado

Está definido como la etapa final de los procesos, antes de que el producto sea entregado al área de ensamble. Una vez colocado en el horno se enciende y se deja hornear a una temperatura de 160C° - 180C° por unos 25min.

Figura nº28. Diagrama de operaciones, etapa de horneado o curado (propuesto)



Fuente: Empresa de muebles

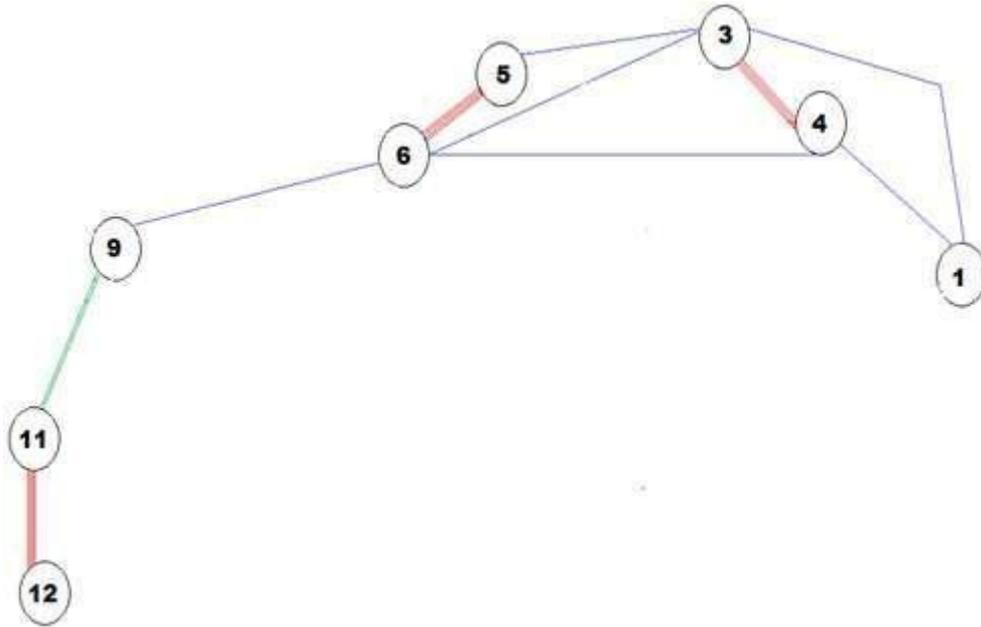
Elaboración: propia

• **Aplicación del método de Richard Muthler para la distribución de espacios y recorrido en el área de pintura (Propuesta)**

Realizados los respectivos análisis de relaciones y las proximidades, se debe considerar si es necesario adicionar a la propuesta la modificación y tomar en cuenta la importancia de la relación entre los espacios de trabajo críticos con el fin de mejorar el flujo de las estructuras de sillas y carpetas o reducir los tiempos de actividades. Por este motivo la aplicación de la distribución en el área de pintado está enfocado en organizar las actividades productivas dentro de los espacios disponibles que ya están construidas teniendo en cuenta que para este caso se considera posible cambiar el espacio de la mesa de secado (4) por la mesa de desengrasado (2), la mesa de secado se trasladó al espacio de inspección de lavado (5) para disminuir las distancias recorridas.

También se toma en cuenta quitar las mesas de pintado (7) y (8), ya que no serán necesarias, por la implementación de la cabina de pintado, esta se colocará en el espacio de ventilado de estructuras pintadas (9) e inspección de pintado (10), actividades que no serían necesarias para ingresar las estructuras a la cabina de pintado. (Ver figura nº29)

Figura nº29. Desarrollo del diagrama relacional propuesto en el área de pintura.



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con el diagrama que se muestra en la figura nº29, se define los siguientes espacios:

Tabla nº13. Espacios con las que cuenta el área de pintura (Propuesto)

1	Ingreso de estructura
4	Mesa de desengrasado
3	Poza de lavado
5	Inspección de lavado y mesa de secado
6	Piezas lavadas y secadas
9	Cabina de pintado
11	Horno
12	Retirar al área de ensamble

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: propia

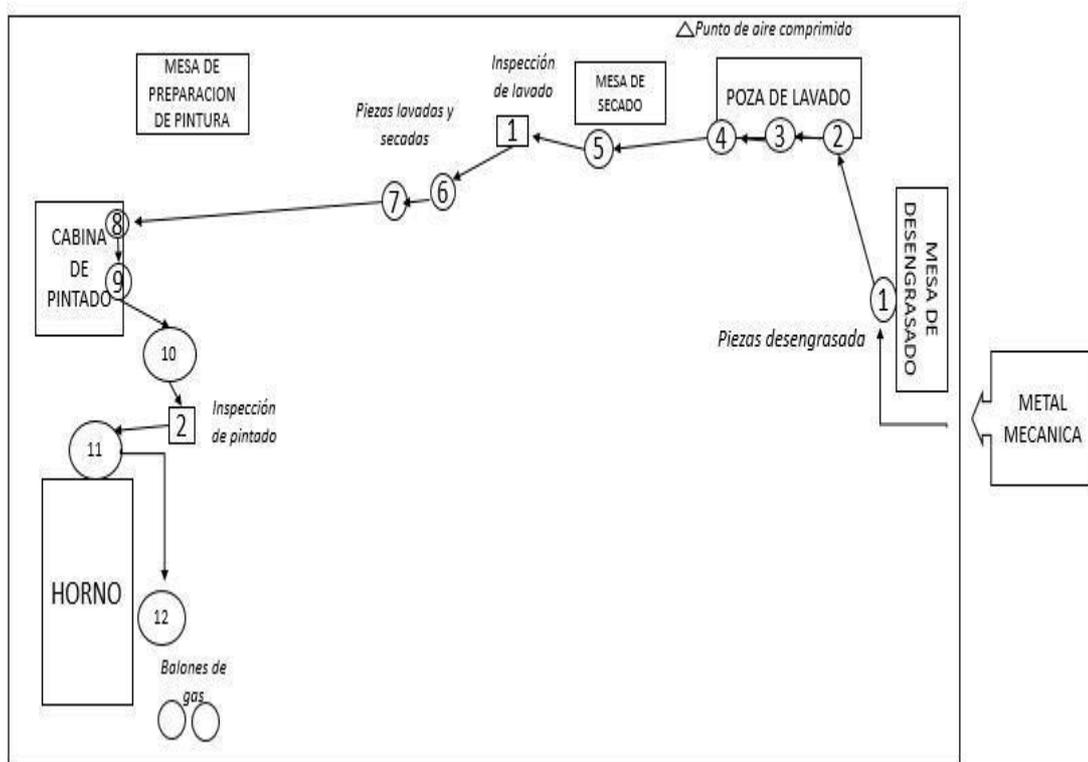
Para el proceso de pintura electrostática se procederá a realizar el diagrama de recorrido tomando en cuenta el desarrollo realizado del método de *Muther* para obtener el menor desplazamiento posible y adecuar los espacios con los equipos que se encuentran en el área de pintura.

La ruta de los movimientos está señalada por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente, enumerado de acuerdo con el diagrama de operaciones.

Figura nº30. Diagrama de recorrido del área de pintura (propuesto)

DIAGRAMA DE RECORRIDO
"ÁREA DE PINTURA"

Proceso : Pintado de estructura metálicas de carpetas y sillas
Tipo : Pintura Electrostática



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con el sistema propuesto se redujo los recorridos de los operarios entre puestos de trabajo, de tal manera que el tiempo del proceso disminuya.

• **Aplicación del diagrama de análisis del proceso (propuesto)**

Tabla nº14. Diagrama de análisis del proceso de pintado de silla (propuesto).

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO										
Diagrama N°: LZ-003		Hoja N°:001			RESUMEN					
Objeto: SILLAS APILABLES					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO			
Actividad: PINTADO DE SILLAS					Operación		14			
Metodo: PINTURA RN POLVO - ELECTROSTATICA					Transporte		5			
Lugar : Empresa de Muebles					Espera					
Operario: Hugo Valverde ; Eugenio Heredia ; Aldo Quilca.					Inspeccion		2			
Compuesto por: Luis Zavala		Fecha: 16/01/18			Almacenamiento					
Aprobado por: Ivan Murguia		Fecha: 19/01/18			Distancia (mt)		238			
					Tiempo (min)		171			
					Costo					
					M. obra					
					Material					
					Total					
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD (und)	DISTANCIA (mt)	TIEMPO (min)	○	⇨	D	—	▽	OBSERVACION
1	Desengrasar la esctructuras	24		15	●					
2	Trasladar a la poza de lavado	24	30	4	●	⇨				
3	Introducir a la poza de lavado	24		8	●					
4	Frotar la estructura dentro de la tina	24		15	●					
5	Ecurrir y retirar de la poza	24		5	●					
6	Llevar a la mesa de secado	24	12	3	●	⇨				
7	Secar la esctructura manualmente	24		18	●					
8	Llevar a area de esctructuras secadas	24	40	5	●	⇨				
9	verificar limpieza de estructura	24		2	●					
10	Sopletear con aire las esctructuras	24		8	●					
11	Limpiar con trapo y thiner	24		10	●					
12	Colocar en cabina de pintado	24	30	6	●	⇨				
13	Pintar las esctructuras	24		20	●					
14	Retirar de cabina de pintado	24		3	●					
15	Verificar las esctructura pintadas	24		2	●					
16	Llevar esctructura a cabina de horneado	24	40	5	●	⇨				
17	Encender el horno	24	3	1	●					
18	Horneado de esctructura	24		25	●					Temperatura 160C ^o - 180C ^o
19	Apagar el horno	24	3	1	●					
20	Enfriamiento de esctructuras	24		8	●					
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	24	80	7	●	⇨				
		24	238	171						

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con el diagrama realizado se dio a conocer que durante el proceso de pintado hay 5 actividades que no agregan valor directamente al proceso. En el sistema propuesto se redujo

a 238 metros de recorrido y a un tiempo de 171 minutos en relación al sistema actual que viene usando la empresa durante el proceso de pintado.

Tabla nº15. Diagrama de análisis del proceso de pintado de carpetas (propuesto).

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO										
Diagrama N°: LZ-003				Hoja N°: 001		RESUMEN				
Objeto: CARPETAS						ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO		
Actividad: PINTADO DE CARPETAS						Operación		14		
Metodo: PINTURA RN POLVO - ELECTROSTATICA						Transporte		5		
Lugar : Empresa de Muebles						Espera				
Operario:HugoValverde;EugenioHeredia;AldoQuilca.						Inspeccion		2		
Elaborado por: Luis Zavala				Fecha: 21/01/18		Almacenamiento				
Aprobado por: Ivan Murguia				Fecha: 23/01/18		Distancia (mt)			238	
						Tiempo (min)			171	
						Costo				
						M. obra				
						Material				
						Total				
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD (und)	DISTANCIA (mt)	TIEMPO (min)	○	→	⊙	—	▽	OBSERVACION
1	Desengrasar la esctructuras	24		17	●					
2	Trasladar a la poza de lavado	24	30	4	●	→				
3	Introducir a la poza de lavado	24		8	●					
4	Frotar la estructura dentro de la tina	24		17	●					
5	Ecurrir y retirar de la poza	24		6	●					
6	Llevar a la mesa de secado	24	12	3	●	→				
7	Secar la esctructura manualmente	24		20	●					
8	Llevar a area de estructuras secadas	24	40	5	●	→				
9	verificar limpieza de estructura	24		2	●				●	
10	Sopletear con aire las estructuras	24		8	●				●	
11	Limpiar con trapo y thiner	24		12	●					
12	Colocar en cabina de pintado	24	30	10	●					
13	Pintar las estructuras	24		30	●					
14	Retirar de cabina de pintado	24		4	●					
15	Verificar las estructura pintadas	24		2	●				●	
16	Llevar estructura a cabina de horneado	24	40	6	●	→				
17	Encender el horno	24	3	1	●					
18	Horneado de estructura	24		25	●					Temperatura 160Cº - 180Cº
19	Apagar el horno	24	3	1	●					
20	Enfriamiento de estructuras	24		8	●					
21	RetiraryTrasladaralarea de Ensamble	24	80	7	●	→				
		24	238	196						

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

En base a los análisis de relación y proximidades, se modificó los espacios de trabajo críticos con el fin de mejorar el flujo de las estructuras de las sillas y carpetas, reduciendo así el tiempo del proceso de pintado.

Las actividades que no son necesarias para la pintura electrostática tales como: Pintar las estructuras lado 1; voltear la pieza; Pintar las estructuras lado 2; ventilación de estructuras, quedan inoperativas ya que no son necesarias para la implementación de la pintura electrostática.

La mesa de pintado y los equipos de pintura líquida quedan como una segunda opción en caso de no contar con la capacidad suficiente para atender un pedido con una mayor demanda.

• Aplicación del costeo ABC

Tabla nº16. Resumen de costeo por actividades sillas (propuesto)

No	ACTIVIDAD	Centro de Actividad	Tiempo Min.	Recursos Directos Personal						Recursos Directos Mater.					Recursos Indirectos		Agrega													
				Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Mater.	Mater.	Mater.	Mater.	Mater.	Indirecto	Terceros	valor	No Agrega Valor	Agrega Valor	No Agrega Valor	Agrega Valor									
				Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo	Indirecto	Terceros	valor	Valor	Indir.	Valor	Indir.									
1	Desengrasar la estructuras	Limpieza	15			1								4	2					15			9,03							
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza	4			1															4			0,30						
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	8					1											x		8			5,35						
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza	15					1					2								15			29,52						
5	Escurrir y retirar de la poza	Limpieza	5					1													5			0,37						
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza	3					1														3			0,22					
7	Secar la estructura manualmente	Limpieza	18											8							18			4,54						
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza	5																			5			0,37					
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza	2	1																	2			0,32						
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	8																	x	8			1,38						
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura	10										1	2								10			4,97					
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	6																			6			0,45					
13	Pintar las estructuras	Pintura	20											8	1					x	20			97,70						
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	3																			3			0,36					
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	2																	x	2			0,32						
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	5																			5			0,37					
17	Encender el horno	Horno	1																			1			0,07					
18	Horneado de estructura	Horno	25																			25			28,04					
19	Apagar el horno	Horno	1																			1			0,07					
20	Enfriamiento de las estructuras	Horno	8																			8			0,00					
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	7																	x	7			1,04						
TOTAL				171,0	2	2	2	4	4	6	8	1	17	2	5	5	1				137,0	34,0	0,0	177,39	7,42	0,00				
TOTAL																								171,00	TOTAL	184,81				
TOTAL																									80,1%	19,9%	0,0%	96,0%	4,0%	0,0%
TOTAL																											100,0%	100,0%		

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con la aplicación del costeo ABC se pudo determinar el costo de S/. 184.81 del proceso en un tiempo de 171 minutos correspondiente a todo el proceso. De los cuales se reduce a 238 metros el recorrido del proceso.

Los datos para realizar el costeo ABC como la mano de obra, materiales directos y materiales indirectos esta detallados por actividad según diagrama de análisis. (Ver anexo nº6)

Con la aplicación del costeo ABC se pudo determinar el costo de S/. 201.67 del proceso en un tiempo de 196 minutos correspondiente a todo el proceso.

Los datos para realizar el costeo ABC como la mano de obra, materiales directos y materiales indirectos esta detallados por actividad según diagrama de análisis. (Ver anexo n°7)

• Determinación de la productividad del proceso mejorado

Para calcular la productividad del proceso actual se utilizó los tiempos del DAP del proceso mejorado con la pintura electrostática

Tabla n°18. Datos para cálculo de la productividad del proceso propuesto (sillas)

PROCESO PROPUESTO					
Sillas pintadas	Minutos	Costo	Min x und.	Costo x und.	Und. x día
24	171	184,8	7,13	7,70	67,4

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Tabla n°19. Datos para cálculo de la productividad del proceso propuesto (carpetas)

PROCESO PROPUESTO					
Carpetas pintadas	Minutos	Costo	Min x und.	Costo x und.	Und. x día
24	196	201,7	8,17	8,40	58,8

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

La fórmula utilizada para hallar la productividad es:

Productividad = Producción / N° Oper. X Horas Trab. X Días Trab.

Tabla nº20. Índice de productividad de enero hasta abril 2018 propuesto (sillas)

PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO PROPUESTO - SILLAS					
MESES	Enero	Feb.	Ma rzo	Abri l	Promedi o
Produccion mensual	125	165	110	165	
Horas x turno	8,00	8,00	8,00	8,00	
Nº trabajadores	5,00	6,00	5,00	6,00	
Días empleados	1,9	2,4	1,6	2,4	
Indice productividad					
Sillas pintadas / horas hombre	1,68	1,40	1,68	1,40	1,54

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Para calcular la productividad se realizó con los datos de venta de sillas de los 4 primeros meses del año 2018 obteniendo como resultado un promedio de productividad de 1.54 sillas pintadas / hora hombre.

Tabla nº21. Índice de productividad de enero hasta abril 2018 propuesto (carpetas)

PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO PROPUESTO - CARPETAS					
MESES	Enero	Feb.	Ma rzo	Abri l	Promedi o
Produccion mensual	400	400	400	250	
Horas x turno	9,00	10,00	8,00	8,00	
Nº trabajadores	5,00	5,00	6,00	6,00	
Días empleados	6,0	5,4	6,8	4,3	
Indice productividad					
carpetas pintadas / horas hombre	1,47	1,47	1,22	1,22	1,35

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Para calcular la productividad se realizó con los datos de venta de sillas de los 4 primeros meses del año 2018 obteniendo como resultado un promedio de productividad de 1.35 sillas pintadas / hora hombre.

3.3. Determinar el costo-beneficio del plan de mejora en el área de pintura en la empresa de muebles.

- **Descripción del equipo propuesto**

Equipo de pintado: MOD. C-800

La eficiencia y el manejo manual son las características principales de este equipo, con excelentes propiedades de aplicación, con cascada incorporada en la pistola.

Pistola de Aplicación

Las pistolas de aplicación *POWER PLUS*, son fabricadas en material con una excelente asolación dieléctrica, con bajo peso molecular. Disponible en chorro plano o circular, siendo el chorro circular disponemos los siguientes radios dispersores 14,16,20,22,26 y 30 mm.

Reservorio de Pintura/Válvula de extracción

Reservorio de Pintura en Polvo, con capacidad de 20 kg., fabricado en acero, revestido con pintura electrostática en polvo o tanque de acero inoxidable, facilitando un cambio rápido de color evitando la contaminación de la pintura.

Figura nº31. Equipo de pintado MOD. C-800



Fuente: Empresa Corporación Comatpe

Cabina de pintado con filtros de recuperación

Este Equipo es utilizado en el proceso de aplicación de la pintura en polvo, sirve para captar y recuperar la pintura no utilizada al momento de la aplicación, separa el ambiente externo del interno para evitar la contaminación. Son íntegramente construidas para un uso práctico y de fácil limpieza, la estructura que es desarmable está hecha con tubos estructurales y planchas acero galvanizado y al carbono con revestimiento

Figura n°32. Cabina de pintado con filtros de recuperación



Fuente: Empresa Corporación Comatpe

Tina de acero inoxidable

Estructura fabricada en plancha de acero inoxidable de calidad 3/16 x 2 mm y plancha galvanizada de 1.2mm y con soporte de tubo rectangular de 4x2 x2mm. Adicional cuenta con salida por válvula de desagüe.

Figura n°33. Tina de acero inoxidable



Fuente: Empresa Corporación Comatpe

• Aplicación de la evaluación económica del sistema propuesto

En esta sección se mostrará la evaluación económica de la propuesta, en la que se podrán observar los costos de los equipos, pronósticos y finalmente la evaluación a través de la VAN y la TIR.

Inversión a realizar

La implementación del nuevo sistema de pintado tiene una inversión de S/. 53,700.00. Es importante resaltar que este costo incluye también el pago por capacitación al personal en el manejo de los equipos por 20 horas.

Tabla nº22. Costo de equipos del sistema propuesto

EQUIPOS DE PINTADO				
Nº	EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	EQUIPO DE APLICACIÓN DE PINTURA ELECTROSTÁTICA	1	S/12.000,0	S/12.000,0
2	CABINA DE PINTADO CON SISTEMA DE RECUPERACION DE POLVO	1	S/33.500,0	S/33.500,0
3	POZA DE ACERO INOXIDABLE	1	S/8.200,0	S/8.200,0
			TOTAL	S/53.700,0

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Determinación del pronóstico

Con los datos de sillas vendidas en los años 2013 al 2017 se procederá a proyectar las ventas para los años posteriores del 2018

Tabla nº23. Cuadro de ventas de sillas año 2013 al 2017

AÑO	VENTAS
	SILLAS
2013	1.400,00
2014	1.450,00
2015	1.520,00
2016	1.670,00
2017	1.650,00

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Tabla nº24. Cuadro de ventas de carpetas año 2013 al 2017

AÑO	VENTAS CARPETAS
2013	2.600,00
2014	2.650,00
2015	2.850,00
2016	3.000,00
2017	3.000,00

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Para proyectar la venta se utilizó la regresión exponencial es un método que permite encontrar la ecuación de la función que mejor se ajuste a un grupo de datos y de esta manera poder estimar valores futuros de su variable dependiente

Figura nº34. Grafica de proyección de ventas del año 2013 al 2017 (sillas)

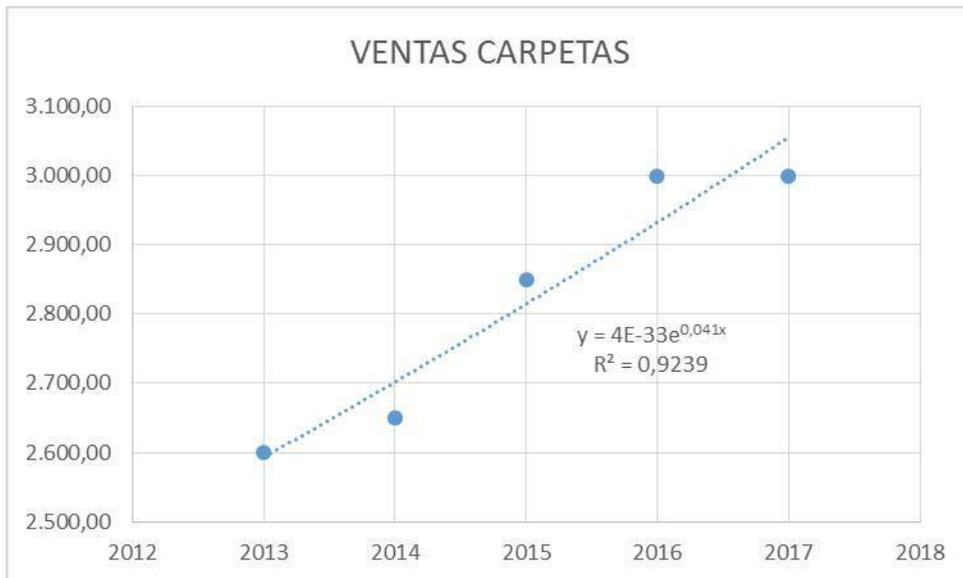


Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Como resultado de la proyección tenemos la siguiente ecuación exponencial $y = 1E-38e^{0,047x}$ que servirá para proyectar las ventas para años posteriores y un $R^2 = 0,9146$ que indica que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables. De tal manera se procederá a pronosticar las ventas de sillas a partir del año 2019 al 2023.

Figura nº35. Grafica de proyección de ventas del año 2013 al 2017 (carpetas)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Como resultado de la proyección tenemos la siguiente ecuación exponencial $y = 4E-33e^{0,041x}$ que servirá para proyectar las ventas para años posteriores y un $R^2 = 0,9239$ que indica que el modelo lineal es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables. De tal manera se procederá a pronosticar las ventas de sillas a partir del año 2019 al 2023.

Tabla nº25. Proyección de ventas de sillas del año 2019 al 2023

AÑO	VENTAS SILLAS
2019	1.826,00
2020	1.898,00
2021	1.970,00
2022	2.042,00
2023	2.114,00

**Fuente: Empresa de mueble
Elaboración propia**

Tabla nº26. Proyección de ventas de carpetas del año 2019 al 2023

AÑO	VENTAS CARPETAS
2019	3.280,00
2020	3.395,00
2021	3.510,00
2022	3.625,00
2023	3.740,00

**Fuente: Empresa de mueble
Elaboración propia**

Con los datos obtenido de las proyecciones de ventas se procederá a realizar la evaluación económica del sistema de pintado propuesto. Para ello se tendrá que utilizar el VAN y el TIR como indicadores para determinar la viabilidad.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la siguiente plantilla se desarrolla el flujo de caja proyectado a 5 años de la propuesta. Se considera que en el presente año se realiza la inversión y a partir del próximo año se perciben los ingresos y egresos que genera la propuesta de mejora

Para la evaluación económica se ha determinado un costo de oportunidad de 20.7 %, calculado con el dato riesgo Perú de 1.26 % en el mes de Marzo y la proyección de la inflación para el año 2018 de 2,8 %. (Ver anexo 8 y 9)

Con lo cual se desea obtener una tasa de interés por parte del inversionista de 16 %. Según fórmula:

$$=(1+T)(1+I)(1+R)-1$$

Dónde:

T= Tasa de interés del inversionista

I= Inflación

R= Riesgo país

Información para la evaluación económica

Ingresos Propuesta: Ventas de sillas y carpetas

Egresos Propuesta: Costos Operativos (MO, MP, CI), Gastos Administrativos y ventas, Depreciación

Inversión Propuesta: S/.53700.00

Costo de Oportunidad (COK): 20.7%

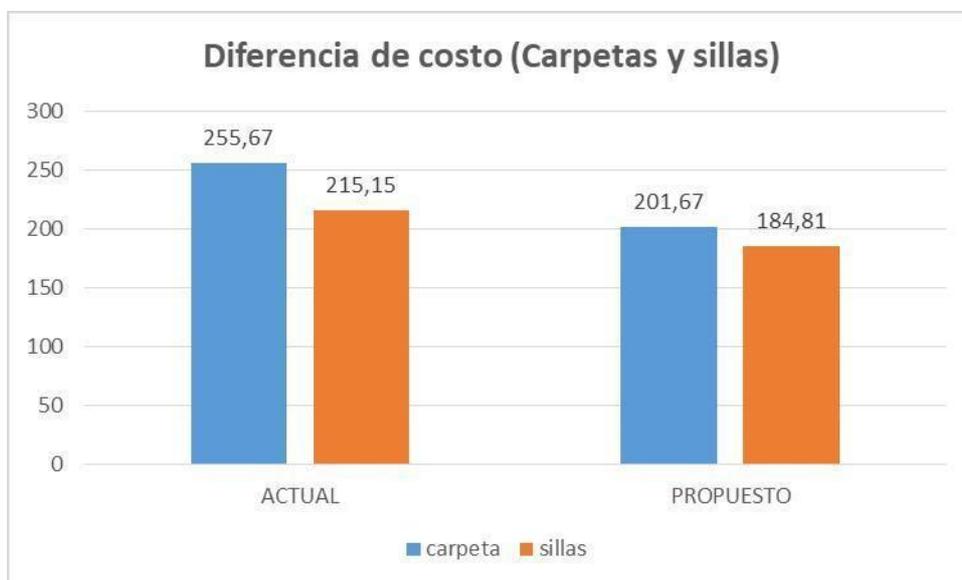
Periodo de Evaluación: 5 años

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

Para el proceso de pintado de sillas se obtuvo una reducción de costos de S/. 215.15 a S/.184.81 soles por proceso de pintado de 24 unidades de sillas y para el proceso de pintado de carpetas se obtuvo una reducción de S/ .255.67 a S/ .201.67 soles. (Ver figura nº36)

Figura nº36. Diferencia de costo del proceso actual con el propuesto (Carpetas y sillas)

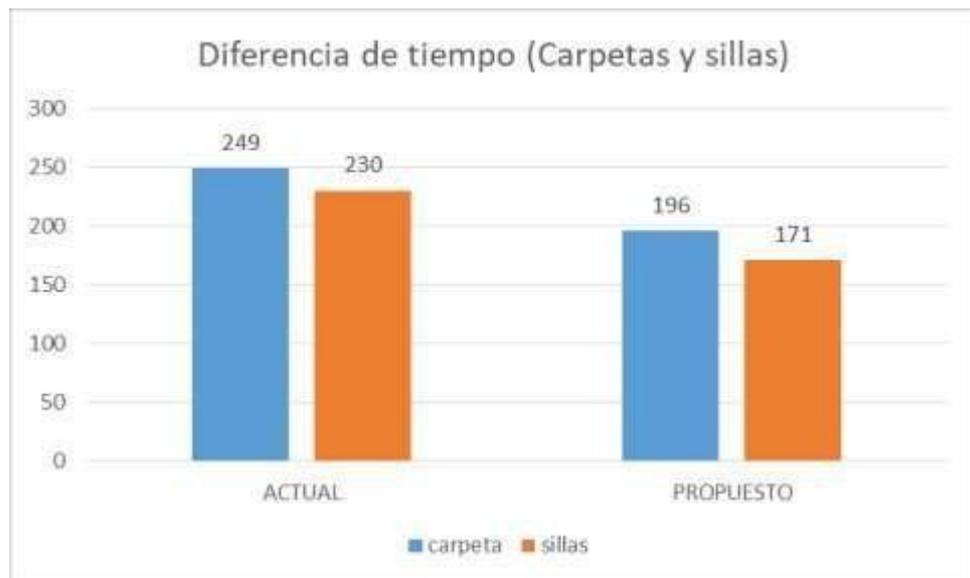


Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Utilizando la pintura en polvo en el proceso de pintado de sillas se redujo 59 minutos con respecto al tiempo empleado con el uso de pintura líquida y en el proceso de pintado de carpetas se obtuvo una reducción de 53 minutos con respecto al tiempo empleado con el uso de pintura líquida. (Ver figura nº37)

Figura n°37. Diferencia de tiempo del proceso actual con el propuesto (Carpetas y sillas)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración: Propia

Con la Implementación de la pintura electrostática se reduce el tiempo de acondicionamiento de la máquina y de la pintura. El tiempo de preparación de la pintura en polvo es menor a la pintura líquida, esto se debe a que la pintura en polvo no necesita mezclar con otro aditivo.

Figura n°38. Diferencia de los tiempos de preparación

TIEMPO DE PREPARACION	Minutos
PINTURA LIQUIDA	31
PINTURA EN POLVO	19

Fuente: Empresa de muebles

Elaboración propia

Figura nº39. Grafico comparativo de índice de productividad (sillas)



Fuente: Empresa de muebles

Elaboración propia

Según el grafico comparativo cuatrimestral del año 2017 – 2018, para el 2017 usando pintura liquida se obtuvo un promedio de índice de productividad de 1.11 sillas pintadas/HH. y para el 2018 empleando la pintura electrostática se genera un promedio de índice de productividad de 1.54 sillas pintada / HH.

Se concluye que el plan de mejora incremento la productividad en 38.73 % en relación al año 2017.

Figura nº40. Grafico comparativo de índice de productividad (carpetas)



Fuente: Empresa de muebles
Elaboración propia

Según el grafico comparativo cuatrimestral del año 2017 – 2018, para el 2017 usando pintura liquida se obtuvo un promedio de índice de productividad de 1.11 sillas pintadas/HH y para el 2018 empleando la pintura electrostática se genera un promedio de índice de productividad de 1.35 sillas pintada / HH.

Se puede concluir que el plan de mejora incremento la productividad en 21.62 % en relación al año 2017.

4.2. CONCLUSIONES

- Se demostró que, aplicando la mejora de procesos, se logró incrementar la productividad de sillas en 40.0% y de carpetas a 21.6% para el 2018 en relación al año 2017
- Después de determinar cómo se realiza el proceso de pintado de sillas y carpetas se identificó las actividades que generan demoras y las que no agregan valor al proceso, para luego ser simplificada utilizando los estudios de métodos.
- La implementación de la pintura electrostática logra reducir los costos y los tiempos de cada actividad durante el proceso, teniendo como resultado una reducción de tiempo de 59 minutos y un costo de S/.30.34 por proceso de pintado de 24 sillas. El tiempo que se ha reducido entre el proceso de pintado de carpetas es de 53 minutos y un costo de S/. 54.00 lo cual nos indica que al reducir el tiempo de las actividades se incrementarían las cantidades de sillas y carpetas pintadas durante el turno de trabajo.
- De los resultados obtenidos en el análisis financiero, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de S/.91462.33. La Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida es de 85.57% y el Beneficio/Costo es de 1.70, concluyendo que la inversión realizada del nuevo sistema de pintura mejoraría las ganancias. En consecuencia, la implementación es viable para la empresa.

4.3. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de métodos por ser una herramienta importante en el registro y análisis de tiempos, para optimizar los trabajos y operaciones durante un proceso. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es aumentar la productividad de una empresa.
- La implementación de nuevos métodos de trabajo genera en algunos casos resistencia al cambio por parte de los operarios, por lo que es necesario realizar capacitaciones explicando al operario las ventajas y facilidades que dará la pintura electrostática.
- La innovación tecnológica es de vital importancia para responder a los desafíos del mercado creciente por eso, se sugiere que la empresa renueve la maquinaria actual para ser aún más competitivos
- Dada la actual coyuntura económica del país se demuestra que con una inversión moderada se puede obtener mejoras de rendimientos productivos.

REFERENCIAS

Carrión Nin, J. (2005). *Pautas básicas para una implantación exitosa del costeo basado en actividades* (ABC). *Industrial Data*, 8 (1), 47-52.

El Comercio (2018). *Demanda de institutos tecnológicos creció 19%*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/demanda-institutos-tecnologicos-crecio-19->

Gestión (2018). *Banco mundial: economía peruana crecerá este año 3.5% y 3.8% el 2019*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/banco-mundial-economia-peruana-crecera-3-5-este-ano-y-3-8-2019-231740>

Ishikawa, K. (1943). *Diagrama Causa-Efecto*.

Mascareñas, J. (2001). *La valoración de proyectos de inversión productivos*. Editorial Universidad Complutense de Madrid, España.

MEF (2018). *MEF: Se afianzará el crecimiento económico a 5% al 2021 con el objetivo de reducir la pobreza a 18%*. Recuperado de <https://www.mef.gob.pe/es/noticias/notas-de-prensa-y-comunicados?id=5671>

Montenegro, S.E. y Tixe T.C. (2007). *Mejora de proceso de pintura electrostática de la planta de producción – Sumar* (Tesis de Licenciatura). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Muther, R., Hallan, H. M., & Fontseré, L. M. C. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial: (Método SLP) (Systematic Layout Planning)*. Editores Técnicos Asociados.

Niebel, B. W., Freivalds, A., & Osuna, M. A. G. (2004). *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Alfa omega.

Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Quijia, E.L. (2017). *Análisis del proceso de pintura electrostática y su incidencia en la productividad en la empresa Reypel*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Tecnológica Indoamerica, Quito, Ecuador.

Romero Bermúdez, E., & Díaz Camacho, J. (2010). *El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), XL (3-4), 127-14

Sales, M. (2009). Diagrama de Pareto. *Recuperado el, 15.*

Superintendencia de banca, seguros (2018). *Tasa de interés promedio del sistema bancario*. Recuperado de <http://www.sbs.gob.pe>

Valdivia C.A.M. (2013). *Diagnóstico y propuesta de mejora de procesos empleando la metodología six-sigma para una fábrica de mantenimiento y reposición de mobiliario para supermercados y tiendas comerciales (Tesis de Licenciatura)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Yarasca J. J & Espinoza M.E. (2015). *Propuesta de implementación de un sistema de pintura electrostática para piezas metálicas utilizadas en tableros y celdas eléctricas (Tesis de Licenciatura)*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo nº1. Hoja de sugerencia de clientes.....	81
Anexo nº2. Tiempo de preparación de pintura líquida.....	82
Anexo nº3. Tiempo de preparación de pintura electrostática	82
Anexo nº4. Costeo ABC actual (sillas)	82
Anexo nº5. Costeo ABC actual (carpetas).....	91
Anexo nº6. Costeo ABC propuesto (sillas)	99
Anexo nº7. Costeo ABC propuesto (carpetas).....	106
Anexo nº8. Riesgo país	114
Anexo nº9. Proyección de inflación para el año 2018 país... ..	115
Anexo nº10. Cuota de amortizaciones y cronograma de pagos.....	116
Anexo nº11. Ventajas de la pintura electrostática	117

Anexo nº2. Tiempo de preparación de pintura líquida

TIEMPO DE PREPARACION - PINTURA LIQUIDA		
nº	Descripcion	Tiempo (min)
1	Solicitar insumos al almacen	5
2	Llevar insumos al area de pintura	2
3	Limpieza de los equipos a emplear	10
4	Preparacion de la pintura	12
	Otros	2
	Tiempo Total	31

Anexo nº3. Tiempo de preparación de pintura electrostática

TIEMPO DE PREPARACION - PINTURA EN POLVO		
nº	Descripcion	Tiempo (min)
1	Solicitar insumos al almacen	5
2	Llevar insumos al area de pintura	2
3	Limpieza de los equipos a emplear	6
4	Preparacion de la pintura	4
	Otros	2
	Tiempo Total	19

Anexo nº4. Costeo ABC actual (sillas)

Costo de pago al personal

DATOS - COSTO PAGOS DE PERSONAL

Personal	Pago Mes S/.	Costo Mes S/.	Horas x Mes (26 dias x 8 hr)	Tasa Hora	Tasa Minuto
Jefe de Produccion	2.000	2.500	208	9,62	0,160
Pintor 1	1.500	1.875	208	7,21	0,120
Pintor 2	1.500	1.875	208	7,21	0,120
Ayud. Pintor 1	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 2	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 3	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 4	930	1.163	208	4,47	0,075

**COSTO MES = GO MES X 15 SUELDOS A
12 MESES**

Fuente: Elaboración propia

Costo de material
DATOS - COSTO MATERIAL

Recursos	Unid.	Equivalencia	Costo S/,	Costo S/. (unit)
Pintura al horno "texturizada" - Liquid	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	42,50	11,18
Thinner Acrilico	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	13,00	3,42
Trapo	Kg	1 kg = 20 und	6,00	0,40
Gasolina	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	12,00	3,16
Gas Propano	Bal.	1 Bal = 25 Kg	125,00	5,00
Acido de lavado	Gal	1 Gal = 25 Lt	118,00	4,72
Detergente	Kg	1 Und = 250 gr.	4,00	4,00
Agua	M3	1m3 = 1000 lt.	18,0	5,0
Energia Electrica	Kw	1kwh = 60 min	5,8	15,00

Fuente: Elaboración propia

Consumo de material indirecto
DATOS - COSUMO MATERIAL INDIRECTO

Centro de Actividad	Kws	Agua
Limpieza	0%	95%
Pintura	30%	0%
Horno	65%	0%
Otros	5%	5%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Consumo de recursos indirectos

DATOS - CONSUMO DE RECURSOS INDIRECTOS

No	Actividad	Centro Actividad	Agua	Energía Eléctrica	Agua	Energía Eléctrica
1	Desengrasar la estructuras	Limpieza				
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza				
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	x		1	
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza				
5	Ecurrir y retirar de la poza	Limpieza				
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza				
7	Secar la estructura manualmente	Limpieza				
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza				
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza				
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura		x		0,15
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura				
12	Llevar las estructuras en mesas de pintado	Pintura				
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura		x		0,2
14	Voltear la pieza	Pintura				
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura		x		0,2
16	Llevar las estructuras a zona de aireado	Pintura				
17	Dejar airear las estructuras	Pintura				
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura				
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno				
20	Encender el horno	Horno				
21	Horneado de estructura	Horno		x		0,45
22	Apagar el horno	Horno				
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno				
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno				
	Otros	CA1	x	x	1	1
		CA2	x	x		
		CA3	x	x		

Fuente: Elaboración propia

Calculo del costo indirecto por actividad
Costo indirecto por actividad

Calculo del Costo del Elemento de Costo al Centro de Actividad

EC	Costo S/.	Inductor	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	5,00	# m3	0,95	0,00	0,00	0,05	1,0
Energia Electrica	15,00	Kws	0,00	0,30	0,65	0,05	1,0

20,00

EC	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	4,75	0,00	0,00	0,25	5,00
Energia Electrica	0,00	4,50	9,75	0,75	15,00
Total	4,75	4,50	9,75	1,00	20,00

Calculo del Costo del Elemento de Costo del Centro de Actividad a las Actividades

Calculo del costo del centro de actividad 1 (LIMPIEZA) a las actividades

EC-CA 1	Costo	Inductor	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	4,75	# m3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Energia Electrica	0,00	Kws	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1

4,75

EC-CA	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75
Energia Electrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,00	0,00	4,75	0,00	4,75						

Fuente: Elaboración propia

Costo por centro de actividad

Calculo del costo del centro de actividad 2 (PINTURA) a las actividades

EC-CA 2	Costo	Inductor	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Otros 2	Total
Agua	0,00	# m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1
Energia Electrica	4,50	Kws	0,15	0,00	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,45	1

4,50

EC-CA 2	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Otros 2	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,68	0,00	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	2,03	4,50
Total	0,68	0,00	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	2,03	4,50

Calculo del costo del centro de actividad 3 (HORNO) a las actividades

EC-CA 3	Costo	Inductor	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Actividad 22	Actividad 23	Actividad 24	Otros 3	Total
Agua	0,00	# m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1
Energia Electrica	9,75	Kws	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,55	1

9,75

EC-CA 3	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Actividad 22	Actividad 23	Actividad 24	Otros 3	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,00	0,00	4,39	0,00	0,00	0,00	5,36	9,75
Total	0,00	0,00	4,39	0,00	0,00	0,00	5,36	9,75

Fuente: Elaboración propia

de indirectos por actividad
Resumen de costos indirectos por actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Costo Indirecto		Costo Total \$/.
			Material Indirecto	Servicio de Terceros	
			Agua	Energía Eléctrica	
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	4,75	0,00	4,75
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
5	Ecurrir y retirar de la poza	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,68	0,68
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	0,00	0,00	0,00
12	Llevar las estructuras en mesas de pi	Pintura	0,00	0,00	0,00
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	0,00	0,90	0,90
14	Voltear la pieza	Pintura	0,00	0,00	0,00
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	0,00	0,90	0,90
16	Llevar las estructuras a zona de airea	Pintura	0,00	0,00	0,00
17	Dejar airear las estructuras	Pintura	0,00	0,00	0,00
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,00	0,00
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,00	0,00
20	Encender el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
21	Horneado de estructura	Horno	0,00	4,39	4,39
22	Apagar el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00
24	Retirary Trasladar al area de Ensamb	Horno	0,00	0,00	0,00
			4,75	6,86	11,61

Fuente: Elaboración propia

Resumen de costos del proceso por actividad

No	Actividad	CA	CMD	CPD	CI	Total
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	7,92	1,12	0,00	9,03
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,30	0,00	0,30
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,60	4,75	5,35
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	28,40	1,12	0,00	29,52
5	Escurrir y retirar de la poza	Lim pieza	0,00	0,37	0,00	0,37
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	0,00	0,22	0,00	0,22
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	3,20	1,34	0,00	4,54
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	0,00	0,37	0,00	0,37
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	0,00	0,32	0,00	0,32
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,60	0,68	1,27
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	4,22	0,75	0,00	4,97
12	Llevar las estructuras en mesas de pint	Pintura	0,00	0,37	0,00	0,37
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	54,48	6,01	0,90	61,39
14	Voltear la pieza	Pintura	0,00	2,40	0,00	2,40
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	54,08	7,21	0,90	62,19
16	Llevar las estructuras a zona de aireado	Pintura	0,00	0,60	0,00	0,60
17	Dejar airear las estructuras	Pintura	0,00	0,60	0,00	0,60
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,16	0,00	0,16
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,37	0,00	0,37
20	Encender el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
21	Horneado de estructura	Horno	25,00	0,00	4,39	29,39
22	Apagar el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00	0,00
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	0,00	1,04	0,00	1,04
			177,29	26,02	11,61	214,92

Fuente: Elaboración propia

Anexo nº5. Costeo ABC actual (carpetas)

DATOS - COSTO PAGOS DE PERSONAL

Personal	Pago Mes S/.	Costo Mes S/.	Horas x Mes (26 días x 8 hr)	Tasa Hora	Tasa Minuto
Jefe de Produccion	2.000	2.500	208	9,62	0,160
Pintor 1	1.500	1.875	208	7,21	0,120
Pintor 2	1.500	1.875	208	7,21	0,120
Ayud. Pintor 1	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 2	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 3	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 4	930	1.163	208	4,47	0,075

$$\text{COSTO MES} = \frac{(\text{PAGO MES} \times 15 \text{ SUELDOS AÑO})}{12 \text{ MESES}}$$

Fuente: Elaboración propia

DATOS - COSTO MATERIAL

Recursos	Unid.	Equivalencia	Costo S/.	Costo S/. (unit)
Pintura al horno "texturizada" - Liquida	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	42,50	11,18
Thinner Acrilico	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	13,00	3,42
Trapo	Kg	1 kg = 20 und	6,00	0,40
Gasolina	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	12,00	3,16
Gas Propano	Bal.	1 Bal = 25 Kg	125,00	5,00
Acido de lavado	Gal	1 Gal = 25 Lt	118,00	4,72
Detergente	Kg	1 Und = 250 gr.	4,00	4,00
Agua	M3	1m3 = 1000 lt.	18,0	5,0
Energia Electrica	Kw	1kwh = 60 min	5,8	15,00

Fuente: Elaboración propia

Centro de Actividad	Kws	Agua
Limpieza	0%	95%
Pintura	30%	0%
Horno	65%	0%
Otros	5%	5%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA
DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN
EL AÑO 2018



Calculo del Costo de Material Directo por Actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Cantidad							Costo Total							Costo Total S/.
			Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo		
			Pintura al horno	Thinner Acrilico	Trapo	Gasolina	Gas Propano	Acido de lavado	Detergente	Pintura al horno	Thinner Acrilico	Trapo	Gasolina	Gas Propano	Acido de lavado	Detergente	
			Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	Cto Unit	
			11,18	3,42	0,40	3,16	5,00	4,72	4,00								
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	0	0	5	2,5	0	0	0	0,00	0,00	2,00	7,89	0,00	0,00	0,00	9,89
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	0	0	2	0	0	5	1	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	23,60	4,00	28,40
5	Ecurrir y retirar de la poza	Lim pieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	0	0	5	0	0	0	0	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	0	1,5	3	0	0	0	0	0,00	5,13	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	6,33
12	Llevar las estructuras en mesas de pintad	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	4	8	1	0	0	0	0	44,74	27,37	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	72,51
14	Voltear la pieza	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	4	8	0	0	0	0	0	44,74	27,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,11
16	Llevar las estructuras a zona de aireado	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Dejar airear las estructuras	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Encender el horno	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Horneado de estructura	Horno	0	0	0	0	5	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00
22	Apagar el horno	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			8	17,5	16	2,5	5	5	1	89,47	59,87	6,40	7,89	25,00	23,60	4,00	216,24

Fuente: Elaboración propia

Calculo del costo del personal directo por actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Tiempo Hr	Personal Directo								Horas Efectivas								Costo de Personal S/.								Costo Total
				Persona l Directo	Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo																		
				Jefe de Prod.	Pintor1	Pintor2	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	Jefe de Prod.	Pintor1	Pintor2	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	Jefe de Prod.	Pintor1	Pintor2	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	Jefe de Prod.	Pintor1	Pintor2	
1	Desengrasar la esctructuras	Lim pieza	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	1,27			
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,30			
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,60			
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	1,27				
5	Escurrir y retirar de la poza	Lim pieza	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,45				
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30				
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	20	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	0,00	1,49				
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,37				
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32				
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60				
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,00	0,89				
12	Llevar las estructuras en mesas de pint	Pintura	15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	0,00	1,12				
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	26	0	1	1	0	0	0	0	0	26	26	0	0	0	0,00	3,13	3,13	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25				
14	Voltear la pieza	Pintura	10	0	1	1	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40				
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	30	0	1	1	0	0	0	0	0	30	30	0	0	0	0,00	3,61	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	7,21				
16	Llevar las estructuras a zona de aireado	Pintura	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,75				
17	Dejar airear las estructuras	Pintura	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,45				
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16				
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,45				
20	Encender el horno	Horno	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07				
21	Horneado de estructura	Horno	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
22	Apagar el horno	Horno	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07				
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,52	1,04				
TOTAL			249,0	2	3	3	2	4	6	6	3,00	66,00	66,00	21,00	35,00	40,00	58,00	0,48	7,93	7,93	1,56	2,61	2,98	4,32	27,82			

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA
DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN
EL AÑO 2018



Calculo del costo indirecto por actividad

Calculo del Costo del Elemento de Costo al Centro de Actividad

EC	Costo S/.	Inductor	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	5,00	# m3	0,95	0,00	0,00	0,05	1,0
Energia Electrica	15,00	Kws	0,00	0,30	0,65	0,05	1,0

20,00

EC	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	4,75	0,00	0,00	0,25	5,00
Energia Electrica	0,00	4,50	9,75	0,75	15,00
Total	4,75	4,50	9,75	1,00	20,00

Calculo del Costo del Elemento de Costo del Centro de Actividad a las Actividades

Calculo del costo del centro de actividad 1 (LIMPIEZA) a las actividades

EC-CA 1	Costo	Inductor	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	4,75	# m3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Energia Electrica	0,00	Kws	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1

4,75

EC-CA	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75
Energia Electrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,00	0,00	4,75	0,00	4,75						

Calculo del costo del centro de actividad 2 (PINTURA) a las actividades

EC-CA 2	Costo	Inductor	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Otros 2	Total
Agua	0,00	# m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1
Energia Electrica	4,50	Kws	0,15	0,00	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,45	1

4,50

EC-CA 2	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Otros 2	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,68	0,00	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	2,03	4,50
Total	0,68	0,00	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	2,03	4,50

Fuente: Elaboración propia

Calculo del costo del centro de actividad 3 (HORNO) a las actividades

EC-CA 3	Costo	Inductor	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Actividad 22	Actividad 23	Actividad 24	Otros 3	Total
Agua	0,00	# m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1
Energia Electrica	9,75	Kws	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,55	1

9,75

EC-CA 3	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Actividad 22	Actividad 23	Actividad 24	Otros 3	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,00	0,00	4,39	0,00	0,00	0,00	5,36	9,75
Total	0,00	0,00	4,39	0,00	0,00	0,00	5,36	9,75

Fuente: Elaboración propia

Resumen de costos indirectos por actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Costo Indirecto		Costo Total S/.
			Material Indirecto	Servicio de Terceros	
			Agua	Energía Eléctrica	
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	4,75	0,00	4,75
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
5	Escurrir y retirar de la poza	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	0,00	0,00	0,00
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,68	0,68
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura	0,00	0,00	0,00
12	Llevar las estructuras en mesas de pi	Pintura	0,00	0,00	0,00
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	0,00	0,90	0,90
14	Voltear la pieza	Pintura	0,00	0,00	0,00
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	0,00	0,90	0,90
16	Llevar las estructuras a zona de airea	Pintura	0,00	0,00	0,00
17	Dejar airear las estructuras	Pintura	0,00	0,00	0,00
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,00	0,00
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,00	0,00
20	Encender el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
21	Horneado de estructura	Horno	0,00	4,39	4,39
22	Apagar el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamb	Horno	0,00	0,00	0,00
			4,75	6,86	11,61

Fuente: Elaboración propia

Resumen de costo del proceso por actividad

No	Actividad	CA	CMD	CPD	CI	Total
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	9,89	1,27	0,00	11,16
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,30	0,00	0,30
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,60	4,75	5,35
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	28,40	1,27	0,00	29,67
5	Ecurrir y retirar de la poza	Lim pieza	0,00	0,45	0,00	0,45
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	0,00	0,30	0,00	0,30
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	2,00	1,49	0,00	3,49
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	0,00	0,37	0,00	0,37
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	0,00	0,32	0,00	0,32
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,60	0,68	1,27
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura	6,33	0,89	0,00	7,23
12	Llevar las estructuras en mesas de pint	Pintura	0,00	1,12	0,00	1,12
13	Pintar las estructuras lado 1	Pintura	72,51	6,25	0,90	79,66
14	Voltear la pieza	Pintura	0,00	2,40	0,00	2,40
15	Pintar las estructuras lado 2	Pintura	72,11	7,21	0,90	80,22
16	Llevar las estructuras a zona de aireado	Pintura	0,00	0,75	0,00	0,75
17	Dejar airear las estructuras	Pintura	0,00	0,45	0,00	0,45
18	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,16	0,00	0,16
19	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,45	0,00	0,45
20	Encender el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
21	Horneado de estructura	Horno	25,00	0,00	4,39	29,39
22	Apagar el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
23	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00	0,00
24	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	0,00	1,04	0,00	1,04
			216,24	27,82	11,61	255,67

Fuente: Elaboración propia

Anexo n°6. Costeo ABC propuesto (sillas)

Pago de personal

DATOS - COSTO PAGOS DE PERSONAL

Personal	Pago Mes S/.	Costo Mes S/.	Horas x Mes (26 días x 8 hr)	Tasa Hora	Tasa Minuto
Jefe de Produccion	2.000	2.500	208	9,62	0,160
Pintor 1	1.500	1.875	208	7,21	0,120
Ayud. Pintor 1	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 2	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 3	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 4	930	1.163	208	4,47	0,075

$$\text{COSTO MES} = \frac{\text{AGO MES} \times 15 \text{ SUELDOS AÑO}}{12 \text{ MESES}}$$

Fuente: Elaboración propia

Datos costo de material

DATOS - COSTO MATERIAL X 22 UNIDADES

Recursos	Unid.	Equivalencia	Costo S/.	Costo S/. (unit)
Pintura en Polvo "texturizada"	Caja	1 caja = 25 Kg	290,00	11,60
Thinner Acrilico	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	13,00	3,42
Trapo	Kg	1 kg = 20 und	6,00	0,40
Gasolina	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	12,00	3,16
Gas Propano	Bal.	1 Bal = 25 Kg	125,00	5,00
Acido de lavado	Gal	1 Gal = 25 Lt	118,00	4,72
Detergente	Kg	1 Und = 250 gr.	4,00	4,00
Agua	M3	1m3 = 1000 lt.	18,0	5,0
Energia Electrica	Kw	1kwh = 60 min	5,8	15,00

Fuente: Elaboración propia

Datos – consumo material indirecto

DATOS - COSUMO MATERIAL INDIRECTO

Centro de Actividad	Kws	Agua
Limpieza	0%	95%
Pintura	35%	0%
Horno	45%	0%
Otros	20%	5%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Calculo del costo indirecto por actividad

Calculo del Costo del Elemento de Costo al Centro de Actividad

EC	Costo S/.	Inductor	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	5,00	# m3	0,95	0,00	0,00	0,05	1,0
Energia Electrica	15,00	Kws	0,00	0,35	0,45	0,20	1,0

20,000

EC	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	4,75	0,00	0,00	0,25	5,00
Energia Electrica	0,00	5,25	6,75	3,00	15,00
Total	4,75	5,25	6,75	3,25	20,00

Calculo del Costo del Elemento de Costo del Centro de Actividad a las Actividades

Calculo del costo del centro de actividad 1 (LIMPIEZA) a las actividades

EC-CA 1	Costo	Inductor	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	4,75	# m3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Energia Electrica	0,00	Kws	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	1

4,75

EC-CA	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75
Energia Electrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,00	0,00	4,75	0,00	4,75						

Fuente: Elaboración propia

Calculo de costo por centro de actividad

Calculo del costo del centro de actividad 2 (PINTURA) a las actividades

EC-CA 2	Costo	Inductor	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Otros 2	Total
Agua	0,00	# m3	0	0	0	0	0	0	1,00	1
Energia Electrica	5,25	Kws	0,15	0	0	0,4	0	0	0,45	1
	5,25									

EC-CA 2	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Otros 2	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,79	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	2,36	5,25
Total	0,79	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	2,36	5,25

Calculo del costo del centro de actividad 3 (HORNO) a las actividades

EC-CA 3	Costo	Inductor	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Otros 3	Total
Agua	0,00	# m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Energia Electrica	6,75	Kws	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,55	1,00
	6,75									

EC-CA 3	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Otros 3	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00	0,00	3,71	6,75
Total	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00	0,00	3,71	6,75

Fuente: Elaboración propia

Resumen de costos indirectos por actividad
Resumen de costos indirectos por actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Costo Indirecto		Costo Total S/.
			Material Indirecto	Servicio de Terceros	
			Agua	Energía Eléctrica	
1	Desengrasar la estructuras	Limpieza	0,00	0,00	0,00
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza	0,00	0,00	0,00
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	4,75	0,00	4,75
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza	0,00	0,00	0,00
5	Ecurrir y retirar de la poza	Limpieza	0,00	0,00	0,00
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza	0,00	0,00	0,00
7	Secar la estructura manualmente	Limpieza	0,00	0,00	0,00
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza	0,00	0,00	0,00
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza	0,00	0,00	0,00
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,79	0,79
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura	0,00	0,00	0,00
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	0,00	0,00	0,00
13	Pintar las estructuras	Pintura	0,00	2,10	2,10
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	0,00	0,00	0,00
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,00	0,00
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,00	0,00
17	Encender el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
18	Horneado de estructura	Horno	0,00	3,04	3,04
19	Apagar el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
20	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamb	Horno	0,00	0,00	0,00
			4,75	5,93	10,68

Fuente: Elaboración propia

de costo del proceso por actividad
Resumende costo del proceso por actividad

No	Actividad	CA	CMD	CPD	CI	Total
1	Desengrasar la estructuras	Limpieza	7,92	1,12	0,00	9,03
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza	0,00	0,30	0,00	0,30
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	0,00	0,60	4,75	5,35
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza	28,40	1,12	0,00	29,52
5	Ecurrir y retirar de la poza	Limpieza	0,00	0,37	0,00	0,37
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza	0,00	0,22	0,00	0,22
7	Secar la estructura manualmente	Limpieza	3,20	1,34	0,00	4,54
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza	0,00	0,37	0,00	0,37
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza	0,00	0,32	0,00	0,32
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,60	0,79	1,38
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	4,22	0,75	0,00	4,97
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	0,00	0,45	0,00	0,45
13	Pintar las estructuras	Pintura	93,20	2,40	2,10	97,70
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	0,00	0,36	0,00	0,36
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,32	0,00	0,32
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,37	0,00	0,37
17	Encender el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
18	Horneado de estructura	Horno	25,00	0,00	3,04	28,04
19	Apagar el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
20	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	0,00	1,04	0,00	1,04
			161,94	12,20	10,68	184,81

Fuente: Elaboración propia

Anexo nº7. Costeo ABC propuesto – carpetas

DATOS - COSTO MATERIAL X 22 UNIDADES

Recursos	Unid.	Equivalencia	Costo S/,	Costo S/.
				(unit)
Pintura en Polvo "texturizada"	Caja	1 caja = 25 Kg	290,00	11,60
Thinner Acrilico	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	13,00	3,42
Trapo	Kg	1 kg = 20 und	6,00	0,40
Gasolina	Gal	1 Gal = 3.8 Lt	12,00	3,16
Gas Propano	Bal.	1 Bal = 25 Kg	125,00	5,00
Acido de lavado	Gal	1 Gal = 25 Lt	118,00	4,72
Detergente	Kg	1 Und = 250 gr.	4,00	4,00
Agua	M3	1m3 = 1000 lt.	18,0	5,0
Energia Electrica	Kw	1kwh = 60 min	5,8	15,00

Fuente: Elaboración propia

DATOS - COSTO PAGOS DE PERSONAL

Personal	Pago Mes S/.	Costo Mes S/.	Horas x Mes (26 dias x 8 hr)	Tasa Hora	Tasa Minuto
Jefe de Produccion	2.000	2.500	208	9,62	0,160
Pintor 1	1.500	1.875	208	7,21	0,120
Ayud. Pintor 1	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 2	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 3	930	1.163	208	4,47	0,075
Ayud. Pintor 4	930	1.163	208	4,47	0,075

$$\text{COSTO MES} = \frac{\text{PAGO MES X 15 SUELDOS AÑO}}{12 \text{ MESES}}$$

Fuente: Elaboración propia

Centro de Actividad	Kws	Agua
Limpieza	0%	95%
Pintura	35%	0%
Horno	45%	0%
Otros	20%	5%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA
DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN
EL AÑO 2018



Calculo del Costo de Material Directo por Actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Cantidad							Costo Total							Costo Total S/.
			Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo	Mater. Directo		
			Pintura en Polvo	Thinner Acrilico	Trapo	Gasolina	Gas Propano	Acido de lavado	Detergente	Pintura al horno	Thinner Acrilico	Trapo	Gasolina	Gas Propano	Acido de lavado	Detergente	
			11,60	3,42	0,40	3,16	5,00	4,72	4,00								
1	Desengrasar la estructuras	Limpieza	0	0	5	2,5	0	0	0	0,00	0,00	2,00	7,89	0,00	0,00	0,00	9,89
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza	0	0	2	0	0	5	1	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	23,60	4,00	28,40
5	Escurrir y retirar de la poza	Limpieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Secar la estructura manualmente	Limpieza	0	0	5	0	0	0	0	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	0	1,5	3	0	0	0	0	0,00	5,13	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	6,33
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Pintar las estructuras	Pintura	9	0	1	0	0	0	0	104,40	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	104,80
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Encender el horno	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Horneado de estructura	Horno	0	0	0	0	5	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00
19	Apagar el horno	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			9	1,5	16	2,5	5	5	1	104,40	5,13	6,40	7,89	25,00	23,60	4,00	176,43

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA
DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN
EL AÑO 2018



Calculo del costo del personal directo por actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Tiempo	Personal Directo						Horas Efectivas						Costo de Personal S/.						Costo Total
				Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo	Personal Directo														
				Jefe de Prod.	Pintor 1	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	Jefe de Prod.	Pintor 1	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	Jefe de Prod.	Pintor1	Ayud.1	Ayud.2	Ayud.3	Ayud.4	
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	17	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	1,27
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	4	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,30
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,60
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	1,27
5	Escurrir y retirar de la poza	Lim pieza	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,45
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,22
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	20	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	0,00	1,49
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,37
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60
11	Limpiar con trapo y thiner	Pintura	12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,89
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,75
13	Pintar las estructuras	Pintura	30	0	1	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0,00	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	3,61
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	4	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,45
17	Encender el horno	Horno	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07
18	Horneado de estructura	Horno	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	Apagar el horno	Horno	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
20	Dejar enfriar las estructuras	Horno	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,52	1,04
TOTAL			196,00	2	2	2	4	4	6	4,00	34,00	21,00	34,00	33,00	44,00	0,64	4,09	1,56	2,53	2,46	3,28	14,56

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE PROCESOS PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA
DE UNA EMPRESA DE MUEBLES EN EL DISTRITO DE COMAS EN
EL AÑO 2018



Calculo del costo indirecto por actividad

Calculo del Costo del Elemento de Costo al Centro de Actividad

EC	Costo S/.	Inductor	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	5,00	# m3	0,95	0,00	0,00	0,05	1,0
Energia Electrica	15,00	Kws	0,00	0,35	0,45	0,20	1,0

20,000

EC	Limpieza	Pintura	Horno	Otros	Total
Agua	4,75	0,00	0,00	0,25	5,00
Energia Electrica	0,00	5,25	6,75	3,00	15,00
Total	4,75	5,25	6,75	3,25	20,00

Calculo del Costo del Elemento de Costo del Centro de Actividad a las Actividades

Calculo del costo del centro de actividad 1 (LIMPIEZA) a las actividades

EC-CA 1	Costo	Inductor	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	4,75	# m3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Energia Electrica	0,00	Kws	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	1

4,75

EC-CA	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Otros 1	Total
Agua	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75
Energia Electrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,00	0,00	4,75	0,00	4,75						

Calculo del costo del centro de actividad 2 (PINTURA) a las actividades

EC-CA 2	Costo	Inductor	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Otros 2	Total
Agua	0,00	# m3	0	0	0	0	0	0	1,00	1
Energia Electrica	5,25	Kws	0,15	0	0	0,4	0	0	0,45	1

5,25

EC-CA 2	Actividad 10	Actividad 11	Actividad 12	Actividad 13	Actividad 14	Actividad 15	Otros 2	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,79	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	2,36	5,25
Total	0,79	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	2,36	5,25

Fuente: Elaboración propia

Calculo del costo del centro de actividad 3 (HORNO) a las actividades

EC-CA 3	Costo	Inductor	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Otros 3	Total
Agua	0,00	# m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Energia Electrica	6,75	Kws	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,55	1,00

6,75

EC-CA 3	Actividad 16	Actividad 17	Actividad 18	Actividad 19	Actividad 20	Actividad 21	Otros 3	Total
Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia Electrica	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00	0,00	3,71	6,75
Total	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00	0,00	3,71	6,75

Fuente: Elaboración propia

Resumen de costos indirectos por actividad

No	Actividad	Centro de Actividad	Costo Indirecto		Costo Total S/.
			Material Indirecto	Servicio de Terceros	
			Agua	Energía Eléctrica	
1	Desengrasar la estructuras	Limpieza	0,00	0,00	0,00
2	Trasladar a la poza de lavado	Limpieza	0,00	0,00	0,00
3	Introducir a la poza de lavado	Limpieza	4,75	0,00	4,75
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Limpieza	0,00	0,00	0,00
5	Ecurrir y retirar de la poza	Limpieza	0,00	0,00	0,00
6	Llevar a la mesa de secado	Limpieza	0,00	0,00	0,00
7	Secar la estructura manualmente	Limpieza	0,00	0,00	0,00
8	Llevar a area de estructuras secadas	Limpieza	0,00	0,00	0,00
9	verificar la limpieza de las piezas	Limpieza	0,00	0,00	0,00
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,79	0,79
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura	0,00	0,00	0,00
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	0,00	0,00	0,00
13	Pintar las estructuras	Pintura	0,00	2,10	2,10
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	0,00	0,00	0,00
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,00	0,00
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,00	0,00
17	Encender el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
18	Horneado de estructura	Horno	0,00	3,04	3,04
19	Apagar el horno	Horno	0,00	0,00	0,00
20	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00
21	Retirar y Trasladar al area de Ensemb	Horno	0,00	0,00	0,00
			4,75	5,93	10,68

Fuente: Elaboración propia

Resumen de costo del proceso por actividad						
No	Actividad	CA	CMD	CPD	CI	Total
1	Desengrasar la estructuras	Lim pieza	9,89	1,27	0,00	11,16
2	Trasladar a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,30	0,00	0,30
3	Introducir a la poza de lavado	Lim pieza	0,00	0,60	4,75	5,35
4	Frotar la estructura dentro de la tina	Lim pieza	28,40	1,27	0,00	29,67
5	Escurrir y retirar de la poza	Lim pieza	0,00	0,45	0,00	0,45
6	Llevar a la mesa de secado	Lim pieza	0,00	0,22	0,00	0,22
7	Secar la estructura manualmente	Lim pieza	2,00	1,49	0,00	3,49
8	Llevar a area de estructuras secadas	Lim pieza	0,00	0,37	0,00	0,37
9	verificar la limpieza de las piezas	Lim pieza	0,00	0,32	0,00	0,32
10	Sopletear con aire las estructuras	Pintura	0,00	0,60	0,79	1,38
11	Limpiar con trapo y thinner	Pintura	6,33	0,89	0,00	7,23
12	Colocar en cabina de pintado	Pintura	0,00	0,75	0,00	0,75
13	Pintar las estructuras	Pintura	104,80	3,61	2,10	110,51
14	Retirar de cabina de pintado	Pintura	0,00	0,48	0,00	0,48
15	Verificar las estructura pintadas	Pintura	0,00	0,32	0,00	0,32
16	Llevar a la cabina de horneado	Horno	0,00	0,45	0,00	0,45
17	Encender el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
18	Horneado de estructura	Horno	25,00	0,00	3,04	28,04
19	Apagar el horno	Horno	0,00	0,07	0,00	0,07
20	Dejar enfriar las estructuras	Horno	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Retirar y Trasladar al area de Ensamble	Horno	0,00	1,04	0,00	1,04
			176,43	14,56	10,68	201,67

Fuente: Elaboración propia

Anexo n° 8. Riesgo país: desde 14/03/2018 hasta 14/04/2018

FECHA	VALOR	VARIACION
10/04/2018	121	-0,82%
09/04/2018	122	1,67%
06/04/2018	120	3,45%
05/04/2018	116	-3,33%
04/04/2018	120	-2,44%
03/04/2018	123	-4,65%
02/04/2018	129	-2,27%
29/03/2018	132	1,54%
28/03/2018	130	0,78%
27/03/2018	129	0,00%
26/03/2018	129	-1,53%
23/03/2018	131	2,34%
22/03/2018	128	3,23%
21/03/2018	124	-2,36%
20/03/2018	127	-0,78%
19/03/2018	128	3,23%
16/03/2018	124	-1,59%
15/03/2018	126	1,61%
14/03/2018	124	1,64%

Anexo N°. 9. Proyección de inflación para el año 2018

De acuerdo con la encuesta que aplica el BCR a los analistas económicos, la inflación sería del 2.8% en el 2018 y del 2.7% en el 2019. Para el sistema financiero, se ubicaría en 2.8% en el 2018 y también en el 2019, siempre por debajo del rango meta, que va del 1% al 3%

Encuesta de Expectativas Macroeconómicas: Inflación

(%)

	Encuesta realizada al:		
	31 Jul.2017	31 Ago.2017	30 Set.2017
Analistas Económicos 1/			
2017	2,8	2,8	3,0
2018	2,8	2,8	2,8
2019	2,5	2,7	2,7
Sistema Financiero 2/			
2017	2,8	2,8	2,8
2018	2,8	2,6	2,8
2019	2,6	2,8	2,8
Empresas No financieras 3/			
2017	3,0	3,0	3,0
2018	3,0	3,0	3,0
2019	3,0	3,0	3,0

1/ 30 analistas en julio, 31 en agosto y 29 en setiembre de 2017.

2/ 24 empresas financieras en julio, 24 en agosto y 26 en setiembre de 2017.

3/ 353 empresas no financieras en julio, 358 en agosto y 379 en setiembre de 2017.

FUENTE: *Semana Económica .com.*

Anexo nº10. Cuota de amortizaciones y cronograma de pago

Financiamiento	S/.53.700,00
N (años)	3
TCEA	15,48%
Cuota	S/. 23.706,80

CRONOGRAMA DE PAGOS

AÑO	CUOTA	AMORTIZACIÓN	INTERES	SALDO
0			S/.	53.700,00
1	S/. 23.706,80	S/. 15.394,04	S/. 8.312,76	38.305,96
2	S/. 23.706,80	S/. 17.777,04	S/. 5.929,76	20.528,92
3	S/. 23.706,80	S/. 20.528,92	S/. 3.177,88	-

**Fuente: Empresa de muebles
Elaboración propia**

Anexo nº11. Ventajas de la pintura electrostática

Listas para usarse:
La gran ventaja de este tipo de pintura es que no necesita mezclarse con catalizadores como las de aceite, mucho menos con solventes que son tan dañinos para la salud y el ambiente.
No son inflamables:
Al no contener un solvente o un catalizador, el riesgo de incendio es prácticamente nulo, por lo que los riesgos a los pintores y al equipo de remodelación son menores, lo mismo que la póliza del seguro al realizar cualquier proyecto que requiera de ello.
No hay desperdicios:
Cuando recurrimos a las pinturas convencionales, necesitamos mezclarlas con solventes, esto significa una pérdida del 70% en el rendimiento de la pigmentación, estos solventes se volatilizan durante el horneado o la aplicación, además de representar una pérdida, es también un problema para el medio ambiente, de hecho hay países que prohíben el uso de estas pinturas por los daños que generan al momento de aplicarse.
Al no tener estos solventes, las pinturas en polvo no generan ese desperdicio y por lo tanto son muy amables con el medio ambiente y con las personas que la están aplicando.
No hay desperdicios que vayan directo a las tuberías:
Cuando se usa una compresa de aire para pintar, a menudo los asientos de la pintura restante son vertidos y terminan en las coladeras, representando una fuente de contaminación, con las pinturas en polvo esto no sucede.
Menos riesgos a la salud de los operadores:
Como ya lo habíamos mencionado anteriormente, la pintura en polvo al no tener solventes, no es agresiva con la salud de quienes la aplican, no afectan el sistema respiratorio por los mismos solventes y al entrar con contacto con la piel no se requiere de una limpieza difícil con detergentes que la dañen, sólo basta bañarse con agua caliente y el jabón de uso frecuente para retirar las manchas.
Llegaron los polvos libres de isocianurato:
Las pinturas que usamos son libres de plomo y de cromo II por lo que no debes preocuparte por los daños irreversibles que estos componentes causan, las pinturas están libres de ellos y son totalmente seguras.
Menos tiempo:
Los tiempos para pintar cualquier superficie se acortan gracias al uso de la tecnología de las pinturas en polvo, pues al no tener solventes no se requiere de un tiempo de espera para que éstas sequen. Las piezas que se han pintado con pintura en polvo pueden entrar directamente al horno, o si es una pared se puede aplicar la segunda mano directamente, esto reduce el tiempo a la mitad de la operación.
Mayor adherencia:
Las pinturas en polvo representan un recubrimiento de mayor calidad y durabilidad, se adhieren a la perfección a cualquier superficie, tienen una excelente resistencia a la corrosión, al contrario que las pinturas que requieren de solventes.
Menor desperdicio:
Cuando pintamos con pintura en polvo, el desperdicio es de menos del 5%, y éste mismo puede recuperarse y mezclarse con polvo virgen, por lo que podemos decir que nada se pierde al momento de aplicar la pintura sobre una superficie.
Espesor controlado:

<p>El espesor que se consigue con este tipo de pintura es controlado y uniforme, con una sola aplicación puedes conseguir el espesor que buscas en una superficie, esto no sucede con las pinturas a base de solventes.</p>
<p>Efectos y un mayor rango de cubrimiento:</p> <p>Tales pinturas ofrecen una amplia gama de efectos al momento de secarse u hornearse, también tienen un amplio catálogo de colores y de acabados, en mate, brillante, satinado, metálico, suave, texturizado, en fin, todo lo que necesites para dar el acabado que tanto quieres a tus superficies.</p>
<p>Mayor facilidad de limpieza:</p> <p>Cuando pintamos con pintura en polvo, las aplicaciones son mucho más limpias, la cabina requiere de una limpieza mínima y no se necesitan de mangueras o solventes para retirar el exceso de pintura o las manchas generadas en el proceso, los residuos de polvo pueden retirarse con una aspiradora.</p>

Fuente: Empresa Comatpe
Elaboración: propia