

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DE LAS AMÉRICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería
Industrial**

**Propuesta de estandarización de las cargas de trabajo
necesarias para la elaboración de pizarras acrílicas en la
empresa Pizarras Tauro S.A.**

AUTOR

MARÍA FERNANDA FALLAS FALLAS

TUTOR

Ing. ALEJANDRO LEIVA GONZÁLEZ

LECTOR

Ing. ANDREY RODRIGUEZ MENDEZ

SAN JOSÉ, AGOSTO, 2021



Defensa del Trabajo Final de Graduación
Resultado de revisión a modificaciones
Solicitadas en el trabajo final de graduación

Ing. Alejandro Leiva González en mi calidad de Tutor (a) de la postulante Fallas Fallas Maria Fernanda, cédula 1-1738-0491, quien hizo defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: Propuesta de estandarización de las cargas de trabajo necesarias para la elaboración de pizarras acrílicas en la empresa pizarras Taura S.A, para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial, hago constar que he revisado que la postulante Fallas Fallas Maria Fernanda incluyó en el documento, las correcciones solicitadas por el Tribunal en la defensa realizada el día 14 de Agosto del 2021, por lo tanto la postulante Fallas Fallas Maria Fernanda ha cumplido su requisito de graduación.

Firmado en la Sede de la Universidad el día 27 de Agosto del 2021.

Firma Tutor Ing. Alejandro Leiva González.

Firmante digital: Ing. Alejandro Leiva González.
DNI: Emlgonzalez27@gmail.com
No. Cte: Ing. Alejandro Leiva González.
Fecha: 2021.08.27

Contenido

Dedicatoria	1
Agradecimientos.....	2
Resumen ejecutivo	3
Contenido	10
Tablas	13
Generalidades de la empresa	18
Colaboradores.....	19
Misión.....	20
Visión	20
Logo	20
Ubicación	20
Materiales y servicios.....	21
Productos.....	22
Historia.....	22
Planteamiento del problema	23
Objetivos	24
Objetivo general:.....	24
Objetivo Específicos:	24
Justificación.....	25
Antecedentes	26
Proyecciones.....	29
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	30
Pizarras acrílicas.....	30

Estudio de movimientos	31
Estudio de métodos	32
Estándar del tiempo	33
Medición del desempeño de los procesos	33
Medición del trabajo.....	35
Diagrama de flujo.....	40
Diagrama de flujo funcional:.....	42
Análisis FODA	42
SIPOC.....	44
Diagrama de Ishikawa.....	46
Diagrama de Pareto	47
Retorno de la inversión	51
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	52
Enfoque	52
Enfoque cuantitativo	52
Enfoque cualitativo	52
Enfoque mixto.....	53
Alcance.....	53
Muestra.....	55
Variables.....	57
Instrumentos	59
Recolección de datos	60
Método de análisis.....	61
Cronograma.....	61

WBS	61
Diagrama de Gantt	63
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	64
Pizarras Tauro S.A.	66
Situación actual de la empresa	69
Metodología Just in Time.....	71
Manejo de desechos	73
Evaluación de la problemática	73
Análisis de las causas del problema	77
Proceso de fabricación Pizarras Tauro S.A.	80
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
Conclusiones	118
CAPÍTULO VI PROPUESTA	121
Análisis económico	130
REFERENCIAS	136
APÉNDICES	139

Tablas

Tabla 1 Catálogo de productos Tauro S.A	22
Tabla 2 Variables del proyecto.....	57
Tabla 3 Lista de instrumentos del proyecto	59
Tabla 4 Diagrama de Gantt Pizarras Tauro S.A.....	63
Tabla 5 Ventas 2020.....	67
Tabla 6 FODA Pizarras Tauro	70
Tabla 7 Diagrama de procesos JIT	72
Tabla 8 Evaluación de la problemática	74
Tabla 9 diagrama de Klee.....	75
Tabla 10 Pareto Pizarras Tauro S.A.....	75
Tabla 11 clasificación de los problemas	76
Tabla 12 Diagrama de flujo.....	82
Tabla 13 Diagrama de flujo.....	83
Tabla 14 Diagrama de flujo.....	84
Tabla 15 Diagrama de flujo.....	86
Tabla 16 Movimientos improductivos	94
Tabla 17 Movimientos productivos.....	95
Tabla 18 movimientos productivos	96
Tabla 19 Movimientos básicos.....	97
Tabla 20 Movimientos básicos.....	98
Tabla 21 Tabla de Check list.....	107
Tabla 22 Tabla de tolerancia Pizarras Tauro S.A.....	108
Tabla 23 Cálculo del tiempo normal	108

Tabla 24 Cálculo del tiempo estándar	108
Tabla 25 Cálculo de la razón de producción.	109
Tabla 26 Duración de fabricación sin instalación	110
Tabla 27 Cantidad y tiempos de fabricación	110
Tabla 28 Promedio	111
Tabla 29 Tareas diarias.	112
Tabla 30 Distribución de horas	113
Tabla 31 Sumatoria de tiempo	113
Tabla 32 Pizarras semanales	114
Tabla 33 Costos mensuales	114
Tabla 34 Implementación de 2 instaladores	115
Tabla 35 Identificación de riesgos	116
Tabla 36 Datos de producción (BOM)	123
Tabla 37 Cronograma del encargado de Excel.....	127
Tabla 38 Manual de puesto de trabajo	128
Tabla 39 Manual puesto de trabajo encargado de taller	129
Tabla 40 Manual del puesto instalador/ ayudante	130
Tabla 41 Gastos de implementación.	131
Tabla 42 Proyección Salarial a 5 años	132
Tabla 43 ROI.....	136
Tabla 43 ROI.....	133

Figuras

Figura 1 Organigrama Pizarras Tauro	19
Figura 2 Logo Pizarras Tauro.....	20
Figura 3 Ubicación Actual Pizarras Tauro	21
Figura 4 Idea de primera pizarra Acrílica	31
Figura 5 Fórmulas de desempeño de los procesos	35
Figura 6 Fórmula tiempo estándar	35
Figura 7 Fórmula tiempo normal	36
Figura 8 Tabla de suplementos personales.....	37
Figura 9 Tipos de cargas de trabajo	39
Figura 10 Simbología Diagrama de Flujo	41
Figura 11 FODA.....	43
Figura 12 Ejemplo SIPOC.....	45
Figura 13 Diagrama de Ishikawa	46
Figura 14 Ejemplo diagrama de Pareto	48
Figura 15 simbología del diagrama bimanual	50
Figura 16 Cálculo de ROI	51
Figura 17 Fórmula de muestra	56
Figura 18 WBS empresa Pizarras Tauro	62
Figura 19 Pizarra de 122x245	64
Figura 20 Tipos de maderas utilizadas.....	66
Figura 21 Ventas de pizarras del año 2020	68
Figura 22 SIPOC Pizarras Tauro S.A.....	69
Figura 23 Pareto Pizarras Tauro.....	76

Figura 24 Diagrama de Ishikawa	77
Figura 25 Diagrama de Ishikawa	78
Figura 26 Distribución de planta	79
Figura 27 Moldes de tamaños	81
Figura 28 Diagrama de flujo.	88
Figura 29 Diagrama Bimanual	89
Figura 30 Diagrama Bimanual	90
Figura 31 Diagrama Bimanual	91
Figura 32 Diagrama Bimanual	92
Figura 33 Diagrama Bimanual	93
Figura 34 Diagrama analítico	102
Figura 35 Diagrama analítico	103
Figura 36 Diagrama analítico	104
Figura 37 Proceso de instalación.....	111
Figura 38 Materia prima.....	122
Figura 39 Hoja de Excel	124
Figura 40 Hoja de Excel.....	125
Figura 41 Etiqueta de identificación de las cajas	126

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se aplican todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, con el fin de desarrollar y proponer herramientas posibles, para que el desempeño de los colaboradores sea más eficaz y así favorecer a la organización. El estudio se realizó en una empresa pyme llamada pizarras Tauro S.A., dedicada a la producción de pizarras, la cual ofrece a sus clientes variedad de tamaños y tipos de materiales para la producción de estas, así como la combinación de materiales para la producción de pizarras que se ajusten a las necesidades de los clientes.

La empresa se encuentra en el mercado como una compañía a nivel nacional; sin embargo, ha realizado exportaciones de sus productos en algunas ocasiones a países de la región, pues cuenta con venta de suministros para oficina y afines como parte de los productos que distribuye y no manufactura en el país. Debido a ello, el tema de la estandarización de los procesos productivos en esta empresa es muy importante y tiene una repercusión relevante, pues son economías bastante limitadas y con mucha actividad dinámica en sus procesos.

La investigación se centra en el análisis de las cargas de trabajo para la fabricación de pizarras, con la finalidad de mejorar la capacidad productiva respecto a la demanda. En este caso, el estudio se enfoca en el producto de mayor demanda: la pizarra acrílica de 122x245cm. Esta ha venido teniendo una clara tendencia al aumento en la capacidad de fabricación y los colaboradores dan una respuesta que no ha sido adecuada.

El primer capítulo presenta las generalidades de la empresa la información básica y los productos brindado; además, se elabora el diagnóstico que describe la problemática de esta, mediante el estudio de demanda en relación con la producción generada y el crecimiento, para así lograr una mejora en los procesos productivos y lograr satisfacer a los clientes.

Otros factores importantes que se abarcan son las cargas necesarias que se emplean actualmente y la factibilidad de mejora, por medio un estudio de tiempos, con la finalidad de optimizar el proceso de fabricación y poder ubicar, con claridad, a qué se debe el problema de retrasos en las órdenes, lo cual también involucra las interrogantes del problema y la justificación. Además, se exponen los antecedentes y las bases históricas.

En el segundo capítulo, correspondiente al marco teórico, se definen los términos y los fundamentos que se consideran relevantes para el desarrollo de esta investigación, tomando en

cuenta estudios ya realizados en esas áreas, los cuales sirvan de guía para el presente estudio. En el tercer capítulo se describe la metodología empleada y se identifica la población y la muestra; asimismo, se delimitan los objetivos y las variables a considerar para el cumplimiento de estos y se exponen el estudio de variables, muestras, instrumentos, entre otros, los cuales son la base de los métodos, técnicas y procedimientos aplicados en los capítulos de diagnóstico.

En el capítulo cuatro se desarrollan los objetivos de la investigación, con el fin de identificar alternativas que mejoren los procesos, pues la empresa cuenta con todos los recursos para tener un mejor desempeño. Se documenta la información necesaria para estandarizar el proceso de fabricación de pizarras acrílicas y así tomar los datos requeridos para disminuir la problemática principal.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones de la investigación con respecto al proceso que se lleva a cabo en la empresa y qué acciones se sugiere implementar para promover mejoras en sus procedimientos. Además, se enuncian las recomendaciones que se le brindan a la empresa, con el fin de generar una buena organización. Finalmente, el capítulo seis se plantea la propuesta de mejora que parte de la investigación de la problemática, el desarrollo de los objetivos y de las conclusiones. Así pues, se pretende brindar a la empresa la información necesaria para la toma de decisiones, con las recomendaciones y estándares que puedan seguir para llevar a cabo la implementación de lo propuesto.

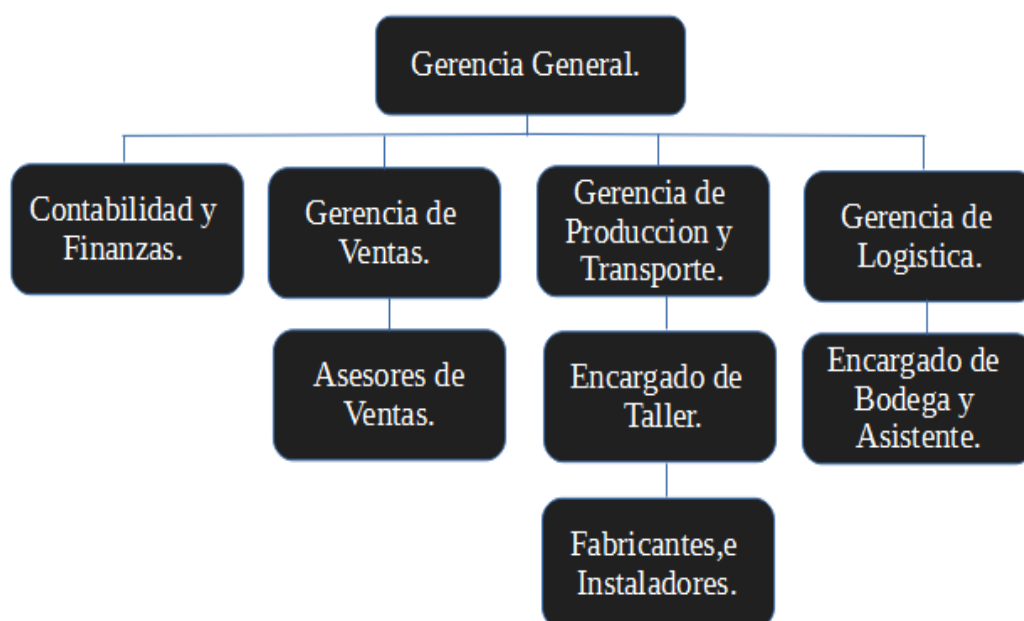
El trabajo se enfoca en la estandarización de los procesos para la elaboración de pizarras acrílicas y así brindar el producto de la mejor forma posible, pues se busca revisar el área de producción y las cargas de trabajo, y realizar la toma de datos que requieren documentación, para así determinar cuáles son las cargas requeridas para establecer el proceso estándar de fabricación de pizarras y su distribución en las cargas de trabajo.

Generalidades de la empresa

Pizarras Tauro S.A es una empresa PYME del área industrial, que ofrece servicios a nivel nacional, con la mayor parte de su actividad económica concentrada en el área metropolitana. Se dedica a la fabricación de pizarras acrílicas, pizarras de corcho, pizarras para tiza, pizarras de vidrio y mobiliario educativo. Por los años de experiencia que tiene en el mercado posee la flexibilidad de poder manufacturar productos personalizados, lo que le ha generado mantener una aceptable cantidad de clientela en el mercado nacional.

A pesar de que la oferta principal de Tauro es en el Área Metropolitana, se proyecta el crecimiento a nivel nacional en un mediano - corto plazo, como lo manifiestan en su visión empresarial. La compañía cuenta con una baja rotación de personal (aunque este dato no es medido), por lo cual los trabajos se realizan con bastante calidad y repetitividad. Sin embargo, el mayor porcentaje de trabajadores no está técnicamente calificado, por lo que la innovación de nuevas metodologías de manufactura se hace de forma pausada. En la figura 1 se presenta el organigrama estructural de Pizarras Tauro S.A.

Figura 1 Organigrama Pizarras Tauro



Nota: Tomado de Pizarras Tauro S.A.

Colaboradores

Para el conjunto de operaciones que realiza, Pizarras Tauro cuenta actualmente con un total de 21 trabajadores, subdivididos en las cuatro áreas de trabajo, departamento contable, producción y transporte, ventas y logística. En el área de producción, el cual es materia de este estudio, trabajan actualmente seis personas, repartidas en las diferentes áreas productivas. En el departamento de producción se ha realizado una nueva subdivisión de labores, para un mejor ordenamiento y aprovechamiento del recurso humano, por lo que se ha distribuido de la siguiente forma: 3 en producción de pizarras, 1 encargado de taller, 2 en gerencia general.

Misión

“Ser líderes en la fabricación y comercialización de mobiliario y equipo educativo, buscando superar las expectativas de nuestros clientes con productos de calidad y excelente servicio, impulsando de forma eficiente el desarrollo y crecimiento personal” (Pizarras Tauro, 2021).

Visión

“En el 2021 mantener el liderazgo, tener representación comercial en todo el territorio nacional, donde nuestros productos y colaboradores hagan la diferencia” (Pizarras Tauro, 2021).

Logo

En este caso, el logo se define como un símbolo formado por imágenes o letras que sirve para identificar una empresa. Pizarras Tauro S.A. utiliza los colores azul y celeste y el animal llamado toro de lidia, como se detalla en la figura 2

Figura 2 Logo Pizarras Tauro



Nota: Tomado de Google mapas.

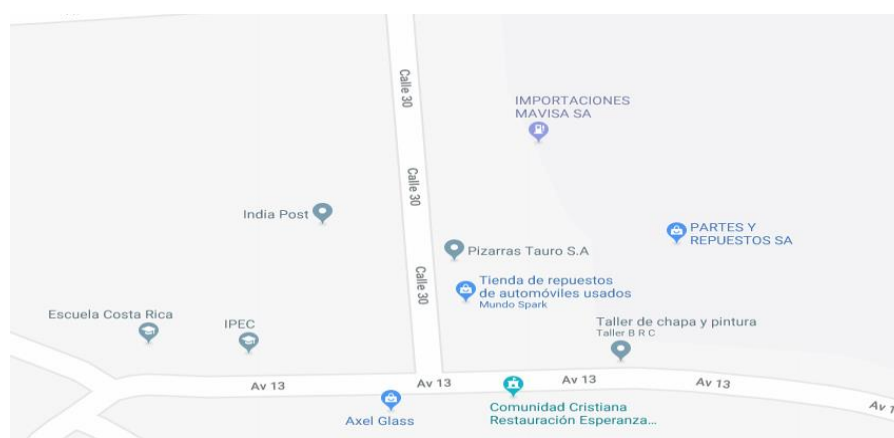
Ubicación

El área de producción de la empresa Pizarras Tauro está ubicada en Barrio México, cantón Central de San José, específicamente, en la calle 30 entre Av. 13 y 15. Cuando la empresa decidió trasladar el área de producción a este establecimiento hace 10 años, la carga automotora del país y más del casco central de San José, no estaba aún saturada como actualmente sucede, por lo cual se escoge la zona por ubicarse en la parte media del GAM, con accesos rápidos a las diferentes zonas de mayor movimiento comercial, como lo son Heredia, Tibás, Escazú, San Pedro, Pavas, Guadalupe,

entre otras. No obstante, en la actualidad, el sistema de transporte se ha tornado bastante difícil, pero aún se cree que la ubicación es la apropiada para poder cumplir con el sistema logístico de la compañía.

Por otro lado, la ubicación de los principales proveedores de la empresa está en la zona de La Uruca y Heredia, por lo que las instalaciones son bastante accesibles para el transporte de materia prima. Otro factor importante es el acceso de sistema eléctrico de alta tensión (trifásico), que en el momento de la adquisición del establecimiento, este lo poseía. De acuerdo con las cotizaciones brindadas por la compañía Nacional de Fuerza y Luz y el Instituto Costarricense de Electricidad, el costo de instalar este servicio ronda los 10 millones de colones, por lo que se considera también ventajoso tener ya el suministro en las instalaciones. En la figura 3 se detalla la ubicación actual de la empresa.

Figura 3 Ubicación Actual Pizarras Tauro



Nota: Tomado de Google Maps.

Materiales y servicios

Pizarras Tauro brinda el servicio de manufactura, distribución y venta de pizarras en diferentes presentaciones, dentro de las características de producción que posee está la fabricación de artículos convencionales o de *stock* y los bajo pedido o especiales. Además, ofrece el servicio de corte, grabado y transformado de materiales poliméricos como el acrílico (polimetil acrilato), confección de muebles en madera, mesas de escuela, mesas de dibujo, sillas y similares, trabajos en metal, caballetes para pizarras, urnas y exhibidores. Los principales materiales empleados como materia

prima se describen continuación: El principal material empleado como materia prima es la madera madera aglomerada de densidad media (MDF).

Productos

La empresa Pizarras Tauro cuenta con una amplia gama de productos, diseños y materiales distintos de pizarras, algunos de estos se mencionan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1 Catálogo de productos Tauro S.A

Catálogo de productos		
Pizarra mixta 40x60	Pizarras dobles cara	Vineles adhesivos
Pizarra acrílica 60x80	Pizarras para refrigerador	Lonas
Pizarra de vidrio	Pizarras de dibujo	Microperforados
Pizarra corcho 30x40	Pizarras personalizadas	Sandblasting
Pizarra panorámica	Paneles de corcho	Mamparas protectoras
Pizarra negra (para tiza)	Pizarra nube	Etiquetas personalizadas
Pizarra verde (para tiza)	Canvas	Planificadores magnéticos

Nota: Tomado de Pizarras Tauro S.A.

Historia

La empresa inició sus operaciones en el distrito de San Francisco de Goicoechea, a principios del año 1995. Se fundó en un entorno familiar, por lo cual ha tenido oportunidades tecnológicas, estructurales y operativas. La compañía logró afianzarse en el mercado nacional, principalmente el Gran Área Metropolitana (GAM), con un crecimiento bastante acelerado. Llega concretar alianzas con empresas tanto de distribución como ventas al detalle de renombre en el país, con una relación comercial excelente en la actualidad.

Por un periodo de 12 años, la compañía operó de forma permanente en las instalaciones donde inició: la casa de habitación de sus fundadores. Finalmente, hace aproximadamente ocho años, se destinaron por completo estas instalaciones para realizar las operaciones comerciales de la compañía. La empresa se segmenta en departamentos, para poder tener una mejor administración de los recursos, así es como se establece el departamento de ventas y el departamento de producción, ambos bajo la supervisión de la gerencia general.

Desde 1995, se ofrece lo mejor en artículos para la comunicación visual. Pizarras Tauro S.A es experiencia, calidad y garantía. Se adapta a los espacios y necesidades de los clientes, y como ventaja, si no se encuentra algo en las páginas del catálogo, que sea del agrado del cliente, se puede contactar y se realiza el proyecto a la medida.

En el año 2010, la empresa decidió separar el departamento de producción y se estableció como centro de operaciones un inmueble ubicado en el cantón central de San José, específicamente en Barrio México, el cual brinda mejores condiciones para realizar las operaciones de fabricación de los productos, pues se había incrementado el nivel productivo y de demanda para la compañía. Actualmente mantiene las operaciones en esas instalaciones, y en el año 2017 se creó un nuevo departamento, de transporte de mercadería, el cual busca ofrecer un mejor servicio y relación con los clientes.

Planteamiento del problema

Hoy en día, las empresas se desarrollan en un ambiente de constante mejora, por lo que surge la importancia de analizar los diferentes factores que se manifiestan alrededor de estas. Es interesante conocer estos cambios, debido a que las empresas deben ser conscientes de que sus competidores están en una búsqueda de estrategias para generar ventaja competitiva en el mercado.

Una de las empresas en constante evolución y cambio es Pizarras Tauro S.A, pues reconoce que están pasando por un momento en el que se dan fallas en el sistema de producción. Se toman en cuenta las opiniones del personal y se logra llegar a un acuerdo de que el área con mayor problema actualmente es la falta de estandarización de las actividades que se realizan en el área de fabricación de las pizarras acrílicas de 122x245 y el sobrecargo en los puestos de trabajo, pues esto conlleva retrasos en los pedidos y el disgusto en los clientes. La empresa afirma, con base en datos históricos, que el producto con mayor demanda son las pizarras acrílicas de 122x245cm y los pasos para elaborarlas pueden generar problemas, al haber sobrecargos en los puestos de trabajo, nuevos ingresos o al presentarse alta demanda por parte de clientes.

Asimismo, la falta de orden y mecanismos de puestos de las estaciones de trabajo puede generar obstáculos en la búsqueda de mantener o incrementar la productividad del personal. Una de las mayores preocupaciones de la empresa es que los pedidos no se entreguen en la fecha estipulada, pues las cargas de trabajo no están estandarizadas y el proceso actual de elaboración se centra en el producto con mayor demanda.

Por esto, el problema planteado aborda la falta de estandarización de cargas de trabajo y en la productividad de los empleados de Pizarras Tauro S.A (de procesos y mejora continua). Así pues, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, con el propósito de proponer planes que solventen las necesidades del negocio, los cuales deben adaptarse a los procesos de la empresa y al cumplimiento de las metas, de acuerdo con los objetivos estratégicos de esta. Por lo tanto, la problemática actual se determina de la siguiente manera:

¿Como proponer la estandarización en las cargas de trabajo necesarias para la elaboración de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A., con el fin de contar con la mano de obra y los tiempos para la fabricación de pizarras?

Objetivos

Se presentan los siguientes objetivos con el fin de llevar un orden del proyecto. Se procedió a transformar el problema central, sus causas y efectos en metas logrables. Se presenta así un objetivo general y cinco específicos, los cuales funcionan como guía de planificación e implementación del proyecto en la empresa Pizarras Tauro S.A.

Objetivo general:

- Proponer la estandarización en las cargas de trabajo necesarias para la elaboración de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A.

Objetivo Específicos:

1. Describir los problemas del proceso de producción de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A.
2. Medir las consecuencias que generan los retrasos en los pedidos en el área de fabricación de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A.
3. Analizar las causas que generan los retrasos en el proceso de pizarras acrílicas de la empresa Pizarras Tauro S.A.
4. Diseñar una herramienta que permita calcular de forma más precisa la información referente a la cantidad de pedidos y costo de mano de obra que se necesita para completar cada etapa del proceso de fabricación de pizarras acrílicas.

5. Proponer mecanismos de control que realizarán los colaboradores para asegurar el cumplimiento adecuado de producción de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A.

Justificación

Actualmente, las organizaciones, ya sean públicas o privadas, se han abocado a los avances tecnológicos, los cuales se convierten en una herramienta importante para su desarrollo y para brindar un mejor desenvolvimiento del personal y rapidez en los procesos, lo que genera un mejor servicio. En presente trabajo, desarrollado en Pizarras Tauro S.A, se planea desarrollar una herramienta que permitirá a la empresa pyme tener control del recurso humano que realiza la fabricación su pizarra más vendida, para así garantizar la acertada contratación de personal y disminuir el riesgo de tiempos ociosos y pérdidas económicas.

Se pretende la estandarización de procesos en el área de fabricación de pizarras, y como empresa en constante cambio, se establece una herramienta que hoy en día genera una ventaja competitiva para muchas organizaciones, ya sean productoras de bienes o de servicios. El objetivo de crear e implementar una estrategia de estandarización es fortalecer la habilidad de la organización para agregar valor, y en una empresa pymes, esto no es la excepción. El enfoque básico es empezar con el proceso tal y como se realiza actualmente, crear una manera de compartirlo, documentarlo y utilizar lo aprendido.

La estandarización de las operaciones posibilitará que la empresa se ordene y asegure el mismo nivel y calidad en el servicio que proporciona y en el producto que ofrece. La manera de implementar la estandarización es a través de la documentación de los procesos y procedimientos en manuales y toma de tiempos en el área.

Finalmente, se buscaba la estandarización de los procedimientos de fabricación en las cargas de trabajo, considerando que la proyección sería para el segundo semestre del año, Sin embargo, debido a la situación pandémica que se ha presentado a nivel mundial, los proyectos fueron pospuestos indefinidamente; no obstante, la empresa pretende que la estandarización mejore el proceso de fabricación y regule las cargas de trabajo.

Antecedentes

En la tesis de Grillo (2015) titulada *Ingeniería en métodos y tiempos aplicados en producción a la empresa Nacional de Transformadores S. A.*, se indica que se realizó un diagnóstico en el área de procesos en la optimización de estos; mediante su análisis, se logró establecer los lineamientos a seguir en cuanto a las mejoras, movimientos de personal, implementación de estrategias requeridas para el logro de los objetivos y la optimización del proceso. Con el fin de indicar que el balance de línea permite conocer cuántos colaboradores son requeridos, sin necesidad de incurrir en la estimación y, por ende, en gastos adicionales por contratar personal que en realidad no se necesita para cumplir con las actividades realizadas por la empresa. También indica que el uso de esta herramienta apoya a los directivos en la toma de decisiones con respecto a la asignación de tareas del personal

Para optar por título de licenciatura de ingeniería industrial en la Universidad Cesar Vallejo Ríos (2016), se encuentra la tesis titulada *Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas en la Empresa Grupo Industrial JIREH-Huánuco, Periodo 2015*. En esta, mediante la técnica de observación, se pudo constatar que los operarios realizan sus actividades de manera empírica y detectar que la distribución de la planta no favorece en el desenvolvimiento de estos. Por otro lado, el diseño de la investigación es experimental, y la obtención de datos tomó ocho meses. Se utilizó el *software* SPSS, programa estadístico, que posee la capacidad de manejar y controlar datos numéricos con diversas funciones que esta posee.

El mismo autor Torres (2016) establece que la población seleccionada es por conveniencia, ya que la empresa no cuenta con una base de datos relacionado con la eficiencia y eficacia del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas; por ende, cabe señalar que se sugiere desarrollar e implementar un modelo de cubo de datos en las diferentes áreas, el cual permita una consolidación de fuentes de información y análisis para la toma de decisiones.

Por su parte, Torres (2016) realizó un estudio titulado *Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L.* Indica que para aumentar el nivel de productividad utilizó, para la recolección y análisis de datos, técnicas como entrevista al jefe de taller, análisis de contenido propio de la actividad de la empresa, guía de observación antes, durante y después de la implementación de las

5Ss, encuestas a los trabajadores involucrados en los mantenimientos preventivos y análisis estadísticos de toda la información recopilada. Logró concluir que mediante la mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos, se redujo el tiempo de los servicios de mantenimiento preventivo, y en la productividad, respecto a la mano de obra, se aumentó en un 35.29% mensual en el mantenimiento preventivo de 100000 km y 50% mensual en el mantenimiento preventivo de 40000 km.

Asimismo, Osorio (2017) realizó un estudio bajo el nombre de *Control estadístico para la estandarización de prensas extrusoras en la empresa de ingeniería y montaje S.A.C*, el cual hace referencia a técnicas como la observación, cuestionario, análisis documental y análisis de datos. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante gráficos de control, para visualizar los picos que se hicieron visibles en el gráfico de control; es decir, aquellos que se encontraban fuera del rango de tiempo estandarizado, y así volver a medir los indicadores. Osorio (2017) concluye que un nuevo método de trabajo para la estandarización del proceso, de manera que se pueda volver a evaluar los indicadores y medir la diferencia el proceso logró estandarizarse mediante indicadores, permitió medir la diferencia entre un antes y un después de aplicado el control estadístico, de manera que se obtuvieron estos indicadores en porcentajes menores.

Omar (2020) realizó la tesis *Propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de husillos de cobre*. Esta investigación tuvo una metodología de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel descriptivo, de corte longitudinal en el tiempo y de diseño experimental. La situación inicial del proceso fue identificar los factores críticos que existían, elaborar la propuesta de mejora con base en la comparación de indicadores y, finalmente, calcular el impacto económico de la ingeniería de métodos, a modo de evaluar su viabilidad. De acuerdo con Omar (2020), fue posible elaborar una propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la empresa, dado que se logró una mejora en los indicadores de la productividad, tales como el tiempo de ciclo (que pasó de 1 hora con 27 minutos y 37 segundos a 1 hora con 2 minutos y 39 segundos), la productividad del operario (que pasó de 59.54% a 62.49%), y la productividad de la máquina (que incrementó de 46.49% a 61.77%).

En artículo científico elaborado por Ávila (2015) titulado *propuesta de Mejoramiento al proceso de planeación de tiempos y costos en la etapa de cimentación de un edificio*”, lo anterior se realizó

a partir de la integración de herramientas como simulación hace referencia en movimientos básicos y cada elemento fue medido con un cronómetro. En seguida, se calculó el tiempo promedio de varios ciclos y se ajustó para la velocidad y habilidad o tasa de ejecución del trabajador objeto del estudio. Por otro lado, para calcular la eficiencia del balanceo de una línea, se dividió el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado. Así pues, el estudio desarrollado por Ávila (2015) mostró que a través del modelo matemático de programación lineal propuesto por Baybars, fue posible establecer el tiempo de ciclo actual del subproceso de movimiento y despacho de pedidos, así como la asignación de las tareas que hacen parte de este a cada una de las estaciones.

Por otro lado, Huguet (2016) en el artículo científico nombrado *Mejora del sistema de gestión del almacén de suministros de una empresa productora de gases de uso medicinal e industrial*, se determinó, a través de un cronometrado intermitente, el tiempo estándar de preparación y despacho mediante la observación directa, registros históricos y entrevistas no estructuradas, permitiendo identificar y estudiar cada uno de los procesos y métodos utilizados. A través de esto, se realizó un estudio crítico con la utilización del diagrama causa-efecto y se analizaron las causas raíz de los problemas. Finalmente, la implementación de las propuestas de mejora planteadas se justifica desde el punto de vista económico, pues se recuperará la inversión inicial una vez sean implementadas.

En 2016, Sánchez realizó un estudio titulado *Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento* “En seguida, el tiempo promedio de varios ciclos fue calculado y ajustado para la velocidad y habilidad o tasa de ejecución del trabajador objeto del estudio; por otro lado, para calcular la eficiencia del balanceo de una línea, se divide el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado. El estudio desarrollado por Sánchez (2016) mostró que a través del modelo matemático de programación lineal propuesto por Baybars, fue posible establecer el tiempo de ciclo actual del subproceso de movimiento y despacho de pedidos, así como la asignación de las tareas que hacen parte de este, a cada una de las estaciones

Por otro lado, Gómez (2019) en su *Análisis sobre la estandarización estadística del movimiento de carga de los puertos de Buenaventura*, se desarrolló una observación de los informes de los puertos, para determinar si realmente el movimiento de carga se encuentra unificado y/o estandarizado bajo una misma unidad de medida. Así, logró evidenciar que los diferentes formatos estadísticos cuentan

con diferentes unidades de medida de la carga, que impiden un análisis objetivo, por lo que no permiten lograr la exactitud. Sobre la estandarización estadística en los puertos, Gómez (2019) concluye que, efectivamente, no existe y, por el contrario, los puestos dentro de sus políticas de gestión están lejos de lograr la integración de sus cifras de movimiento de carga. Esto muestra la necesidad de generar procesos para globalizar la información a partir de parámetros que permitan no solo la medición objetiva, sino también la implementación de acciones que solucionen problemáticas.

Abreu (2019), en su investigación titulada *Implementación de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos*, la Metodología utilizada: están basados en la estandarización de todos los procesos que allí se dan, los cuales están siendo cambiados y adaptados en la actualidad a las exigencias de las normas de calidad ISO. Con la estandarización, se buscó eliminar la variabilidad de los procesos y promover el aprendizaje para la mejora continua, así como también mejorar la calidad y minimizar costos. Además, se pretendió establecer los beneficios de capacitar internamente al personal para que adquiriera las herramientas necesarias para capacitar a otros miembros de la organización, evaluar el impacto de la productividad a partir del desarrollo de programas de capacitación interna de personal, y, por último, determinar la contribución de la capacitación interna de personal en la estandarización de procesos de la empresa.

Proyecciones

En la investigación se pueden definir como proyecciones, las siguientes:

- Determinar las oportunidades de mejora relacionadas con las cargas de trabajo y la administración de los tiempos durante el proceso de fabricación de pizarras acrílicas del modelo 122x245cm
- Establecer el tiempo de fabricación de pizarras acrílicas y las cargas de mano de obra empleadas mediante la medida del tiempo de los métodos.
- Diseñar una herramienta que permita calcular de forma más precisa la información referente a la cantidad de colaboradores y costo de mano de obra necesarios para completar cada etapa del proceso fabricación de pizarras acrílicas.
- Proponer el desarrollo de mecanismos de control que permitan calcular de forma más precisa el costo de mano de obra y las cargas necesarias para finalizar el proceso de elaboración de las pizarras en estudio.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se desarrolla a continuación permite conocer los conceptos básicos para un mejor entendimiento de la presente investigación, la cual pretende proporcionar al lector una idea más clara sobre el tema en estudio. Así pues, se presentan conceptos básicos, complementarios y específicos en relación con mejorar el desempeño, la productividad e innovación, para así facilitar la comprensión de las herramientas por aplicar.

Se realiza un análisis detallado de las herramientas que se van a utilizar en la empresa Pizarras Tauro S.A., de manera informativa, para mostrar cómo se va a llevar a cabo el estudio, de forma que sea factible para su aplicación. En el marco teórico, se establecen los fundamentos de las teorías, los conocimientos y los conceptos sobre lo que se pretende investigar.

Pizarras acrílicas

“Las pizarras acrílicas son una herramienta ideal para escribir, realizar dibujos y anotar conceptos durante reuniones o en el área educativa y para dejar mensajes. Aunque se inventó en la década de 1950, su popularidad llegó 40 años después “(Azuriblu, 2012, párr. 4).

La pizarra blanca fue inventada por Martin Heit, un fotógrafo coreano al que se le ocurrió la idea mientras revelaba fotos en un cuarto oscuro. Se dio cuenta de que podía usar un marcador sobre la película de los negativos, y que, si pasaba un paño húmedo por encima, las marcas se borraban fácilmente (Azuriblu, 2012, párr 4).

En la década de 1960, las primeras pizarras blancas salieron a la venta, pero no fueron muy populares, en parte debido a que su costo era muy elevado. “No fueron adoptadas de forma masiva hasta la década de 1990, gracias a preocupaciones de salud por respirar polvo de tiza por años, como ocurre con los profesores, por lo que pueden provocar problemas respiratorios” (Azuriblu *et al.*, 2012, párr 5).

En la figura 4, se muestra cómo se le ocurrió la idea al fotógrafo Heit, quien se logró determinar que el material de los roys de fotografía de fácil forma de escribir y de borrar, esto con fin de crear una pizarra que fuera menos dañina para la salud, que no involucrara el polvo de la tiza, ya que en ese momento era lo que se utilizaba en los 80, y fueron poco a poco sustituidas por las acrílicas, las cuales se podrían conseguir de una forma en específico o personalizadas, dependiendo del uso que se les iba a dar.

Figura 4 Idea de primera pizarra Acrílica



Nota: Tomado de sitio web FayerWayer.

Estudio de movimientos

Según lo descrito por Acero (2016) en el libro *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos* el estudio de movimientos se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción de artículos o servicios: “la tarea consiste en decidir donde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en productos terminados y en decidir cómo puede una persona desempeñar efectivamente las tareas que se le asignen” (p. 52.). Así pues, consiste en analizar los movimientos de una actividad para definir si se pueden alcanzar estos, o bien, mejores resultados al reducir las repeticiones de los movimientos.

De acuerdo con Meyers (2000), en el libro *Estudio de métodos y Movimientos*, el estudio de movimientos es un diseño que es preciso para diseñar un trabajo, poder construir una estación y así capacitar al operador o llevar a cabo un estudio de tiempo. Para Meyers (2020), “los estudios de movimientos pueden ahorrar un porcentaje mayor de costos de manufactura” (p.16). El fin de todo estudio de movimientos es tener un entendimiento de los movimientos fundamentales.

Estudio de métodos

El su libro *Introducción al Estudio del Trabajo*, Bertranou (2015) define el estudio de métodos como “el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” (p. 77). El autor indica que se realiza siguiendo ocho pasos, a saber: seleccionar, registrar, examinar, establecer, evaluar, definir, implementar y controlar. Estos se detallan a continuación:

1. Seleccionar: Se identifica el problema o se conoce con antelación, puede existir evidencia directa o puede tener que buscarse empleando herramientas como lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, Klee, entre otras
2. Registrar: Consiste en realizar el registro de la información y todo lo referente al método actual, así como “los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios” (p 77) Para ello, se emplea el diagrama de flujo, el diagrama bimanual, el diagrama analítico, entre otros.
3. Examinar: El entorno, los materiales y herramientas empleados, “el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados” (Bertranou, 2015 p. 77). Durante esta etapa, se realiza un análisis de propósito (qué), lugar (dónde), sucesión (cuándo), persona (quién) y medios (cómo).
4. Establecer: Idear el nuevo método, buscando soluciones para la problemática identificada. Se rige por la mejora continua, con la filosofía de que siempre hay un método mejor para realizar las tareas.
5. Evaluar: Las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método y el actual. Se emplean las pruebas piloto que sean necesarias.
6. Definir: El método aprobado por los supervisores y la dirección, este paso incluye la presentación del nuevo método a las partes interesadas, así como la elaboración del manual de procedimientos para definir por escrito el método.
7. Implementar: El método aprobado. Para ello, es necesaria una correcta gestión del personal, que permita mitigar la resistencia al cambio. Quien realiza el estudio de métodos debe generar confianza y conseguir que los afectados acepten los cambios; para esto, se pueden definir líderes

dentro del grupo, que apoyen enseñando el nuevo método la resistencia al cambio es el principal reto.

8. Controlar: Mantener la aplicación del nuevo método para impedir que los afectados se devuelvan o lo cambien.

Estándar del tiempo

La estandarización se refiere a que los objetos deben ser iguales y es indispensable en muchos aspectos de la vida. La estandarización de procesos es vital, pues un proceso que mantiene las mismas condiciones produce los mismos resultados; por lo tanto, si se desea obtener resultados consistentes, es necesario estandarizar las condiciones de trabajo e incluir materiales, maquinaria y equipo, métodos y procedimientos de trabajo, así como el conocimiento y habilidades del personal (Corona, 2015, p.11).

Según Corona (2015), cuando se va a llevar a cabo una estandarización, debe hacerse de una manera adecuada a las necesidades de la empresa. Así, “si la empresa es pequeña no debe pretender cargar con estándares muy sofisticados y manuales muy gruesos, es preferible básico, gráfico y sencillo, pero siempre actualizado que muy completo y detallado pero ajeno a la realidad” (p.11). Además, indica que algunos de los beneficios que aporta la estandarización son:

(...) la mejor forma de preservar el conocimiento y experiencia o proveer una manera de medir el desempeño y suministrar una base para el mantenimiento y mejoramiento de la forma de hacer el trabajo o proveer una base para el entrenamiento, capacitación o proveer medios para prevenir la ocurrencia de errores minimizar la variación en los resultados Una de las herramientas utilizadas en la estandarización de los procesos son los manuales de procedimiento, cuyo objetivo es proporcionar las instrucciones precisas para la ejecución tareas. (Corona, 2015, p.11)

Medición del desempeño de los procesos

Las formas en que se calculan las medidas del desempeño, en la práctica, son muy variables. En este caso, se requiere para el proceso de fabricación de las pizarras. Esta sección define las medidas de forma congruente con la que se utilizan más comúnmente en la práctica. Sin embargo, antes de tomar decisiones, es vital entender con precisión cómo se calcula una medida (Chase, Jacobs y Aquilano et al., 2009, p.188).

También se indica “que los individuos o el grupo de trabajo requieren de un patrón de actividades laborales integradas de forma lógica, que incorpore los siguientes principios del diseño de puestos” (Chase, Jacobs y Aquilano et al., 2009, p.189).

Según los autores anteriores, hacen referencia a una lista de pasos los cuales pueden ser una guía para dicha realización de la medición de desempeños.

1. Fijar el objetivo de la investigación.
2. Considerar la trayectoria del empleado.
3. Los criterios de referencia deben de estar relacionados con el área de trabajo.
4. El empleado debe de saber qué se evalúa y estar de acuerdo.

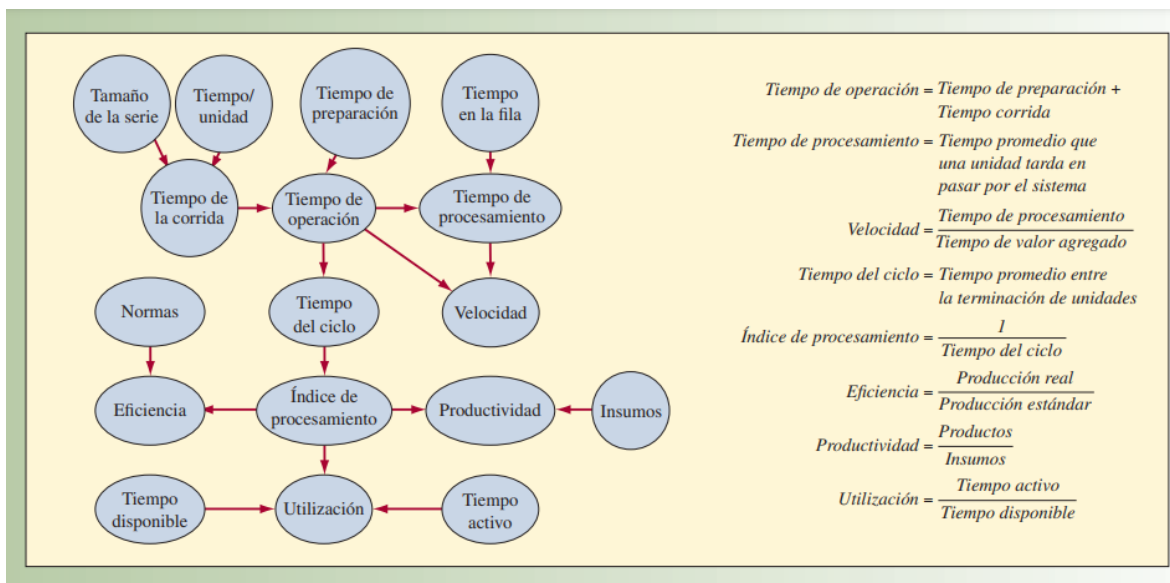
Según Chase, Jacobs, y Aquilano (2009), “el propósito fundamental de la medición del trabajo es establecer tiempos que sirvan de modelo para un trabajo” (p. 190). Al medir la duración de una actividad o conjunto de actividades y establecer un estándar, se puede estimar con antelación cuánto tiempo requiere completar un proceso. Todos los datos que arrojan una medición constituyen información valiosa para poder tomar decisiones adecuadas y encaminar a la organización hacia sus objetivos. Los mismos autores hacen referencia a que, mediante una revisión exhaustiva de los procesos, las empresas pueden:

- Definir con exactitud lo que estás haciendo actualmente.
- Identificar las áreas de fortaleza y debilidades del negocio.
- Determinar soluciones futuras bien definidas.

Asimismo, indican que “al fin y al cabo, midiéndolos, lo que se pretende es hacer las cosas mejor para que el negocio siga siendo competitivo, lo que se traduce en poder ofertar con garantías

productos o servicios de valor a los clientes, generar ventas y, por lo tanto, ver aumentados los beneficios” (p.191); así en la figura 5 se muestran las formas de desempeño de los procesos.

Figura 5 Fórmulas de desempeño de los procesos



Nota: Libro administración de operaciones. producción y cadena de suministros

Medición del trabajo

Algunas técnicas para medir el trabajo, de acuerdo con Chase, Jacobs, y Aquilano (2009), son: el estudio de tiempos con cronómetro, el muestreo de trabajo, los sistemas de datos predeterminados de tiempos y movimientos y los datos elementales. A continuación, se explica el estudio de tiempos, uno de los métodos directos para medir el trabajo. No se toma en cuenta el muestreo del trabajo como método directo, debido a que requiere de una cantidad de muestras, superior a un centenar. Con esta información, se calcula el tiempo estándar mediante la fórmula descrita en la figura 6.

Figura 6 Fórmula tiempo estándar

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal + (Tolerancias \times Tiempo\ normal)$$

Nota: Tomado de Chase, Jacobs y Aquilano (2009, p. 191).

El estudio de tiempos puede realizarse en el lugar en que se realiza la actividad o mediante una grabación de la tarea a evaluar. Para llevar a cabo esta evaluación, se emplea un cronómetro o una

aplicación de cronómetro, según la necesidad de la empresa; además, puede realizarse por ciclo o por elementos. “El ciclo incluye la actividad de inicio a fin y cada elemento representa un movimiento o serie de movimientos que conforman la actividad” (Chase, Jacobs y Aquilano, et al., 2009, pp. 190 -191).

Con la finalidad de que el tiempo promedio sea aplicable a todos los operarios actuales y futuros, se debe calcular el tiempo normal. “Para ello, se emplea un índice de desempeño o calificación del uno a cien, expresado en porcentaje, según la velocidad con que el operario realice la tarea. Así, 100 es lo más rápido” (Chase, Jacobs y Aquilano, et al., 2009, p.192). se emplea la fórmula que se expresa en la figura

Figura 7 Fórmula tiempo normal

$$\textit{Tiempo normal} = \textit{Tiempo promedio} \times \textit{Índice del desempeño}$$

Nota: (Chase, Jacobs y Aquilano, et al., 2009, p.192).

Seguidamente, estos autores mencionan que se deben considerar las tolerancias o suplementos de la actividad que se estudia. Esto quiere decir tiempos de descanso, demoras y fatiga, los cuales se tomarán en cuenta como porcentajes, de acuerdo con la tabla de suplementos representada; se consideran los porcentajes independientes del trabajo. Es decir, si el operario es hombre o mujer; los dependientes del puesto, como el esfuerzo estático y dinámico; de origen celular, medular y medular tedio; y finalmente, dependientes del ambiente, por ejemplo, índice de enfriamiento, las condiciones luminosas y el ruido

La cantidad variable solo se aplica cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- Trabajo de pie.
- Postura anormal.
- Levantamiento de peso o uso de fuerza.
- Intensidad de la luz.
- Calidad del aire.
- Tensión visual.

- Tensión auditiva.
- Tensión mental.
- Monotonía mental.
- Monotonía física.

A continuación, en la figura 8, se presenta la tabla de suplementos personales.

Figura 8 Tabla de suplementos personales

		TABLA DE SUPLEMENTOS PERSONALES					
INDEPENDIENTES DEL TRABAJO	NECESIDADES PERSONALES	HOMBRE	MUJER				
		0%	7%				
	FATIGA BÁSICA	4%	4%				
DESDE ENERO DE 1999 DESAPARECE LA DIFERENCIA DE COEFICIENTES ENTRE HOMBRES Y MUJERES, QUEDANDO EN VIGOR LA QUE ANTES SE ASIGNABA A LOS HOMBRES							
DEPENDIENTES DEL PUESTO	ESFUERZO ESTÁTICO	SENTADO	DE PIE TRONCO VERTICAL	TRONCO INCLINADO 45°	TRONCO INCLINADO HACIA ATRÁS (FOSS)	TRONCO INCLINADO 90° ECHADO ESTIRADO	
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	
		0% 0%	2% 4%	4% 7%	7% 9%	9% 11%	
	ESFUERZO DINÁMICO	2,5 KG	5 KG	7,5 KG	10 KG	12,5 KG	15 KG
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER
		0% 1%	1% 2%	2% 3%	3% 4%	4% 6%	6% 8%
		17,5 KG	20 KG	22,5 KG	25 KG	30 KG	36,5 KG
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER
		7% 10%	9% 13%	11% 16%	13% 20%	17% -	22% -
	DE ORIGEN CELULAR	CERTA PRECISION	DE PRECISION O FATIGOSO	DE GRAN PRECISION O MUY FATIGOSO			
HOMBRE MUJER		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER				
	0% 0%	2% 2%	5% 5%				
DE ORIGEN MODULAR (MONOTONÍA)	ALGO MONOTONO	BASTANTE MONOTONO	MUY MONOTONO				
	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER				
	0% 0%	1% 1%	4% 4%				
DE ORIGEN MODULAR TEJIDO	ALGO ABURRIDO	CICLOS DE 0,11 A 0,50 MIN.	CICLOS DE 0 A 0,10 MIN.	TRABAJOS MUY ABURRIDOS			
	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER			
	0% 0%	1% 0%	2% 1%	5% 2%			
DEPENDIENTES DEL AMBIENTE	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (ÍNDICE DE ENFRIAMIENTO)	16	14	12	10	8	
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	
	0% 0%	0% 0%	0% 0%	3% 3%	10% 10%		
	6	5	4	3	2		
	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER		
	21% 21%	31% 31%	45% 45%	54% 54%	100% 100%		
	VIBRACIONES LUMINOSAS	LIGERAMENTE POR DEBAJO DE LA ILUMINACION RECOMENDADA	NECESIDAD DE ALUMBRADO ESPECIAL	BASTANTE POR DEBAJO DE LA ILUMINACION RECOMENDADA	RETOQUE SOLDADURA (NO ARCO)	ILUMINACION ABSOLUTAMENTE INSUFICIENTE (SOLDADURA POR ARCO)	
		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER	
		0% 0%	1% 1%	2% 2%	3% 3%	8% 8%	
	VIBRACIONES ACÚSTICAS (RUIDO)	CONTINUO	INTERMITENTE Y FUERTE	EXTREMAMENTE FUERTE			
HOMBRE MUJER		HOMBRE MUJER	HOMBRE MUJER				
	0% 0%	2% 2%	8% 8%				

Nota: Libro administración de operaciones. producción y cadena de suministros.

Cargas de trabajo

Según lo indica Pilar (2016), es “(el tiempo ocioso de los empleados) lo que ocasiona aspectos negativos dentro de la empresa, que se deben tener en cuenta para lograr crear un correcto nivel de carga laboral” (p. 24). Asimismo, hace referencia a las cargas las cuales son:

-La sobrecarga laboral: es el hecho de sobrepasar las capacidades físicas y/o mentales de los empleados, ocasionado por el exceso de trabajo que debe realizar en su jornada laboral.

-La subcarga laboral: es el tiempo de ocioso de los empleados, ocasionado por las pocas actividades a realizar o el bajo nivel de dificultad en la que se realiza este durante la jornada laboral. A su vez, puede ser:

- Cuantitativa: cuando hay demasiado que hacer. Sobre produce en el trabajador
- Sobrecarga: disminución de la motivación, baja autoestima, absentismo.
- Subcarga: bajo nivel de vigilancia, aburrimiento, ansiedad. Cualitativa: cuando el trabajo es demasiado difícil.
- Sobrecarga: el trabajo desborda a la persona, produce insatisfacción, pérdida de confianza.
- Subcarga: escaso contenido y variación, produce irritabilidad, depresión. La sobrecarga laboral también se puede producir por sobrecarga provocada mediante la mala organización y poca optimización del tiempo.
- Sobrecarga impuesta: por el fenómeno de los recortes de personal, los patronos están induciendo las responsabilidades entre los empleados. La solución es analizar la situación en que se está, verificar los cuellos de botella en el proceso de salida del trabajo, y organizar mejor la actividad que se tiene para lograr la eficiencia y calidad (Pilar, 2016).

Según Pilar (2016), “la forma más fácil de evitar la sobrecarga laboral y la sub-carga laboral entre los empleados es la distribución equitativa de trabajo y responsabilidad dentro de una empresa” (p. 26). Así pues, indica la autora que según el estudio de métodos, las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo son:

- Seleccionar el trabajo que va a ser objeto de estudio.

- Registrar todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
- Examinar los datos registrados y el detalle de los elementos con espíritu crítico constructivo, para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
- Medir la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
- Compilar el tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales.
- Definir con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados. (Pilar, 2016, p. 126) En la figura 9 se muestra un cuadro la demanda mental y de esfuerzo.

Figura 9 Tipos de cargas de trabajo

DEMANDA MENTAL	¿Qué tan exitoso crees que eres al lograr los objetivos de la tarea establecida por el experimentador (o por ti mismo)? ¿Qué tan satisfecho estuvo con su desempeño en el logro de estos objetivos?
ESFUERZO	¿Cuánto tiempo de presión sentiste debido a la velocidad con la que ocurrieron las tareas o los elementos de la tarea? ¿Fue el ritmo lento y relajado o rápido y frenético?

ESFUERZO	¿Qué tan duro tuvo que trabajar (mental y físicamente) para lograr su nivel de rendimiento?
DEMANDA FÍSICA	¿Cuánta actividad física se requiere (por ejemplo, empujar, tirar, girar, controlar, activar, etc.)? ¿Fue la tarea fácil o exigente, lenta o enérgica, floja o extenuante, relajante o laboriosa?

DEMANDA MENTAL	¿Cuánta actividad mental y perceptual se requirió (por ejemplo, pensar, decidir, calcular, recordar, buscar, buscar, etc.)? ¿La tarea fue fácil o exigente, simple o compleja, exigente o indulgente?
DEMANDA FÍSICA	¿Cuánta actividad física se requiere (por ejemplo, empujar, tirar, girar, controlar, activar, etc.)? ¿Fue la tarea fácil o exigente, lenta o enérgica, floja o extenuante, relajante o laboriosa?

Nota: (Pilar, 2016, p. 126)

Diagrama de flujo

Torres (2013) menciona que un diagrama de flujo es:

Una representación gráfica de un proceso. Se trata de representar los pasos que sigue un proceso desde que se inicia hasta que se termina y para ello se utiliza una serie de elementos visuales que te ayuden a dibujar cada paso que sigue un proceso. (s.p.)

Este autor menciona que un diagrama de flujo proporciona a la empresa los siguientes beneficios:

- Ayudar a comprender que es un proceso y cuál es el objetivo del proceso que se está representando en la organización.
- Complementar una caracterización de procesos.
- Ahorrar mucho tiempo en el análisis de los pasos que sigue un proceso.
- Facilitar un impacto visual que hace que los procesos sean más visibles facilitando su comprensión global.
- Contribuir a realizar un análisis profundo y exhaustivo del proceso, proporcionando información sobre posibles mejoras.
- Establecer un buen punto de partida para documentar tus procesos y elaborar los procedimientos.
- Identificar pasos clave de cada proceso donde pueda existir un riesgo o este paso pueda ser crítico para la consecución del objetivo del proceso.
- Ofrecer ayuda para analizar la efectividad y eficiencia de los procesos al poder visualizar que valor aporta cada paso en la consecución del objetivo del proceso. (Torres, 2013, s.p.)










Asimismo, Torres (2013) indica que los diagramas de flujo son una herramienta muy utilizada para representar y estudiar los procesos de cualquier organización, debido a una serie de características tales como:

- Es una herramienta sencilla de usar con un mínimo de formación/capacitación para dibujarlos e interpretarlos.
- Representa visualmente una forma esquemática de todos los pasos por los que atraviesa un proceso.
- Se utiliza una simbología en cada uno de los pasos que sigue un proceso.

- Se puede utilizar para dibujar un proceso complejo o dividir éste en subprocessos y dibujar un diagrama de flujo por cada uno de ellos. (Torres, 2013, s.p.)

Existe una variedad de símbolos que ayudan al graficar un diagrama de flujo. Cada uno de ellos con un significado específico, estos se detallan en la figura 10:

Figura 10 Simbología Diagrama de Flujo

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Operación: Se usa para describir cualquier actividad. En el interior del rectángulo se escribe una breve descripción de la actividad.
	Límites del Proceso: Indica el inicio y el final de un proceso. En el interior del eclipse aparece la palabra inicio o fin.
	Punto de Decisión: Denota que en ese punto se toma una decisión. Los outputs salidas del diamante, son siempre dos y del tipo SI / No.
	Movimiento: Muestra el movimiento de un output entre distintos puntos de la organización.
	Conector: Señala que el output de ese proceso puede ser el input de otro (la letra indica el proceso de entrada)
	Dirección del flujo: Denota la dirección y el orden de los pasos del proceso
	Documento: Documento/registro.
	Listados: Listados / notas de trabajo acumulado, información referente a la actividad.
	Base de datos: Punto de archivo donde se retiene temporalmente la información, en espera que se cumplan otras condiciones para continuar el proceso. Puede llevar asociada una tarea de administración de almacenamiento.

Nota: Tomado de página Web Iveconsultores. (2013)

De acuerdo con la página web Iveconsultores, (2013) para elaborar un diagrama, primero se deben determinar los principales componentes del proceso. En este paso, es necesario aclarar cuáles son las entradas del proceso y sus salidas, así como las actividades que se desarrollan en este. Como se segundo paso, se deben ordenar las actividades, pues es un flujo, por lo que se deben ordenar cronológicamente.

“Como tercer paso, se eligen los símbolos correctos para cada actividad; existen, varias notaciones empleadas para dibujar diagramas de flujos de procesos, y por último, se realiza la conexión entre las actividades. Para esto, se utilizan conectores, normalmente flechas y líneas de puntos o continuas” (Iveconsultores, 2013 s.p) La misma fuente menciona que existen varios tipos de diagramas de flujo, a saber:

Diagrama de flujo por bloques: se dibujan los pasos del proceso, pero sin entrar en el detalle de qué puesto de trabajo desarrolla cada paso o interviene en el proceso.

Diagrama de flujo funcional: se dibujan los pasos del proceso y se detallando qué puesto de trabajo dentro de la organización es el encargado de ejecutar ese paso del proceso.

Análisis FODA

El análisis o matriz FODA es una herramienta que permite analizar la situación interna y externa de una empresa considerando sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, según sus siglas. También se toman en cuenta las tecnologías, los recursos, los mercados y la competencia, entre otros factores que resulten de interés y relevancia (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009). La matriz FODA emplea los siguientes conceptos:

- Las fortalezas son aquellas características que favorecen a una empresa para alcanzar sus metas. Cuanto mayor sean las fortalezas de una organización, existen mayores oportunidades para realizar exitosamente sus fines.
- Las oportunidades son los aspectos que ofrece el entorno debido a las fortalezas de la organización y pueden favorecer el logro de objetivos.
- Las debilidades son las características que representan obstáculos para alcanzar las metas de la empresa. A mayores puntos de vulnerabilidad de la organización, mayor serán las amenazas que obstaculizan el cumplimiento de la visión y la misión.

- Las amenazas son los aspectos que acarrea el entorno como consecuencia de las debilidades de la organización. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009, pp. 91-92)

En la figura 11 se muestra la matriz FODA, en la que se señalan las estrategias a aplicar según el entorno, interno o externo de la empresa.

Figura 11 FODA

Contexto interno	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Contexto externo	(FO) Estrategias Ofensivas FÁCIL	(DO) Estrategias de Orientación DIFÍCIL
OPORTUNIDADES	(FA) Estrategias Defensivas DESAFIANTE	(DA) Estrategias de Supervivencia IMPOSIBLE
AMENAZAS		

Nota: Tomado de Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009).

El mismo Instituto hace referencia a los pasos para llevar a cabo un FODA. Así pues, se comienza con elaborar una lista de todas las fortalezas que existen en la empresa actualmente (no en el futuro). Luego, se genera otra lista con todas las debilidades existentes (no en el futuro). Como tercer paso, se enlistan todas las oportunidades reales que existen actualmente y en el futuro. Posteriormente, se crea otra lista con todas las amenazas actuales y futuras; también se evalúan las estrategias a seguir y se elabora un plan de trabajo para el desarrollo de las estrategias. Por último, ejecutar y da seguimiento periódico a tu plan de trabajo.

SIPOC

A continuación, de acuerdo con Bridges (2021), se detalla la definición de un diagrama SIPOC, para que sirva y su historia. SIPOC es una herramienta que resume las entradas y salidas de uno o más procesos en forma de tabla. Es un acrónimo que significa: Suministros, Entradas, Procesos, Productos y Clientes. Algunas organizaciones utilizan el acrónimo COPIS, que coloca al cliente en primer lugar e ilustra el valor del cliente para la organización (Bridges, 2021).

El término SIPOC se origina en la década de 1980 y forma parte del movimiento de calidad total. Hoy SIPOC es parte de las disciplinas de Six Sigma, Lean manufacturing y gestión de procesos de negocios (Bridges, 2021). El mismo autor menciona qué significa y cómo se identifican en el proceso cada una de las siglas del diagrama SIPOC:

- Proveedor (*supplier*): persona que aporta recursos al proceso.
- Recursos (*inputs*): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.
- Proceso(*process*): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- Cliente (*customer*): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

Algunos de los pasos a realizar, según Betancourt (2018), hacen referencia a los pasos puntuales del SIPOC, algunos son:

Paso 0: Considerando el espacio de trabajo

Si te encuentras trabajando en equipo, siempre es más útil trabajar sobre una pizarra o con post. Toma una superficie y determina campos, sobre los cuales de izquierda a derecha colocarás proveedor, entrada, proceso, salida y cliente, cada uno de los pasos siguientes se enfocarán en cada campo.

Paso 1: Definiendo el proceso que realizas

En este paso realizamos la diagramación del proceso, que no es otra cosa que definir cada una de las actividades necesarias para generar uno o más resultados. Siempre es mejor hacerlo simple, así que basta con mencionar el verbo + sustantivo cuando defines cada actividad.

Paso 2: Los resultados o salidas del proceso

Como salida tenemos cualquier información, documento, servicio, producto o experiencia que le entregamos a nuestro cliente. Puede que cada actividad que realices tenga un resultado, como puede que el resultado se genere con la conexión de dos o más actividades.

Paso 3: ¿Quién recibe lo que has hecho?

Identifica el cliente que tomará las salidas que tú has generado. Ese cliente puede ser en efecto un cliente, un usuario, una parte interesada u otro proceso (cliente interno).

Paso 4: Devolviéndote en el diagrama hacia las entradas

¿Qué requieres para que tu proceso se active y consiga generar las salidas? Aquí detallamos cualquier material, insumo o elemento con el cual comienzas / consigues dar resultado.

Paso 5: El proveedor de tus entradas, Por último, definimos quién el que genera las entradas. Al igual que en las salidas, puede ser un cliente o usuario, parte interesada o cliente interno. (Betancourt, 2018, p 16)

Estos pasos se muestran en la figura 12, a continuación:

Figura 12 Ejemplo SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

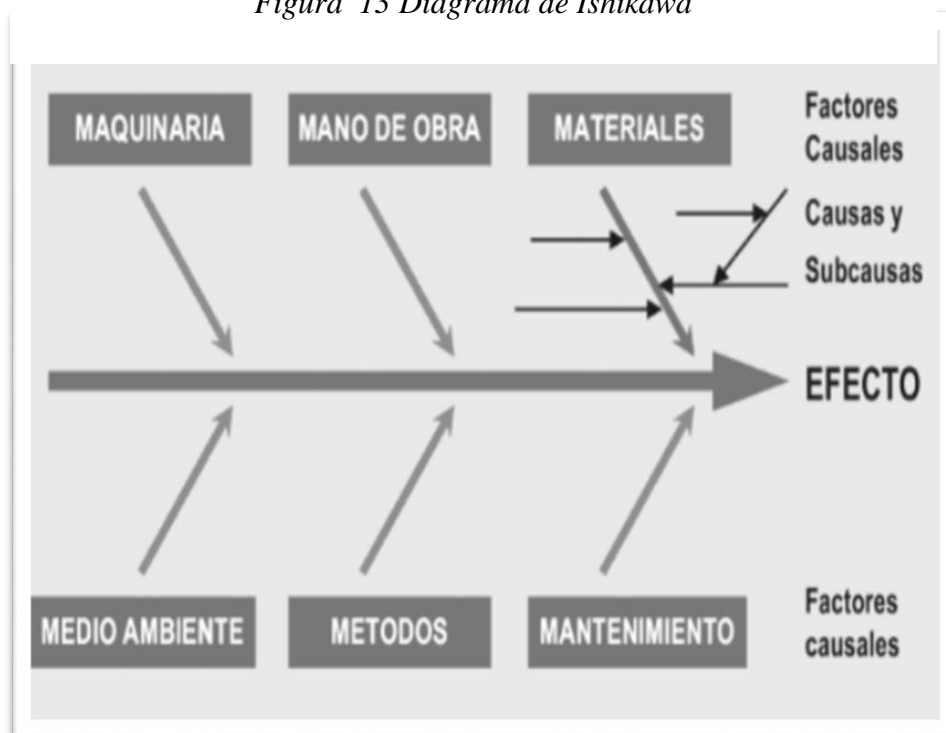
Nota: (Betancourt, 2018, p 16)

Diagrama de Ishikawa

Según Ruiz (2009), el diagrama de Ishikawa se utiliza para relacionar los efectos con las causas que los producen: “por su carácter eminentemente visual, es muy útil en las tormentas de ideas realizadas por grupos de trabajo y círculos de calidad” (p. 25). Por su carácter eminentemente visual, es muy útil en las tormentas de ideas realizadas por grupos de trabajo y círculos de calidad. El funcionamiento es el siguiente: "según los participantes van aportando ideas sobre las causas que pueden producir los efectos, se van registrando en el diagrama; cuando han terminado las aportaciones, se reordenan las causas de forma jerárquica y se eliminan las repetidas.

A continuación, en la figura 13 se presenta un ejemplo de un diagrama de Ishikawa

Figura 13 Diagrama de Ishikawa



Nota: (Ruiz 2009 pág. 25)

Según Cuatrecasas y González (2017), hay causas primarias de tipo frecuentes, las cuales se reconocen como las 6M (mano de obra, materiales, método, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria). Posteriormente, están causas secundarias e incluso terciarias, de acuerdo con la profundización que se le da a cada una de las principales. Estos autores exponen los siguientes pasos para elaborar el diagrama:

- Definir y determinar de forma clara el problema de estudio.
- Identificar los factores más importantes que afectan el problema.
- Analizar las causas según el impacto en el proceso.
- Revisar que se hayan contemplado las causas necesarias, es un paso de control.
- Tomar los datos de las diversas causas del problema versus los efectos para sacar conclusiones. (Cuatrecasas y González, 2017)

La cantidad de causas principales se definen de acuerdo con el estudio que se realiza, incluso puede que unas de las causas principales o 6M no sean necesaria para la investigación. “El problema se define en la parte derecha del diagrama y de ahí los cuadros inician las causas principales, formando los inicios de la espina, posteriormente, se agrupan en cada ranura las causas secundarias, terciarias, entre otras” (Cuatrecasas y González, et al. 2017, pág. 72).

Diagrama de Pareto

Según Cuatrecasas y González (2017), el diagrama de Pareto es “una representación gráfica que pone en manifiesto la importancia relativa de las causas, seleccionando las más relevantes y que ayuda a decidir la línea de acción frente a una situación” (p. 73). De acuerdo con Sales (2013):

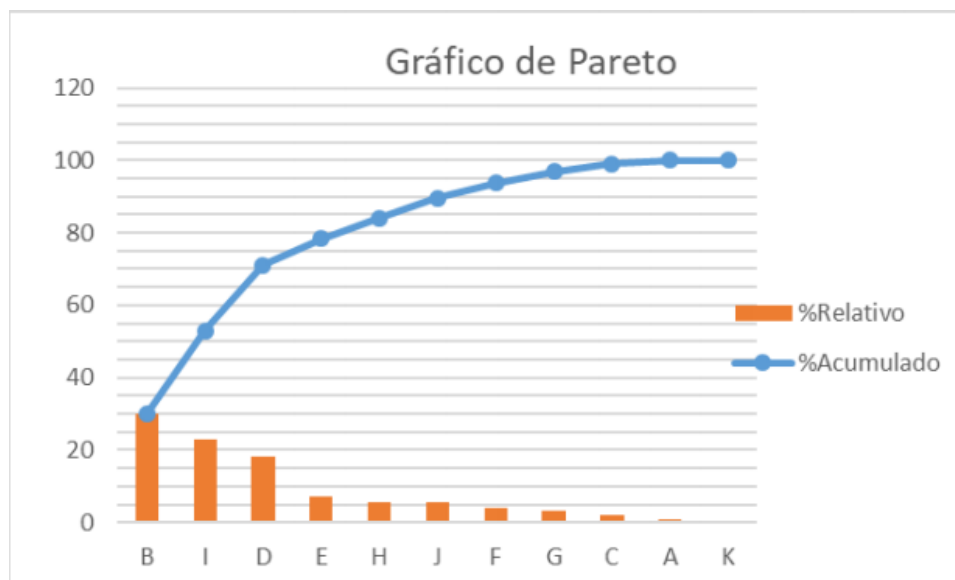
(...) el diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. (p. 2).

En la figura 14 se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto. Asimismo, Sales (2013) hace referencia a cuándo se utiliza e indica lo siguiente:

- Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- Al identificar oportunidades para mejorar.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos: ej. por producto, por segmento, del mercado, área geográfica
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso: antes y después.
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- Cuando el rango de cada categoría es importante. (Sales, 2013 p. 14)

Figura 14 Ejemplo diagrama de Pareto



Nota: (Sales, 2013 p. 14)

Indica Sales (2013) que el “Diagrama de Pareto es un gráfico de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continua” (p. 3). Asimismo, menciona que “dentro de las dificultades que se pueden presentar al tratar de interpretar el Diagrama de Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías” (p. 4). Esto puede verse en el gráfico cuando todas las barras son más o menos de la misma altura. Gehicy (2017) hace referencia a cuáles son los pasos para desarrollar un Pareto y menciona los siguientes:

- A) Seleccionar los aspectos que se van a analizar. ¿Cuál es el problema y las causas que se van a tratar?
- B) Seleccionar la unidad de medida para el análisis: la cantidad de ocurrencias, los costos u otra medida de influencia.
- C) Seleccionar el período de tiempo para el análisis de los datos, por ejemplo: un ciclo de trabajo, un día completo, una semana.

D) Relacionar los aspectos de izquierda a derecha en el eje horizontal en el orden de magnitud decreciente de la unidad de medida. Las categorías que contienen la menor cantidad de aspectos pueden combinarse en «otra» categoría, la cual se debe colocar en la extrema derecha). (Gehicy 2017 p.25)

Diagrama bimanual

Para Díaz (2021) este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. Así, “el diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registra un solo ciclo de trabajo” (p.12). Asimismo, hace referencia a que, para representar las actividades, se emplean los mismos símbolos que se utilizan en el diagrama de proceso. Este diagrama es importante para el registro de las tareas rutinarias, repetitivas y de ciclos breves realizadas en contextos de producción de volumen bajo o moderado.





- Operación: Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar una herramienta, pieza o material.
- Transporte: Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
- Espera: Se emplea para indicar el tiempo en que la mano extremidad no trabaja.
- Sostenimiento: Con los diagramas bimanuales no se emplea el término
- Almacenamiento: el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

En la figura 15 hace referencia a la simbología para realizar este diagrama. Asimismo, Díaz (2021) considera que el formulario del diagrama bimanual deberá alojar los siguientes pasos:

1. Descripción
2. Control del documento (versión, editor, fecha...)
3. Ilustración de la operación
4. Croquis del lugar de trabajo
5. Diagrama, dividido en 4 columnas.

6. Columnas exteriores: Descripción de las tareas de cada mano en cada momento
7. Columnas interiores: Diagrama en que se consigna el tipo de operación que realiza cada mano en cada momento
8. Las dos columnas de la izquierda corresponden a la mano izquierda las dos de la derecha, a la mano derecha.
9. Resumen del análisis: Número de operaciones de cada tipo, requeridas por cada mano.

Figura 15 simbología del diagrama bimanual

Símbolo	Descripción
	Acciones de operación sobre la pieza o con la herramienta, como: enroscar, coger, soltar, empujar, pulsar, etc.
	Representa movimientos de traslación de la mano
	Representa los tiempos en que la mano no trabaja
	Acciones de sostener alguna herramienta o pieza.

Nota: ingeniería metodos (2021)

De igual forma, Díaz (2021) hace referencia a que antes de empezar a tomar las anotaciones para la realización del diagrama, es necesario estudiar varias veces el ciclo de las operaciones y establecer un punto de partida del ciclo. Además, se aconseja comenzar los registros cuando se coge una pieza nueva; es decir, con qué mano empezar, se recomienda que se la que más trabaja o la que coge la pieza primero.

Retorno de la inversión

El retorno de inversión o ROI, por sus siglas en inglés (Return of Investment) es, según Cuevas (2001) “una razón que relaciona el ingreso generado por un centro de inversión a los recursos (o base de activos) usados para generar ese ingreso” (p. 14). De acuerdo con lo anterior, es primordial calcular el beneficio neto, que consiste en restar el costo de la inversión al beneficio de esta y dividir el resultado entre el costo. El resultado se debe multiplicar por cien, para obtener el porcentaje de retorno de inversión. En la figura 16 se muestra la fórmula para calcular el ROI y se incluye un ejemplo.

Figura 16 Cálculo de ROI

ROI Calculation

$$\text{ROI} = \frac{\text{Net Project Benefits}}{\text{Project Costs}}$$

Cost of project \$230,000
Benefits of project (1st year) \$430,000

$$\text{ROI} = \frac{\$430,000 - \$230,000}{\$230,000} = 0.87 \times 100 = 87\%$$

Nota: Tomado de Cuevas (2001).

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico es el apoyo utilizado para la explicación de las herramientas empleadas en el análisis de la investigación. Este capítulo especifica los detalles y procedimientos sobre la recolección de la información, todo con miras a cumplir los objetivos del proyecto. Por lo tanto, se explica el enfoque, alcance del proyecto, las variables y la recolección de estas, metodologías de análisis y el cronograma de actividades a seguir. Según Rivero (2008), el marco metodológico “contiene la descripción y argumentación de las principales decisiones metodológicas adoptadas según el tema de investigación” (p. 34); representa una forma que detalla el enfoque e instrumentos a utilizar en dicha investigación.

Enfoque

El enfoque de la investigación define si es cuantitativa, cualitativa o mixta. Seguidamente, de acuerdo con Rivero (2008) se detallan los tipos que pueden ser aplicables a la investigación, para lo cual se inicia con las definiciones relacionadas con los tres tipos de enfoques y, posteriormente, se unifican los criterios en el enfoque seleccionado.

Enfoque cuantitativo

El enfoque cuantitativo, según Rivero (2008) “recoge información empírica (de cosas o aspectos que se pueden contar, pesar o medir) y que por su naturaleza siempre arroja números como resultado” (p. 38). Por eso, se basa en que los cálculos sean más precisos o se vincula a conteos numéricos y matemáticos, que permiten, también por medio de herramientas estadísticas, comprobar el estudio y cumplir con los objetivos planteados.

Según Sampieri (2014), este enfoque “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p. 4). Además, menciona la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación; es decir, cada cuánto ocurren y con qué magnitud.

Enfoque cualitativo

Para Sampieri (2014), el enfoque cualitativo se define como “el que hace referencia a la naturaleza, carácter y propiedades de los fenómenos” (p. 7). También agrega que “con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas” (Ibíd.).

Enfoque mixto

El enfoque mixto se determina, según Sampieri (2014), como:

(...) un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos, y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta investigación e implican la recolección, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 534)

Este autor también indica que utiliza ambos enfoques, el cualitativo y cuantitativo, en forma combinada; por ende, el mixto recopila ambos enfoques en el desarrollo de la investigación. Ahora bien, el enfoque de la presente investigación es cuantitativo, porque se requiere de cálculos precisos para presentar una propuesta que permita a la empresa Pizarras Tauro S.A conocer la cantidad de recursos necesarios para llevar a cabo una fabricación específica, así como las cargas requeridas para la elaboración de pizarras acrílica. Además, se obtuvieron datos sobre los procesos actualmente diseñados en la empresa, con los cuales se realizan análisis estadísticos que funcionan de base para diseñar nuevos procesos, y posteriormente, mediante indicadores numéricos llevar control de la utilización y cumplimiento de los cambios.

Alcance

Dentro de los alcances que se establecen para el estudio del proceso de estandarización en las cargas de trabajo en el área de fabricación de pizarras acrílicas, se pueden definir los siguientes: los exploratorios, descriptivos, correccionales y explicativos. Estos hacen referencia a la información y datos que se van a recolectar, analizar y, finalmente, determinar los resultados de los objetivos propuestos.

“El alcance exploratorio recopila información teórica, el descriptivo analiza los atributos del proyecto, el explicativo busca la causa raíz de un problema y el correlacional permite la visualización de la relación entre los problemas o situaciones que se presentan” (Rivero et al., 2008, p.20). El alcance descriptivo, Sampieri (2014), “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p. 98); por ende, destaca que el estudio es “útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno o suceso, comunidad, contexto o situación” (Sampieri, 2014, p. 98).

En cuanto al alcance exploratorio, Sampieri (2014) menciona que “se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tiene muchas dudas o no se ha abordado antes” (p. 98). En el caso del valor del alcance exploratorio se puede detallar que “ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa en un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos y variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados” (Sampieri, 2014, p.98).

Por otra parte, el alcance correlacional permite “conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico” (Sampieri, 2014, p. 98). Respecto a su importancia, el autor indica que “en cierta medida, tiene un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa” (Sampieri, 2014, p.98).

El alcance explicativo, según Sampieri (2014) “está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (p. 98); puede revelar que no hay antecedentes sobre el tema en cuestión o que no son aplicables al contexto en el cual habrá de desarrollarse el estudio, por lo que la investigación deberá iniciarse como exploratoria

Con base en las definiciones anteriores, se determinó que el tipo de alcance del presente proyecto es explicativo y hace referencia a las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales que se dan actualmente en el proceso, pues se busca llegar a las causas del problema, para así definir nuevas condiciones o funciones en la empresa Pizarras Tauro S.A., las cuales serán detalladas a los colaboradores; además, se elige un enfoque explicativo y que también son utilizados en la investigación, para la creación de la nueva propuesta de estandarización.

Diseño

El diseño de una investigación, Sampieri (2014) lo define como “el plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema” (p. 128). Es decir, que existen varios tipos de diseño que se pueden utilizar cuando se realiza una investigación de enfoque cuantitativo. Asimismo, Sampieri (2014) explica que los diseños no experimentales de investigación “se realizan sin manipular variables intencionalmente, se observan al fenómeno y cómo se presentan en su contexto natural para después analizarlo” (p. 205).

Para, Sampieri (2014) existen dos tipos de métodos a saber Método transversal: Es el diseño de investigación que recolecta datos de un solo momento y en un tiempo único. El propósito de este método es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Método longitudinal: Es el diseño de investigación que recolecta datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (p. 22)

En cuanto al diseño experimental, Rivero (2008) menciona que “es una investigación se presenta mediante la manipulación de una variable no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de escribir de qué modo y por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular” (p.19). Además, indica que “es el diseño de investigación que recolecta datos de un solo momento y en un tiempo único. El propósito de este método es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p.19).

Para efectos del presente estudio se trabajó con diseños no experimentales; en este caso, se observaron los fenómenos o situaciones del proceso de fabricación, para determinar las causas que son resultado del estado actual de la empresa. Con base en las definiciones previas, la propuesta de esta investigación es no experimental, para obtener los resultados proyectados, con el alcance del estudio, que es explicativo. Asimismo, todo el enfoque cuantitativo está en función de identificar realmente las causas del problema y en el cumplimiento de los objetivos del estudio se emplearon datos históricos respecto al proceso de fabricación de pizarras realizadas por parte de la empresa.

Muestra

La muestra se precisa, de acuerdo con Sampieri (2014) como un “subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa” (p.173). Para efectos de este estudio, se utilizó la muestra cuantitativa. Al respecto, señala Rivero (2008) “es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus necesidades al que llamamos población” (p. 51). Los tipos de muestreo más usados son el aleatorio simple, estratificado, por cuotas, intencionado o por conveniencia y mixto.

El muestreo aleatorio consiste en seleccionar la muestra al azar y el muestreo estratificado se usa cuando una fracción de la población no es representativa, así que se divide en grupos a la población

según se necesite y se selecciona la muestra mediante el muestreo aleatorio, es decir, al azar. Por otro lado, el muestreo por cuotas emplea en primer lugar el muestro estratificado, dividiendo a la población en estratos luego, se asignan cuotas para cada categoría y, según el criterio del investigador, se elige la muestra.

“Asimismo, el muestro intencionado también se basa en el juicio de quien realiza la investigación para la selección de la muestra. Finalmente, para utilizar el muestreo mixto, se emplea más de uno de los tipos de muestro mencionados” (Rivero, 2008, p.51).

La muestra del periodo de esta investigación corresponde a un estudio cuantitativo. Se define una muestra probabilística seleccionada a conveniencia, para un total de 20 semanas continuas, relacionada con la observación del proceso de fabricación de las pizarras acrílicas. La fórmula utilizada se detalla a continuación en la figura 17:

Figura 17 Fórmula de muestra

$$m = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Nota: (Rivero, 2008, p.51)

Donde:

m = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

O = Desviación estándar de la población.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza.

e = Límite aceptable de error muestral.

Así pues, se utilizó el total de los datos recolectados para realizar entrevistas y consultar sobre el proceso de fabricación que actualmente se utiliza, para luego valorar los puestos de cargas de trabajo y, posteriormente, realizar los flujos gramas del proceso de valoración de puestos actuales.

Variables

Las variables del proyecto, de acuerdo con Rivero (2008) “son discusiones que pueden darse entre individuos y conjuntos. El término variable significa características, aspecto, propiedad o dimensión de un fenómeno y puede asumir distintos valores” (p. 53). Se derivan de los objetivos específicos, además, los indicadores a medir en cada variable y el instrumento que se utilizará para controlar dichos indicadores. En la tabla 2 se detallan las variables de la presente esta investigación.

Tabla 2 Variables del proyecto

Objetivo específico	Variable	Conceptual	Operaciones	Instrumental
Describir los problemas del proceso de producción de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A.	Metodologías de valoraciones del proceso.	Según Unda (2015), la mano de obra "están constituidos por los salarios pagados a los trabajadores cuya actividad se relaciona directamente con la elaboración de los bienes que una empresa produce"(p. 54). Se describe como conjunto de asalariados de un país, o de un sector concreto. Parra (2012) indican que el análisis que permite determinar el valor relativo de cada puesto, según su importancia y contribución a los intereses de una organización.	<p>Etapas de fabricación de pizarras entre tiempo de elaboración acrílicas.</p> <p>Tiempo de elaboración entre tiempo estándar.</p> <p>Mano de obra necesaria entre colaboradores contratados.</p> <p>Cantidad de puestos en cada metodología /Cantidad de puestos</p>	<p>Entrevista.</p> <p>Observación SIPOC.</p> <p>FODA.</p> <p>Diagrama de flujo.</p>

<p>Medir las consecuencias que generan los retrasos en los pedidos en el área de fabricación de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S. A.</p>	<p>Retrasos en los pedidos.</p>	<p>Tiempo que discurre desde el inicio del proceso de producción hasta su fin y, después, el transporte del producto hasta el destino.</p>	<p>Retraso de pedido/entrega establecida.</p>	<p>Diagrama de Ishikawa. Matriz de Klee. Diagrama de Pareto.</p>
<p>Analizar las causas que generan los retrasos en el proceso de pizarras acrílicas la empresa Pizarras Tauro S.A.</p>	<p>Cantidad de pedidos.</p>	<p>Según lo indica Hernández (2016), el plazo de entrega es el “tiempo que se necesita para que una pieza o producto cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor de principio a fin” (p. 92). En este caso, es el tiempo de entrega de una pizarra terminada</p>	<p>Tiempo de fabricación entre tiempo estándar.</p>	<p>Diagrama bimanual. Diagrama analítico.</p>
<p>Diseñar una herramienta que permita calcular de forma más precisa la información referente a la cantidad de pedidos y costo de mano de obra necesarios para completar cada etapa del proceso de fabricación de pizarras acrílicas.</p>	<p>Proceso de fabricación</p>	<p>Según la Academia de la Lengua Española (2020), un proceso es un “conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”. En este caso, se refiere a los pasos para la fabricación de pizarras acrílicas.</p>	<p>Horas de trabajo/ entre horas contratadas.</p>	<p>Herramienta de Excel.</p>
<p>Proponer mecanismos de control que realizarán los colaboradores para asegurar el cumplimiento adecuado de producción de pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S. A.</p>	<p>Indicadores de control.</p>	<p>Expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso.</p>	<p>Cantidad de indicadores aplicados / total de indicadores a aplicar</p>	<p>Planos de diseño y hoja de control de indicadores</p>

Nota: María Fernanda Falla Fallas.

Instrumentos

Seguidamente, se detallan los instrumentos empleados en la investigación, así como las herramientas para la obtención de la información, que permitieron la ejecución de cada uno de los instrumentos. Además, se detallan los recursos requeridos y, finalmente, cuál es el beneficio esperado de estos indicadores.

El investigador puede utilizar algunos instrumentos para abordar problemas y fenómenos y extraer información de ellos; por ejemplo, formularios en papel, dispositivos mecánicos y electrónicos que se utilizan para recoger datos o información sobre un problema. En una investigación, se requiere una serie de herramientas para la recolección de datos, las cuales se utilizan para lograr los objetivos del proyecto. A continuación, se presenta el resumen de estos en la tabla 3.

Tabla 3 Lista de instrumentos del proyecto

Indicador	Instrumentos	Recursos requeridos	Beneficios esperados
<p>Etapas de fabricación de pizarras entre tiempo de elaboración acrílicas.</p> <p>Tiempo de elaboración entre tiempo estándar. Mano de obra necesarios entre colaboradores contratados entre cantidad de puestos en cada metodología /cantidad de puestos.</p>	<p>Entrevista y solicitud de información al encargado. Gráficos y tablas dinámicas en Excel.</p>	<p>Equipo de computación. Excel.</p>	<p>Este indicador permite conocer cuál es la metodología en la que sea más asertiva, lo cual sirve de base para el diseño.</p>
<p>Retraso de pedido/entrega establecida.</p>	<p>Formularios, correo electrónico, gráficos y tablas dinámicas en Excel.</p>	<p>Herramientas de medición. Sistemas de la empresa.</p>	<p>Permite conocer la cantidad de pedidos retrasados que están pendientes.</p>
<p>Tiempo de fabricación entre tiempo estándar</p>	<p>Formularios, correo electrónico, gráficos y tablas dinámicas en Excel.</p>	<p>Equipo de computación. Excel.</p>	<p>Este indicador permite tener conocimiento del porcentaje del tiempo de fabricación para el sistema de calidad de la empresa.</p>

Horas de trabajo/ entre horas contratadas	Formularios, correo electrónico, gráficos y tablas dinámicas en Excel	Computadora, herramienta de Excel Sistemas de la empresa.	Este indicador permite conocer la cantidad de horas, que son necesarias para dicha fabricación de pizarras y determinar un tiempo estándar para la elaboración.
Cantidad de indicadores aplicados. Total, de indicadores a aplicar.	Hoja de control de indicadores.	Equipo de computación. Excel.	Este indicador permite conocer la cantidad de indicadores que han sido implementados, los cuales serán necesarios para el control del cumplimiento de la nueva metodología.

Nota: María Fernanda Falla Fallas.

Recolección de datos

El proceso de recolección de datos, según Sampieri (2014), se refiere a “elaborar un plan detallado de procedimientos que conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 198). Para la presente investigación, se emplearon herramientas como los diagramas de flujo, de proceso, de explosión, de Ishikawa y de Pareto, con el fin de mapear el proceso. Asimismo, se utilizaron datos históricos y se complementó con la información recopilada durante la entrevista.

Para lograr obtener los datos necesarios para la investigación en la empresa, se llevaron a cabo entrevistas a los colaboradores del área, con el propósito de mapear los procesos de valoraciones de puestos. Esta información se utilizó para elaborar los flujogramas de cada metodología en una aplicación de diseño de flujogramas que actualmente utiliza la empresa. En la entrevista también se consultó sobre el conocimiento en las diferentes encuestas internas, para tomarlo como base para la nueva propuesta.

Además, se le solicitó a cada encargado del área de fabricación que indicara, en un archivo Excel, cada uno de los puestos, y en otra columna, la encuesta salarial utilizada para la valoración de cada puesto. Con esta información, se realizaron los gráficos y tablas para conocer cuál es la más utilizada en la empresa. Lo anterior con el propósito de obtener la información de las etapas y pasos necesarios para aplicar una herramienta de procesos en el sistema de calidad de la empresa, en la

cual todos los colaboradores tengan el conocimiento de algunos movimientos involuntarios que se podrían evitar y no llegar al punto de atrasar los pedidos del producto.

Método de análisis

El método de análisis, según Rivero (2008), “logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades” (p. 21). En esta investigación, se organizaron los datos obtenidos mediante la herramienta de Excel, porque esta permite la presentación de gráficos para una mejor visualización de la información.

La información recolectada sobre los puestos valorados se tabuló en Microsoft Excel, lo cual permitió traducir los datos a tablas, gráficas, diagramas y gráficos de líneas, para poder demostrar de manera resumida la situación y así tomar una decisión a partir de la información obtenida. Según Sampieri (2014), el procedimiento para el análisis de datos cuantitativo comprende:

1. Seleccionar el programa estadístico para el análisis de datos.
2. Ejecutar el programa seleccionado.
3. Explorar los datos: analizar descriptiva mente los datos por variables o visualizar los datos por variables.
4. Evaluar la confiabilidad y validez logradas por el o los instrumentos de medición.
5. Analizar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas (análisis estadístico inferencial)
6. Realizar análisis adicionales.
7. Preparar los resultados para presentarlos (tablas, gráficas, figuras, cuadros, entre otros). Para efectos del primer paso, en el procedimiento descrito anteriormente, el sistema utilizado para los análisis cuantitativos fue Microsoft Excel.

Cronograma

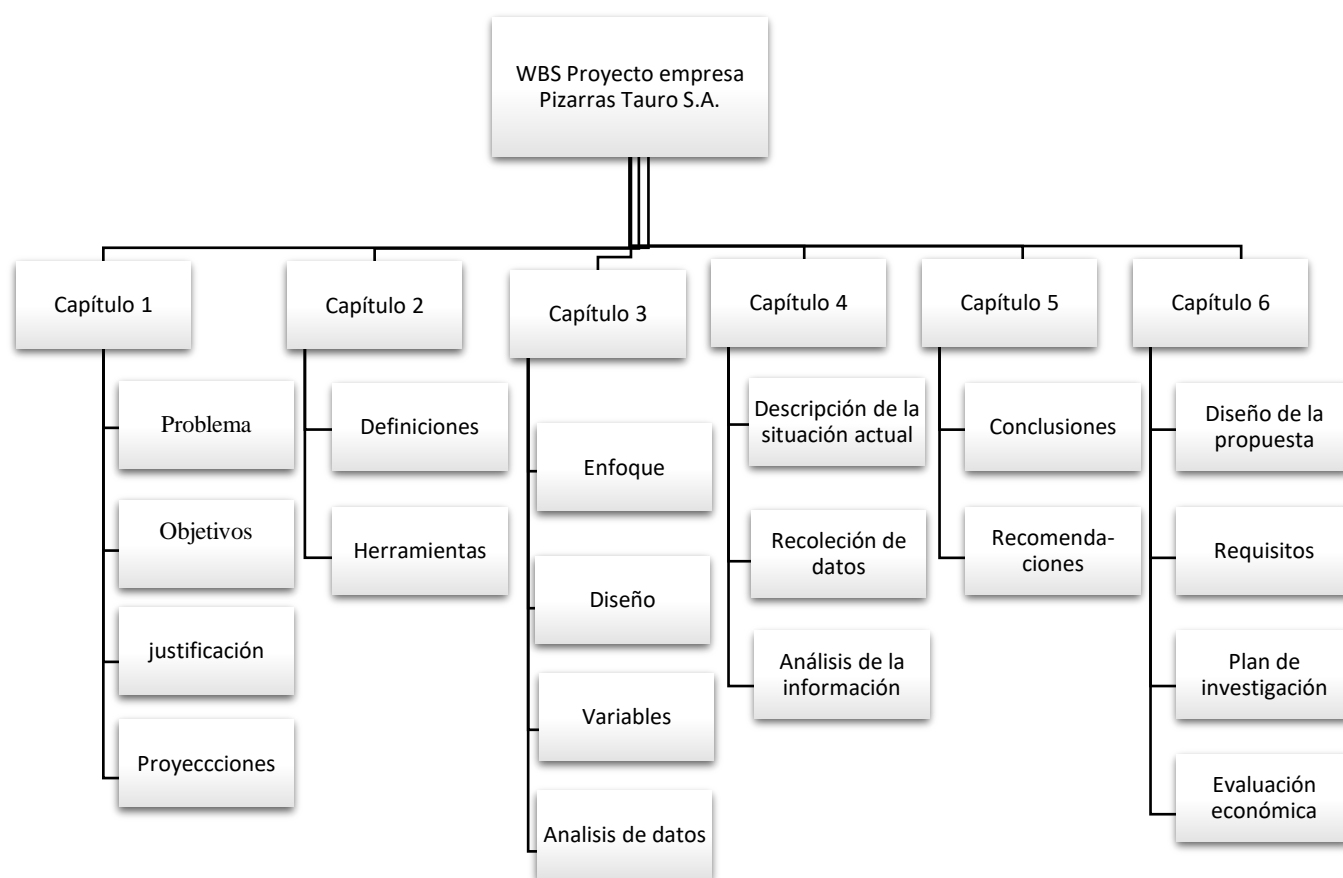
WBS

Con base en la herramienta WBS (por sus siglas en inglés, Work Breakdown Structure) y diagrama de Gantt de actividades que preceden la investigación, con el fin de mapear las actividades necesarias para completar el presente proyecto, desde la identificación del problema hasta el análisis económico de la propuesta. Esta se utiliza para estructurar y definir todas las actividades

de un proyecto, principalmente para descomponerlo analíticamente en partes elementales; su objetivo es organizar el trabajo en elementos fáciles de manejar y volver menos complicada la comprensión; todo esto para comunicar a todos los interesados

Con la herramienta WBS, el proyecto se descompone jerárquicamente en componentes (por ejemplo, subobjetivos, actividades y tareas específicas), con un mayor grado de detalle. Se sigue un enfoque *top-down*; es decir, se comienza desde las macro áreas, para luego subdividirlas en partes cada vez más pequeñas. En la figura 18, se describen las fases de esta investigación y se detallan los entregables, para así observar el proceso en una línea de tiempo más precisa, pues se realiza una descomposición jerárquica de las tareas y entregables necesarios para completar los capítulos.

Figura 18 WBS empresa Pizarras Tauro

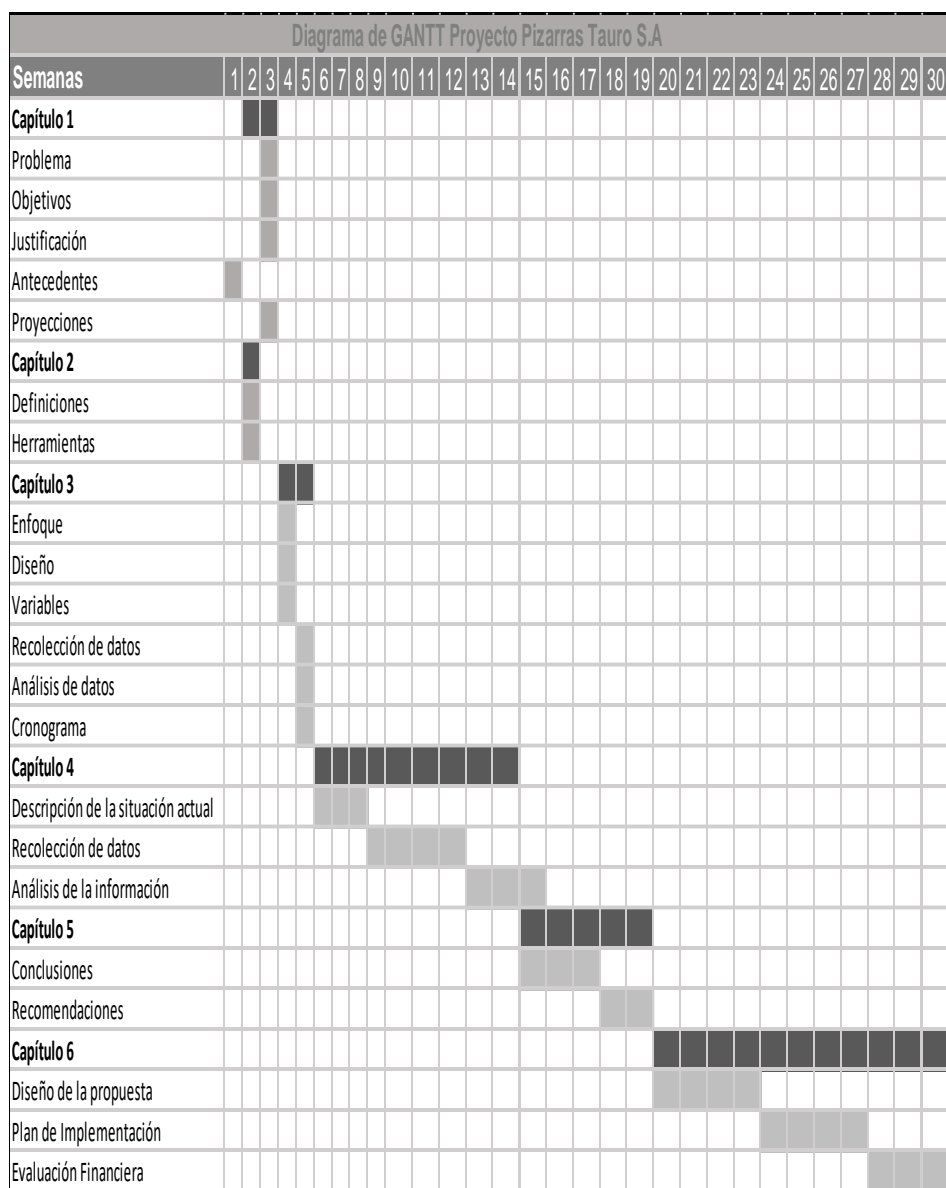


Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Diagrama de Gantt

Mediante el diagrama de Gantt, en la tabla 4 se describen las fases de esta investigación. Se indica con cuadros la semana o semanas de duración de cada una de las actividades, su inicio y su fin, en función de su dependencia con respecto a las demás actividades. Se clasifican los capítulos y sus acciones por colores, el color gris oscuro hace énfasis en los capítulos y el gris claro en los subtemas del proyecto, con un total de 30 semanas totales de investigación.

Tabla 4 Diagrama de Gantt Pizarras Tauro S.A.



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se explica con detalle la situación actual de la empresa Pizarras Tauro S.A. Así pues, se abordan los siguientes aspectos: ¿en qué consisten sus procesos? y ¿a qué problemas o riesgos se enfrentan al seguir la ruta de acción que mantienen actualmente? Esto con el propósito de identificar oportunidades de mejora que puedan ser de beneficio para la empresa. Seguidamente, se detalla la situación actual del proceso de valoraciones de las cargas de trabajo, esto mediante el análisis de los datos actuales y un mapeo de este.

Pizarra acrílica de 122 X 245 cm Pizarras Tauro S.A.

Esta pizarra es la más vendida en la empresa Pizarras Tauro S.A., por su tamaño llamativo tamaño y precio para los clientes. Consiste en un tablero rectangular de color blanco, usado para escribir o dibujar en él con un marcador o rotulador cuya tinta se borra fácilmente. El pizarrón blanco permite utilizar marcadores con colores vivos, fluorescentes y aditamentos magnéticos en el caso de los metálicos, como imanes, reglas borradores con magneto. En la figura 19 muestra un ejemplo de esta.

Figura 19 Pizarra de 122x245 cm



Nota: Pizarras Tauro S.A.

Máquinas y equipo para realizar la pizarra

La empresa cuenta con maquinaria para el desarrollo de sus actividades, dentro de ellas se encuentran las siguientes:

- **Sierra circular para madera:** Es una de las herramientas más utilizadas en el trabajo con madera y sus derivados (MDF), incluidos metales no ferrosos como el aluminio, plástico y similares. Consiste en un disco dentado que gira a gran velocidad, lo que le permite realizar los cortes. Este disco es movido por un motor eléctrico, el cual le transfiere trabajo por medio de una faja de hule.
- **Tronzadora eléctrica:** De características muy similares a las sierras circulares, el uso es exclusivo para el corte de aluminio en la compañía, se cuenta con 2 equipos de este tipo.
- **Taladro de banco:** También conocido como taladro vertical, es una herramienta para realizar perforaciones en diferentes materiales. El taladro de banco tiene mejor desempeño frente al manual, debido a que posee una mayor exactitud, mejor desempeño, capacidad de variación de las velocidades y torque.
- **Sistema neumático para aplicación de adhesivo:** Es un equipo industrial que consta de una bomba de succión provista de una pistola de aspersión, mediante la cual se realiza la aplicación del adhesivo sobre los materiales.
- **Taladro eléctrico:** Es la herramienta de mayor uso dentro de la compañía, debido a que los ensambles se realizan por medio de unión de remachado, son herramientas muy versátiles y económicas, funcionan por medio de un pequeño motor eléctrico provisto en su interior, que proporciona velocidad de giro a una herramienta denominada broca para realizar agujero en los materiales con un diámetro y profundidad repetibles.
- **Máquina de soldar:** Es un equipo eléctrico cuya finalidad es producir la unión de dos elementos metálicos por medio de la fundición, mediante la generación de un arco eléctrico en los materiales.

Tipos de materiales

La espera de la materia prima es de aproximadamente 24 horas, el cual es el tiempo que tarda la empresa contratada para suplirla. La encargada es la empresa IMECA, que se encuentra en la Zona Industrial, en San José; esto hace que el pedido llegue a las instalaciones en menos tiempo. Esta

empresa recibe una notificación por *e-mail* de parte de Pizarras Tauro S.A. y así completar el pedido en menos tiempo. En la figura 20 se muestran algunos de los estilos de madera empleados por Pizarras Tauro S.A para la fabricación de esta pizarra.

Figura 20 Tipos de maderas utilizadas



Nota: IMECA

Pizarras Tauro S.A.

Como empresa Fabricante, Pizarras Tauro participa en todo el proceso de fabricación; en este caso, de la pizarra con mayor número de demanda en ventas a nivel empresarial: la pizarra acrílica de 122x245cm. Este proceso consiste en la compra de la materia prima MDF (madera aglomerada), la cual está compuesto por partículas de madera de diferentes tamaños, unidas entre sí por algún tipo de resina, cola y, posteriormente, prensada a temperatura y presión, controlada formando el tablero.

La empresa Pizarras Tauro S. A. brindó información sobre los productos más vendidos en los últimos seis meses. Para determinar estos datos, los equipos de ventas de pizarras Tauro requieren un indicador constante con el cual puedan verificar el avance o crecimiento de la organización de cada producto, con el propósito de tomar las decisiones a tiempo y aprovechar las oportunidades (tabla 5).

Tabla 5 Ventas 2020

Ventas de cada Producto 2020						
Modelo	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Pizarra Mixta 40x60	32	28	41	46	46	58
Pizarra acrílica 60x80	51	56	20	18	22	28
Pizarra de vidrio	16	14	16	14	14	17
Pizarra de corcho	29	31	22	16	15	23
Pizarra panorámica	8	5	7	4	2	16
Pizarra Negra de tiza	46	26	34	25	23	38
Pizarra acrílica 122x245	127	105	119	96	123	162
Pizarra verde de tiza	6	8	4	2	2	12
Pizarra Doble cara	19	23	41	13	45	48
TOTALES	334	296	304	234	292	402

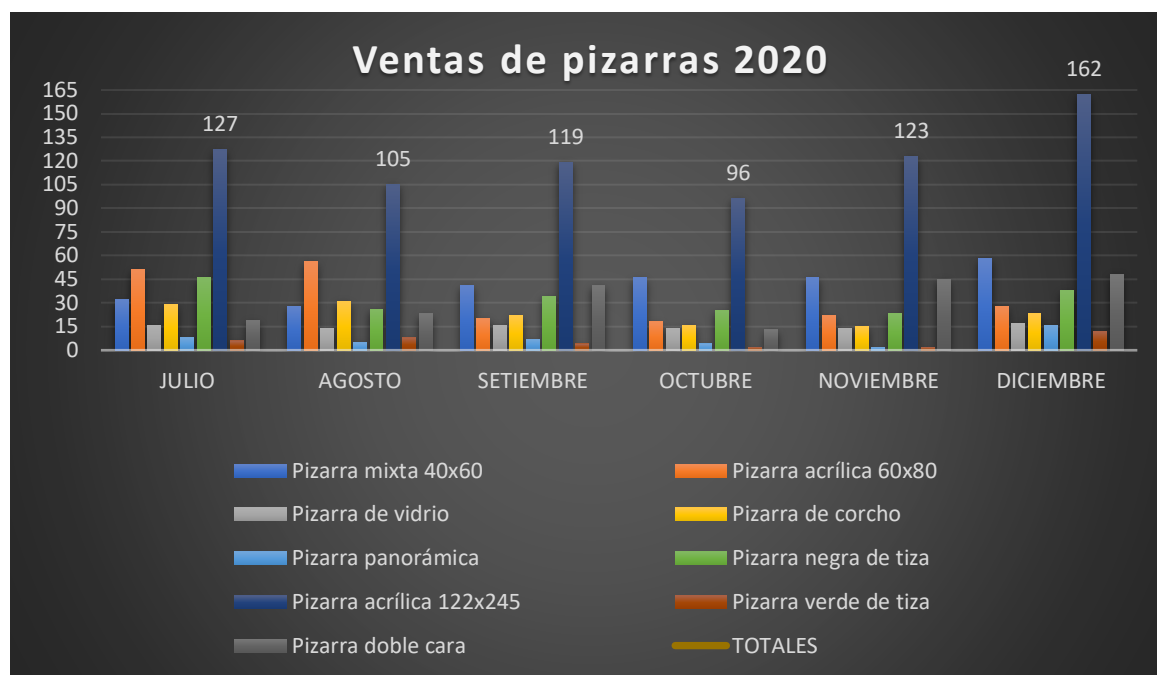
Nota: Tomado de Pizarras Tauro S.A.

Esta información brindada por la empresa es confidencial; por ende, se brindan los datos generales del semestre anterior, del año 2020, y así se logra detallar las ventas con mayores volúmenes por parte de la empresa, para tener una mayor comprensión de la información. Se realiza una comparación de los diferentes productos de mayor venta que maneja la empresa, los cuales son pizarra mixta 40x60, pizarra acrílica 60x80, pizarra de vidrio, pizarra de corcho, pizarra panorámica, pizarra negra de tiza, pizarra acrílica 122x245, pizarra verde de tiza y pizarra doble cara.

Para que todas las estrategias aplicadas a la empresa arrojen los resultados esperados y tener conocimiento de la demanda, es necesario trabajar con la información correcta en el momento preciso. Así pues, gracias a este estimado se logra determinar, lo siguiente:

Para el área de ventas, se realiza un gráfico con los datos de ventas del segundo semestre del año 2020, se encuentra un nivel de aumento mensual en la pizarra acrílica de 122x245, desde el mes de julio se venden 127 unidades mensuales; en agosto, 105; septiembre, 119; octubre 96; noviembre 123; y diciembre 162 (mes con mayores ventas en el año). En la figura 21 se presenta las ventas del 2020.

Figura 21 Ventas de pizarras del año 2020

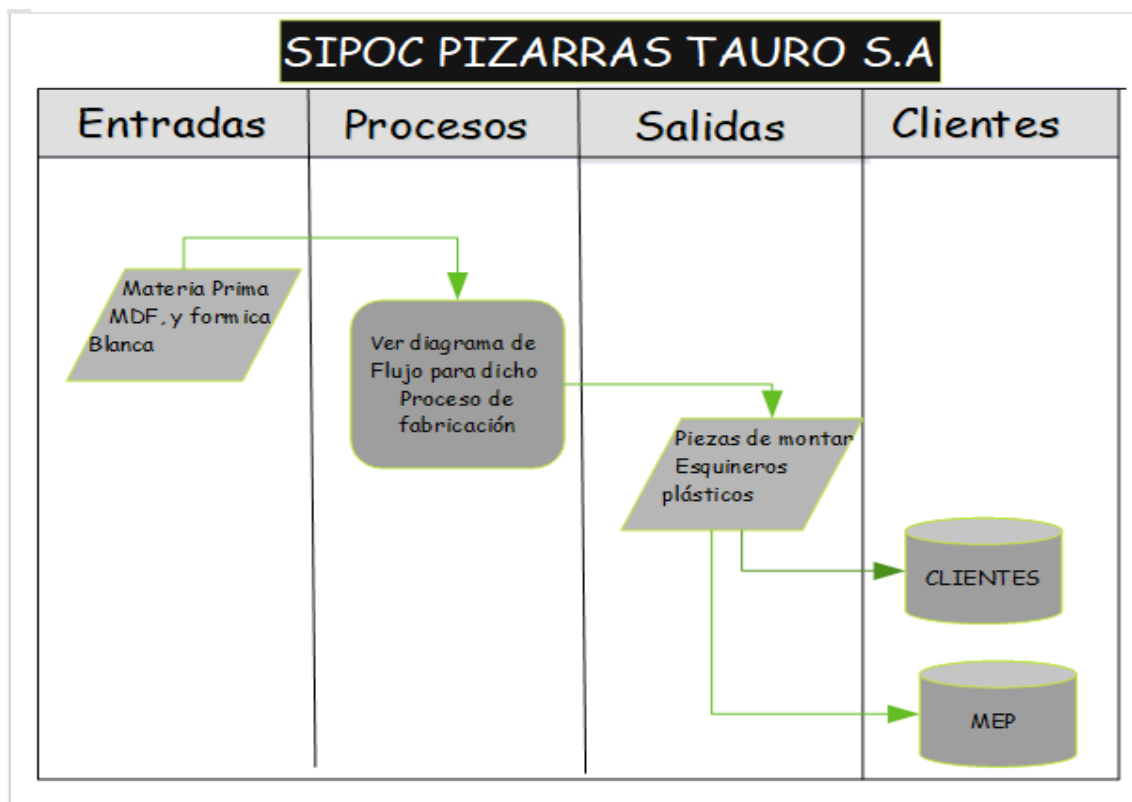


Nota: Pizarras Tauro S. A.

El proceso del diagrama SIPOC muestra a nivel macro los pasos que realiza el departamento. Para realizar una valoración actual de la empresa, este diagrama de SIPOC, como se explica en la figura 22, permite identificar a los proveedores, el recurso que suministran, el proceso de transformación que convierte los insumos en resultados, lo que se entrega a los clientes o salidas y, finalmente, los clientes de la empresa.

Otro producto fundamental es la formica blanca, una lámina dura que se integra a la madera natural o a otros tipos de madera, como los Triplays, los MDP, y en madera aglomerada. Como salida, la empresa utiliza el sistema de obtener algunas partes de la pizarra con empresas externas, así se realiza la compra de esquineros, aluminio y la misma madera de la fabricación, para la finalización del producto; están el Ministerio de Educación Pública (MEP), personas físicas y empresas privadas a las cuales se hace entrega del pedido realizado.

Figura 22 SIPOC Pizarras Tauro S.A



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Situación actual de la empresa

En la tabla 6, se presenta análisis FODA en el cual se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa en el ámbito interno y en el externo. El objetivo de esta herramienta es ofrecer un diagnóstico después del análisis interno y externo, con el fin de clasificar las observaciones del análisis interno en fortalezas y debilidades y las del análisis externo en oportunidades y amenazas, de forma que se consideren para la toma de decisiones, según la dirección que quiera tomar la gerencia de la empresa. Aquí radica la importancia del análisis FODA como elemento necesario para conocer la situación real. Su elaboración se permite buscar y analizar, de forma proactiva y sistemática, todas las variables que intervienen en la empresa Pizarras Tauro S.A, con el fin de tener mejor información al momento de tomar decisiones.

Tabla 6 FODA Pizarras Tauro

FODA PIZARRAS TAURO S.A	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Marca de alta calidad -Dispuestos a la mejora continua -Gran variedad de producto -Garantía de los productos -Más de 20 años de experiencia 	<ul style="list-style-type: none"> -Clientes que buscan productos personalizados -Competir con la calidad de otras marcas - Nuevos canales de distribución o ventas -Inversión de maquinaria para no subcontratar
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -Falta de capacitación al personal de ventas -Sobrecarga en los puestos de trabajo. -Marca poco conocida en el mercado nacional -Poca inversión para promocionar el producto 	<ul style="list-style-type: none"> -Nuevos impuestos y leyes por el gobierno -Entrada de competencia del sector -Alza de precios en la materia prima - Cambios en la tecnología -Retrasos en las entregas

Nota: María Fernanda Fallas Fallas

De acuerdo con la herramienta, una vez determinadas sus áreas de producción, se aplica para el enfoque de este proyecto la estrategia ofensiva, que consiste en explotar los puntos previos de fortalezas y oportunidades que tiene Pizarras Tauro S.A., con el fin de minimizar las debilidades de la organización en cuanto al estudio realizado. Entre las fortalezas de la compañía destaca la metodología Just in time, la cual consiste el empleo del sistema *pull*; es decir, producir únicamente lo solicitado con orden de compra por los clientes. En el caso de Pizarras Tauro, cuando se hace un trabajo en específico (ya sea personalizado o con una medida especial), se solicita el 50% de adelanto del precio del producto.

La ventaja de esta metodología es que la empresa no enfrenta costos de inventario, pues se cuenta con el producto en el tiempo solicitado para cada orden puntual. Sin embargo, el *lead time* debe definirse para dar una fecha de entrega concreta a sus clientes y cumplirla. Por la misma razón, se debe conocer la cantidad de personal que se requiere para cumplir con ese tiempo.

La excelente calidad del producto que se ofrece, así como la disposición de la empresa frente a la mejora continua son dos fortalezas también significativas, que le dan la oportunidad de ser competitiva en el mercado, en términos de innovación y tecnología. No obstante, al ser una marca nacional, a pesar de tener una amplia experiencia en el mercado costarricense (mas no en Latinoamérica), posee algunas debilidades. Entrar al mercado en Costa Rica no es tarea fácil; además, si bien es una empresa competitiva en cuanto a precios, las personas aún esperan acabados en las pizarras de alta calidad al mínimo costo, pero esa alta calidad y finos acabados no pueden venderse al mismo precio de otros materiales más sencillos, pues su costo de producción es mayor. En cuanto a la publicidad de la marca, que ayudará a la empresa a posicionarse en el mercado costarricense, la inversión es poca y a veces el presupuesto destinado a este rubro se desvía hacia pagos municipales, gastos mensuales y salarios, entre otras solicitudes por parte del Gobierno de Costa Rica o bien, del arrendatario.

Metodología Just in Time

La metodología justo a tiempo (Just in Time), como procedimiento de gestión y manejo productivo, puede ser utilizada en cualquier tipo de empresa. Entre las características de aplicación de esta metodología en Pizarras Tauro S.A. se encuentra el sistema pull, bajo el cual se abastece de la mercadería solicitada a los distintos proveedores, por lo que no mantiene un inventario de productos para la venta.

No existen costos por manejo de inventario, en el caso de los artículos de garantía se mantiene en el taller en un *stock* de piezas que podrían dañarse. Así pues, se da una disminución de desperdicios; por esta razón, se requiere un ágil acceso a los servicios de apoyo que permitan a la empresa proveer la información necesaria para la trazabilidad de la fabricación del mobiliario, con el fin de mantener al cliente informado con respecto a su compra y cumplir con el tiempo de entrega estimado. Se debe conocer cuántos fabricantes se necesitan y el tiempo estándar de fabricación para determinar el tiempo de entrega o *lead time*. Esta filosofía genera una compañía más flexible y sensible a las necesidades de los clientes, pues se entregará el producto correcto, en las cantidades exactas y en el momento justo.

Asimismo, es importante la implementación del Just in Time en la actualidad, porque se ha convertido en una ventaja competitiva, apoya a las empresas en la reducción de costos y aumenta la confianza del cliente; además, da lugar a que la empresa sea eficiente en sus operaciones.

En la tabla 7, a continuación, se explica, a grandes rasgos, en qué consiste el proceso y la aplicación de la metodología Just in Time. Esta investigación se centra en el proceso de fabricación para las cargas de trabajo, porque es en esa etapa en la que existe incertidumbre por parte de la empresa y es la que permite calcular el *lead time* de forma acertada.

Tabla 7 Diagrama de procesos JIT



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

La empresa pizarras Tauro S.A. cuenta con productos de alta calidad que requieren del mínimo servicio postventa en lo referente a cambios de piezas dañadas, faltantes o defectuosas. No obstante, para todos los proyectos se tiene un *stock* de las piezas que podrían dañarse. Estos artículos se guardan en el taller, por lo que no se asumen costos adicionales de inventario.

En el caso de que se dañe una pieza que no está dentro del inventario contemplado para las garantías, se hace una compra al proveedor o se realiza en el taller de la empresa. El tiempo de entrega tiende a ser de 2 a 3 días, en pedidos con demanda baja (1-2), incluyendo el tiempo de fabricación. En pedidos con demanda alta (100- 120), el tiempo de entrega es de 2 a 3 meses.

Manejo de desechos

Es importante considerar el manejo de los desechos o desperdicios de una empresa, principalmente hoy en día, que los negocios ponen sus esfuerzos en ser amigables con el ambiente o “verdes”. En Costa Rica, se considera importante el manejo adecuado de los residuos, y en consecuencia, la empresa Pizarras Tauro S.A. han asumido el compromiso de cuidar y proteger al medioambiente.

En el taller de fábrica, ubicado en Barrio México, se coordina el retiro de los residuos para reciclaje de forma semanal o dos veces a la semana, con la ayuda de una recicladora, pues estos desechos no se pueden depositar al basurero convencional. Asimismo, la empresa cuenta con el sistema de 0 desperdicios, pues los sobrantes de MDF y/o aluminio que ya se utilizaron se reciclan y se convierten en pizarras pequeñas o se logra vender a empresas recicladoras del país en piezas sueltas.

Evaluación de la problemática

La metodología propuesta para determinar la problemática, tomando en cuenta los elementos cuantitativos y generalidades de las tareas realizadas en el taller de la empresa son objeto del análisis empresarial, junto a una aproximación cualitativa y, por tanto, detallada de la información. De esta manera, se estableció un método de trabajo que le permitiera a los gestores de la organización una distribución equitativa de las tareas o actividades, el cumplimiento de los objetivos de cada proceso y, a su vez, determinar el número ideal de funcionarios requeridos para alcanzar niveles óptimos de productividad por cada uno.

Con el fin de analizar el impacto de la situación actual de la organización, se emplea la herramienta de priorización conocida como diagrama de Klee, la cual analizar y priorizar las causas basadas en ponderación y calificaciones propuestas por el investigador y por la empresa. Al implementar esta herramienta, primeramente, se da una recolección de datos, con el fin de dar a conocer los problemas de las áreas afectadas dentro de la ejecución de los procesos, estos se pueden ver en la tabla 8.

Tabla 8 Evaluación de la problemática

Lead time estimado, no es preciso.	A
Sobrecargas en los puestos de trabajo.	B
Falta de automatización de los procesos.	C
Retrasos en las Entregas.	D
Procesos de fabricación no Mapeados.	E

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Seguidamente, se presenta un diagrama de Klee, en el cual se pueden identificar las situaciones que afectan a la empresa pizarras Tauro S, A. Las causas se obtienen gracias a las evaluaciones realizadas mediante la observación del proceso, desde el momento en que se recibe la materia prima; se toma en cuenta el proceso de fabricación de la pizarra de estilo acrílico 122x245, con el propósito de mejorar aquellas condiciones que estén afectando los objetivos de la empresa y así poder cumplir con las expectativas del cliente.

En la tabla 9, se ordenan, de mayor a menor, los resultados obtenidos en el procedimiento anterior, según el porcentaje que se les asignó mediante la matriz de priorización. Asimismo, se calcula el porcentaje relativo y acumulado del resultado de cada área. Este gráfico se puede usar para facilitarle al resto de al personal la comprensión de importantes cantidades de datos, los cuales presentados verbalmente serían prácticamente inentendibles; de esta forma no se necesita ser especialista en el tema. Además, toma en cuenta la nota empresarial y la nota grupal.

Tabla 9 Diagrama de Klee

Nota empresarial	75	100	25	75	50		
Nota grupal	75	100	25	100	25		
Área	Lead time estimado no es preciso	Sobrecargas en los puestos de trabajo	Falta de automatización en los procesos	Retrasos en los pedidos	Procesos de fabricación no mapeados	Sumatoria	Peso
Lead time estimado no es preciso		0	0,75	0,5	0,75	2	20,00 %
sobre cargas en los puestos de trabajo	0,75		1	0,5	0,75	3	30,00 %
Falta de automatización en los procesos	0,25	0		0	0,5	0,75	8,00 %
Retrasos en los pedidos	0,75	0,5	1		0,75	3	30,00 %
Procesos de fabricación no mapeados	0,25	0,25	0,5	0,25		1,25	12,00 %
Total	1	0	1,75	0	1,25	10	100,00 %

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Asimismo, se elaboró un diagrama de Pareto, con el fin de poner en evidencia aquellas variables que generan inconvenientes en el proceso de instalación y en las cuales se deben concentrar los esfuerzos para disminuirlos o eliminarlos. Con este diagrama se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia, mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), el cual indica que existen muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves, pues por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos, como se logra observar en la tabla 10.

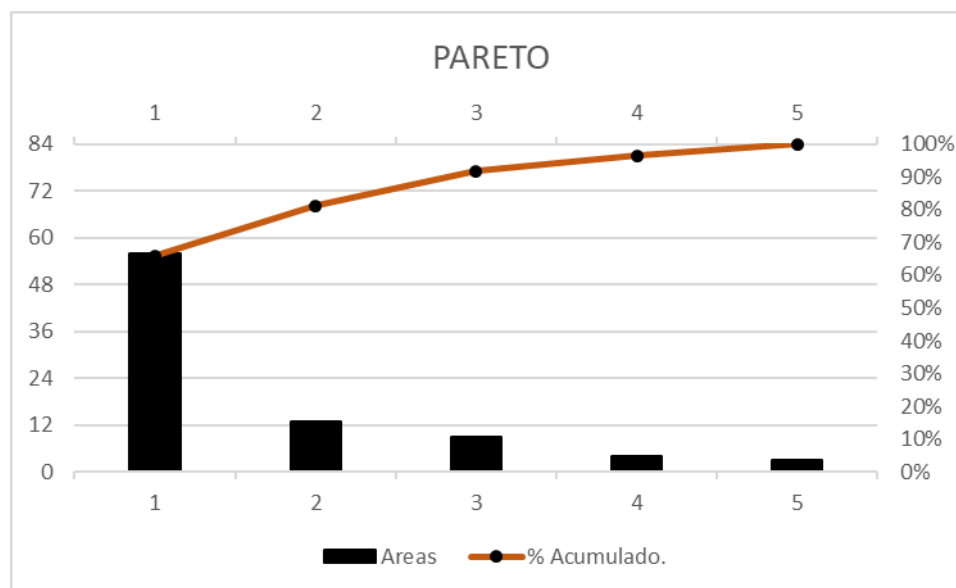
Tabla 10 Pareto Pizarras Tauro S.A.

Pareto Pizarras Tauro S.A. del mes de marzo					
Áreas	Frecuencia	%	Acumulado	% Acumulado	
E.Entregas Tardías en los pedidos.	56	66%	56	66%	
B.Lead time estimado, no preciso	13	15%	69	81%	
C.Procesos de fabricación no mapeados	9	11%	78	92%	
D.Falta de automatización de proceso	4	5%	82	96%	
A.Sobre cargas en los puestos de trabajo	3	4%	85	100%	
Total	85	100%			

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 23, se muestra el gráfico de Pareto de los problemas encontrados y los demás procesos observados anteriormente.

Figura 23 Pareto Pizarras Tauro



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

A continuación, en la tabla 11 se clasifican las causas según su importancia, con el fin de identificar los problemas críticos que afectan a la empresa.

Tabla 11 Clasificación de los problemas

Clasificación	
E. Entregas tardías en los pedidos.	66%
B. Lead time estimado, no preciso	15%
C. Procesos de fabricación no mapeados	11%

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Al observar el gráfico y las calificaciones, con el porcentaje relativo y acumulado, es posible identificar los problemas con mayor prioridad, al analizarlos según la política de eliminación de problemas causados por las características. Además, mediante los gráficos y tablas presentados para el diagrama de Klee se puede observar que la problemática principal son las entregas tardías en los pedidos, la cual tiene un mayor porcentaje en comparación con los demás.

Así pues, esta información proporciona insumos para crear un plan de mejora a partir de en este problema. Las áreas que conforman el 66 % de la problemática (A) y en las que se basa esta investigación son sobrecargas en los puestos de trabajo y *lead time* estimado, no preciso; esto porque existen sobrecargas en los puestos de trabajo. Finalmente, el 15% (B) tiene relación con el *lead time* no preciso.

Análisis de las causas del problema

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa, con la finalidad examinar cuáles son las causas que están generando el problema y así identificar posibles soluciones. Se determinó, mediante una lluvia de ideas que la problemática define que el *lead time* sea estimado y no definido, lo que facilita atacar la causa raíz para solucionar ambos problemas. El diagrama de la figura 24 se enfoca en la problemática de inversión en salarios por el tiempo de ocio de los fabricantes.

Figura 24 Diagrama de Ishikawa

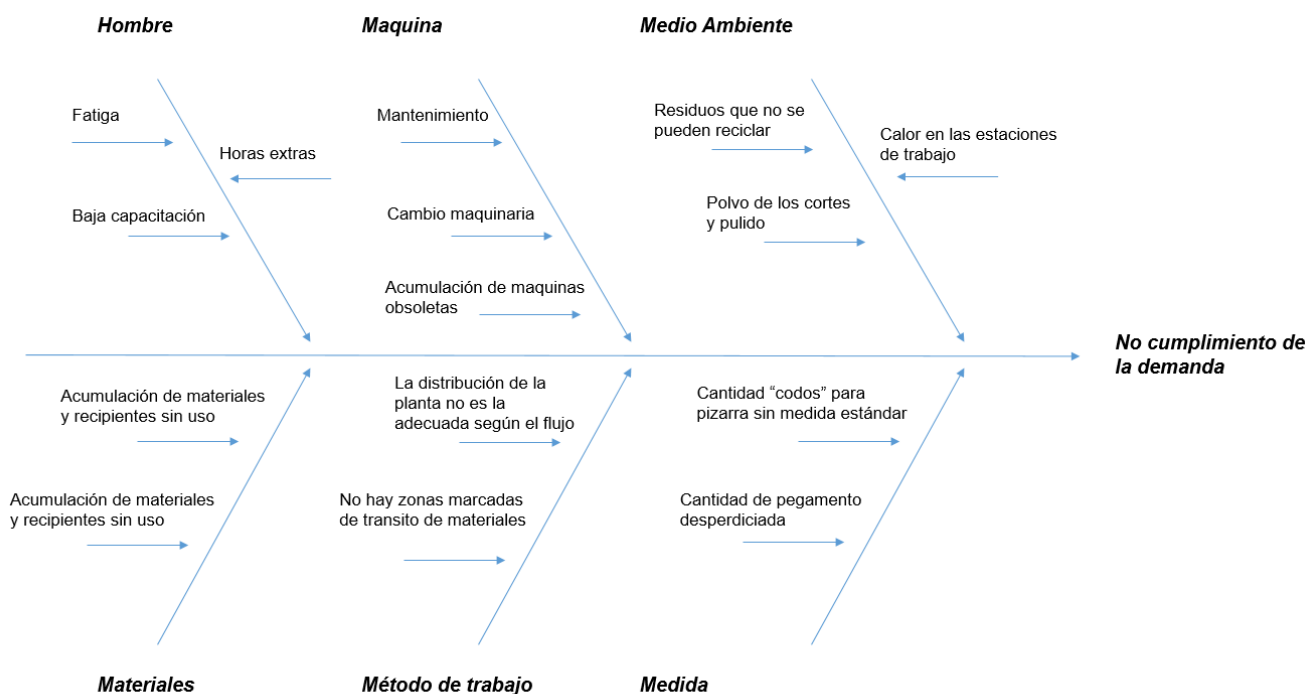


Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Los principales factores que pueden alterar el *lead time* son el mantenimiento y la calibración de maquinaria y equipos, pues en caso de tener que realizar estas actividades durante la fabricación, el tiempo final de entrega se vería afectado. Se incluye entre estos rubros la experiencia de los fabricantes, ya que esta es esencial para minimizar los retrabajos en los que puedan incurrir los fabricantes entrenados. No tener el proceso documentado y la falta de experiencia por parte de los fabricantes entrenados conllevan a retrabajos en las diferentes etapas del proceso y esto también afecta el tiempo de fabricación, así como que el operario ayudante no trabaje cuidando los detalles.

Como se explicaba anteriormente, un proceso documentado reduce el retrabajo y la necesidad de esperar fabricantes; asimismo, reduce la incertidumbre y el tiempo de espera, que significa atrasos y, en consecuencia, dinero e incumplimiento de tiempos de entrega, así como descontento por parte de los clientes. En la figura 25 se presenta el diagrama del no cumplimiento.

Figura 25 Diagrama de Ishikawa



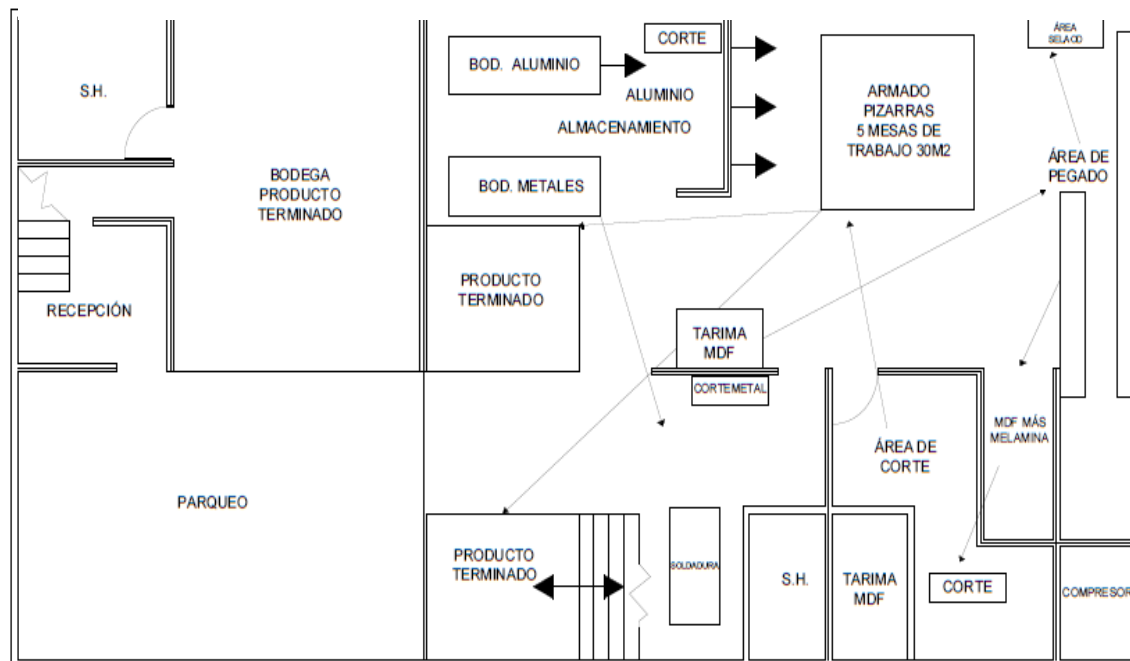
Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

La carencia de herramientas de control para definir el *lead time* de la fase de fabricación y todas las etapas que el proceso influye en el riesgo de incumplir con lo prometido a los clientes, lo cual

afectaría negativamente el prestigio de la empresa y su reputación. Durante las visitas realizadas a la planta de producción en Barrio México, se observó que dentro de los problemas más graves de Pizarras Tauro, se encuentra el incumplimiento de la demanda.

Adicionalmente, se observó que no se posee una adecuada distribución de planta con base en el flujo de procesos, al igual que la distribución de las bodegas tanto de materias primas como productos terminados, no se cuenta con un sistema adecuado para la administración de los inventarios. El deterioro de las materias primas es bastante frecuente, al área de producción no tiene una adecuada iluminación, el personal no ha sido capacitado y no posee conocimiento de herramientas de gestión de buenas prácticas de manufactura, gestión y control de la calidad, salud ocupacional y gestión ambiental. Como parte fundamental en la distribución de planta, se colocan las flechas donde se ubica el fabricante (figura 26).

Figura 26 Distribución de planta



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Proceso de fabricación Pizarras Tauro S.A.

En la etapa de fabricación de pizarras, se lleva a cabo una serie de pasos. Esta fabricación fue visualizada por el encargado de taller y un ayudante sin previa capacitación. Al ser este un proceso que consta de varios pasos o etapas se dividió en tres diagramas de flujo, en los cuales se señalaron cada una de las fases que conforman la fabricación de una pizarra de estilo acrílico.

La instalación a domicilio de dicho producto es el paso número uno en el primer flujograma y consiste en la entrada de solicitud de compra, para lo cual la empresa actualmente maneja un sistema de compras *online*. Asimismo, también maneja compras mediante un asesor de piso, quienes solicitan toda la información necesaria, como medidas, cantidad, material, diseño y personalización personificación. Estos asesores también brindan los precios de costo por unidad de la pizarra 22x245, el cual es de €69.906 con impuesto de valor agregado incluido (IVA).

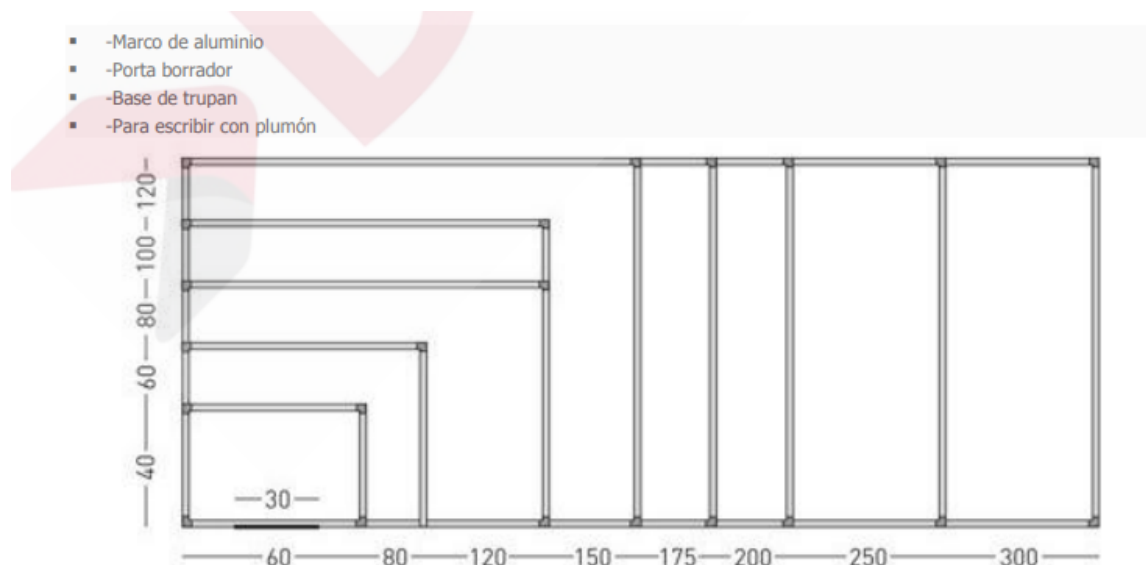
Como paso primordial en el pedido, se solicita si las medidas que requiere el cliente son genéricas, o si es un estilo y diseño en específico, en cuyo caso se le pasa al diseñador a cargo, quien se encarga de realizar el dibujo con la figura y medidas indicadas. De no ser un pedido con diseño, se envía la orden al encargado de taller, con el pedido; en este caso, se realiza así, pues es una compra con las medidas genéricas que ya maneja la empresa.

El encargado es quien revisa la disponibilidad del material, para utilizar los materiales sobrantes de pedidos anteriores y evitar la inversión en nuevo. En caso de no haber material disponible, se solicita la cantidad requerida al proveedor de materia prima, lo que sería la MDF y el aluminio. Este colaborador recibe la materia prima por parte del encargado de taller y este realiza la tarea de enviar el material al taller y se almacena en el lugar correspondiente donde la pizarra 122x245 será fabricada, para que se proceda con la orden. Por otro lado, si hay material disponible en el taller, se procede con la orden.

La empresa le asignó al encargado de taller la tarea de delegar cuál de los tres fabricantes se va a dedicar a realizar el pedido. Una vez asignado, el fabricante procede a realizar las tomas de las medidas solicitadas por el cliente; en este paso, pueden ser medidas ya estimadas, o bien, personalizadas. La investigación se enfoca en el producto con mayor demanda, el cual es la pizarra 122x245, el encargado de taller delega cuál de los moldes se va a utilizar como parte del proceso de fabricación, con las guías utilizadas para su medida, el cual es el método utilizado por la empresa

para tener los cortes del material del tamaño solicitado. En la figura 27 se muestra un ejemplo de los moldes de todas las medidas que maneja la empresa.

Figura 27 Moldes de tamaños

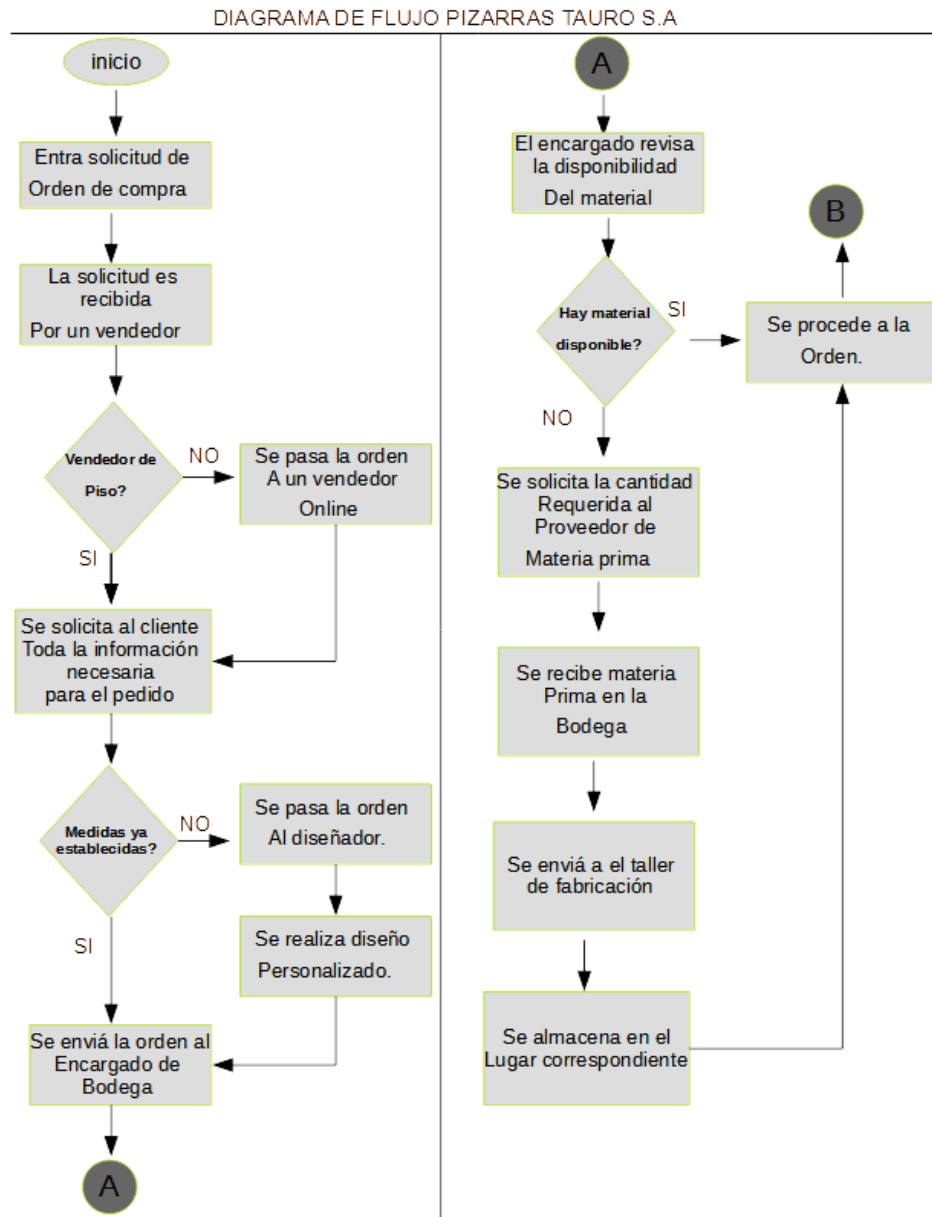


Nota: Tomado de Pizarras Tauro S.A.

En cuanto al proceso en sí de la fabricación, se utiliza el material MDF como principal soporte de la pizarra y se cortan todos los bordes sobrantes de las medidas ya establecidas, en este caso, la guía es con el tamaño de 122x245. Seguidamente, se aplica el pegamento industrial y se deja reposar unos minutos, ya que al ser industrial tiende a ser de secado rápido; después de dicho proceso, para un mejor acabado, los fabricantes emplean una pulidora, cuya función es no dejar salientes de pegamento ni de madera en las orillas, sino que esta tenga forma uniforme. Luego, mismo cortan el aluminio que va alrededor de la pizarra, en el cual marcan seis puntos específicos donde son ensamblados los tornillos. Como punto clave al finalizar, los fabricantes revisan el estado total de la pizarra, que no haya sobrantes de pegamento y que su calidad esté intacta. Estas pizarras acrílicas se venden en lote.

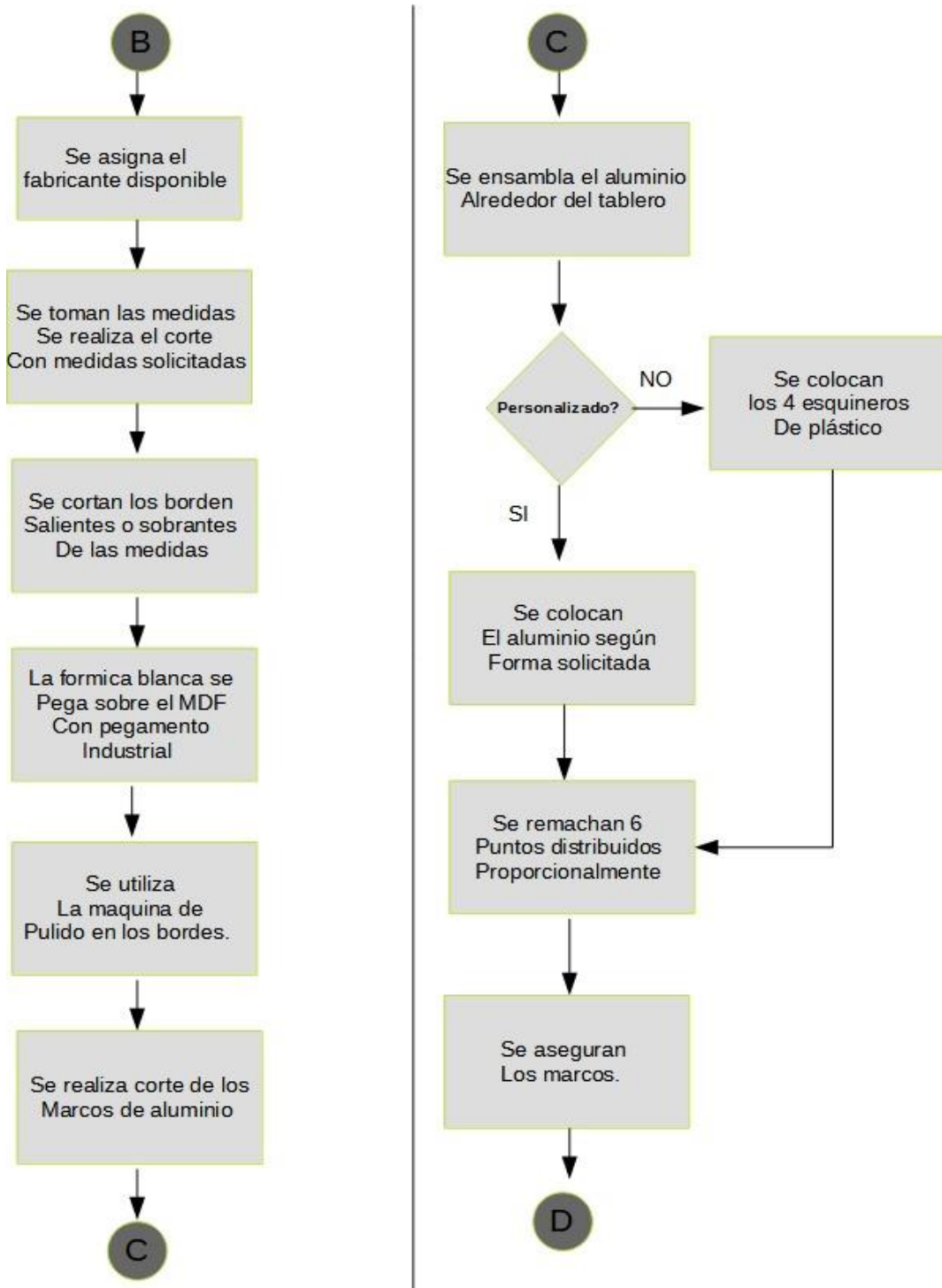
Para la evaluación de la productividad, se tomaron como referencia los tiempos de operación, de inspección, transporte, esperas y almacén, para lo cual se utilizó el diagrama de flujo de proceso. En las tablas 12, 13 y 14 se ilustra el diagrama de flujo, para una mejor comprensión del proceso.

Tabla 12 Diagrama de flujo



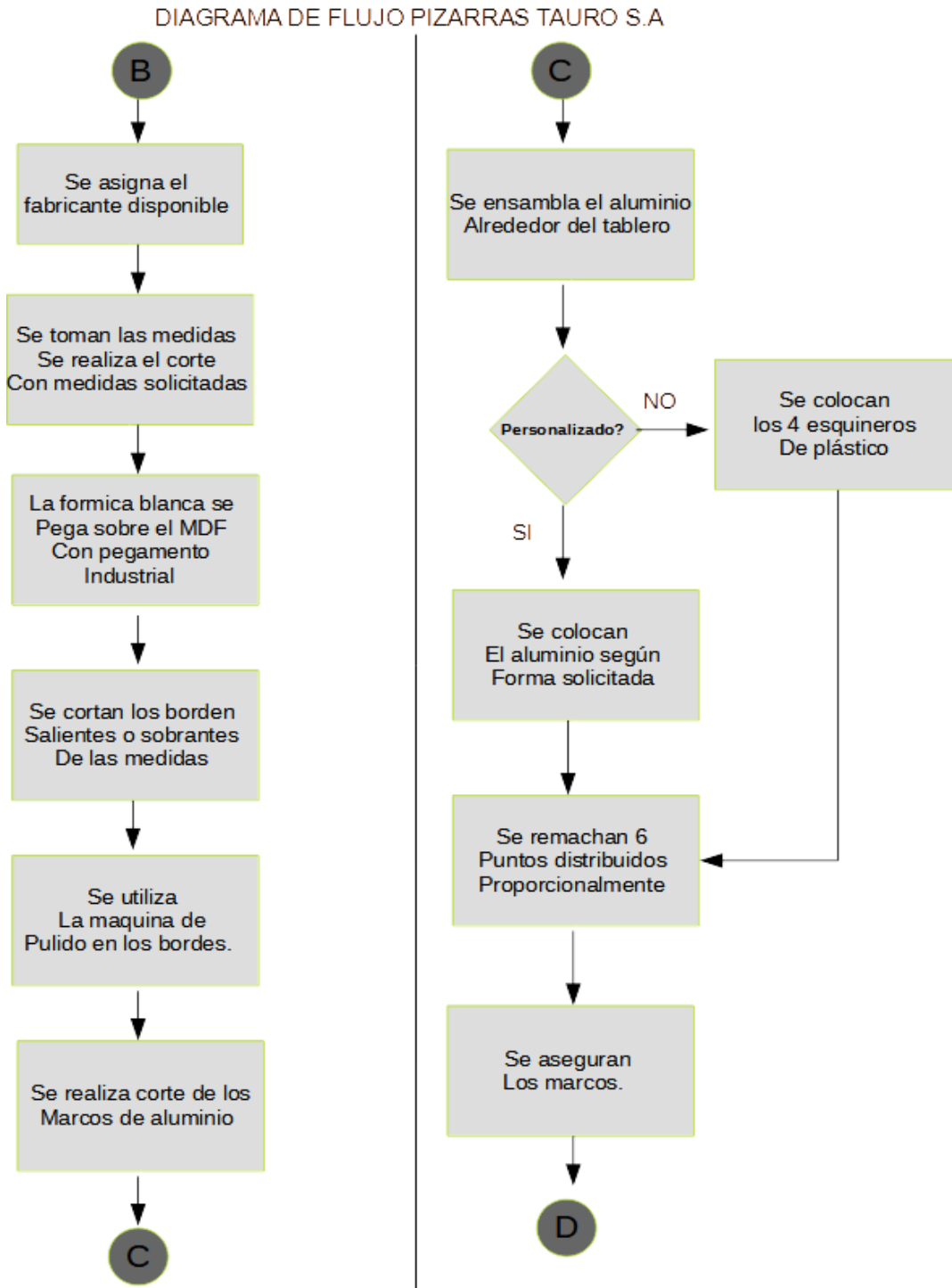
Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Tabla 13 Diagrama de flujo



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Tabla 14 Diagrama de flujo



Nota: María Fernanda Fallas Fallas

El proceso de instalación

Dicho diagrama de flujo es valorado para la comprensión de la fabricación de las pizarras acrílicas. Se comienza por la asignación del encargado de taller, quien delega la tarea a 2 fabricantes que se encuentren disponibles. Ellos deben confirmar con el encargado de taller el pedido, las medidas y la figura estimada, que sea la correcta según la solicitud del cliente.

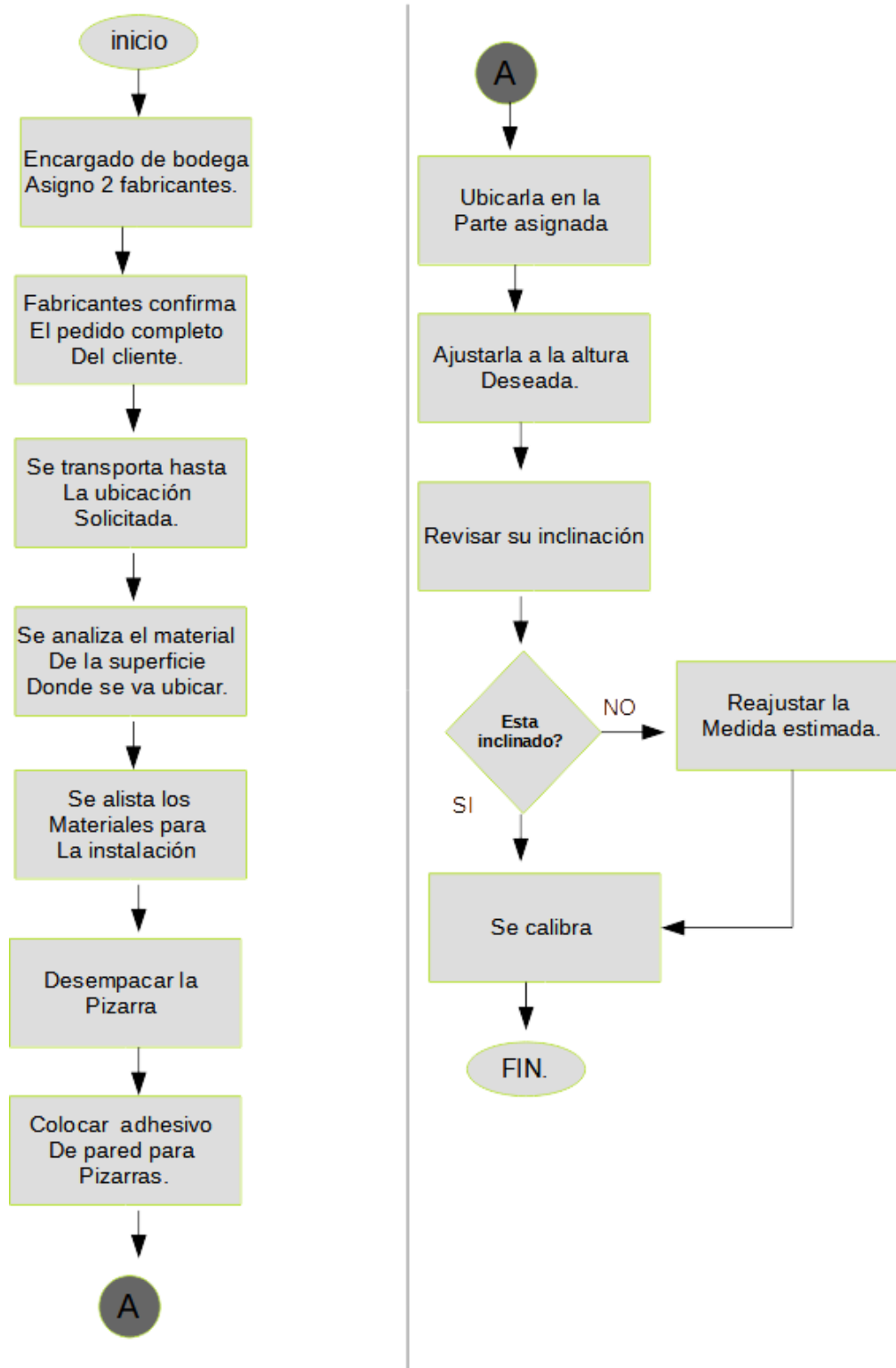
El paso de transportar el producto hasta el lugar solicitado es variable, ya que no se maneja una ruta establecida, sino que los instaladores son los mismos fabricantes que tienden a tener pedidos en espera en el área de taller. Cuando el instalador llega a la ubicación deseada, se procede a analizar en qué superficie va a ser colocada la pizarra y cuáles materiales se van a emplear para la correcta colocación; asimismo, se procede a desempacar la pizarra del plástico, para evitar daños. Los instaladores comienzan por:

- Limpiar bien la superficie de los tornillos con un paño con alcohol o agua pura. Asegurarse de eliminar todo el polvo y la grasa.
- Miden con la pizarra acrílica dónde colocar los tornillos. Retiran la película protectora del primer tornillo
- Realizan el montaje de está utilizando un taladro.

En la mayoría de las ocasiones, se utiliza el adhesivo de pared para pizarras, sin importar la superficie. La calidad del adhesivo tiende a pegar en cemento y madera. Los instaladores tienen la tarea de ubicarla en la zona asignada y de ajustarla a la altura deseada por el cliente; además de nivelar la postura de la pizarra, en caso de que esté inclinada se tiene que calibrar, y en caso de que se reajusta a la medida, por un diseño personalizado.

El cual tiende a afectar el proceso de entregas directamente, pues la empresa asigna la carga de instaladores y muchas veces se deja de lado la tarea de fabricantes, para realizar un domicilio. Ahí se encuentra la falla que tiene el proceso y, por ende, se dan los atrasos en los pedidos realizados, como se muestra en el diagrama de flujo de tabla 15, que representa gráficamente el proceso de instalación de las pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A.

Tabla 15 Diagrama de flujo



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Estudio de movimientos

A continuación, se presenta el estudio de movimientos para la fabricación de pizarras de estilo acrílico 122x245. Se siguen los pasos de seleccionar, registrar método, examinar, idear nuevo método, aprobación, implementación y mantener en uso para realizar el estudio. De igual manera, se utiliza el diagrama bimanual, con el fin de registrar todos los movimientos que realicen los fabricantes y analizar cuáles no agregan valor al proceso. Así pues, se tiene la siguiente clasificación de movimientos fundamentales:

Movimientos productivos:

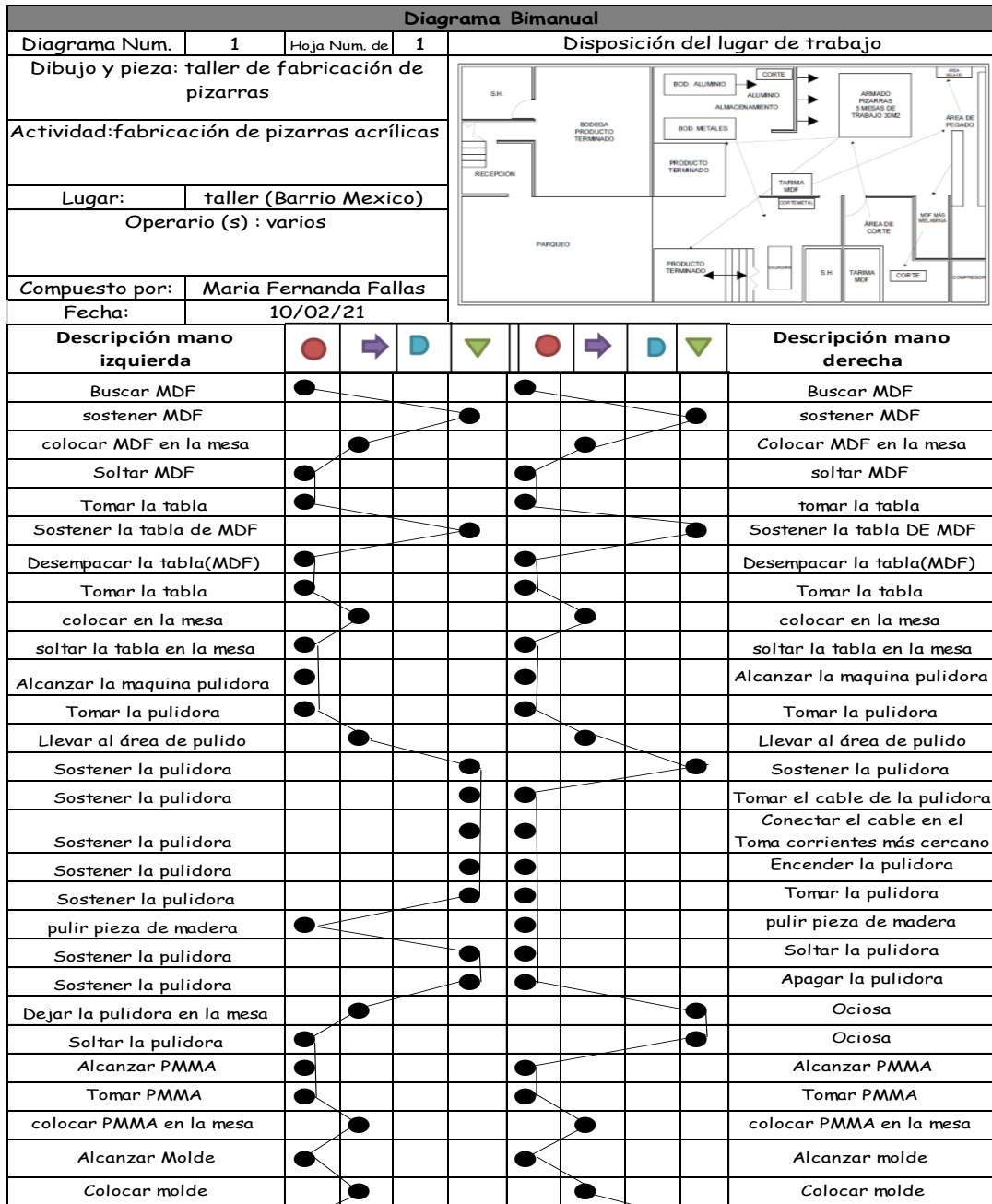
- Alcanzar
- Usar
- Mover
- Ensamblar
- Tomar
- Desensamblar
- Soltar
- colocar en posición

Movimientos improductivos:

- Buscar
- Demora evitable
- Planear
- Seleccionar
- Demora inevitable
- Descansar
- Inspeccionar
- Colocar en posición
- Sostener
- Selección de operación

Se selecciona el área de taller y, en específico, el procedimiento para fabricación de pizarras 122x245, pues se desea conocer el procedimiento actual Registrar método, se elabora un diagrama bimanual, con el fin de registrar los movimientos que realizan ambas manos durante la fabricación y cómo se pueden clasificar en productivos e improductivos. En la figura 28 se presenta la primera parte del diagrama bimanual para registrar los movimientos.

Figura 28 Diagrama de flujo.



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 29, continúa el diagrama bimanual realizado para registrar los movimientos.

Figura 29 Diagrama Bimanual

Descripción mano izquierda	●	➔	D	▼	●	➔	D	▼	Descripción mano derecha
Alcanzar marcador	●								Ociosa
ociosa				●					Sostener marcador
Marcar las medidas del PMMA	●				●				Marcar las medidas del PMMA
colocar el marcador en la mesa	●	●						●	ociosa
Soltar el marcador	●							●	ociosa
Colocar el PMMA en la tabla de madera		●				●			Colocar el PMMA en la tabla de madera
Ociosa				●	●				Alcanzar el pegamento
Ociosa				●	●				Tomar el pegamento
Ociosa				●	●				Reforzar el centro con pegamento
Ociosa				●	●				Dejar el pegamento en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el pegamento
Alcanzar el espátula	●				●				Alcanzar el espátula
Tomar la espátula	●				●				Tomar la espátula
Retirar el excedente de pegamento	●				●				Retirar el excedente de pegamento
Soltar el pegamento	●				●			●	Dejar el pegamento en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el pegamento
Alcanzar aluminio	●				●				Alcanzar aluminio
tomar aluminio	●				●				tomar aluminio
sostener aluminio				●				●	sostener aluminio
colocar aluminio en la mesa		●				●			colocar aluminio en la mesa
tomar cortadora				●				●	Ociosa
sostener cortadora				●				●	sostener cortadora
sostener cortadora				●		●			Llevar al área de corte
Alcanzar aluminio	●				●				Alcanzar aluminio
dejar aluminio en la mesa		●				●			dejar aluminio en la mesa

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 30, continúa el diagrama bimanual realizado para registrar los movimientos.

Figura 30 Diagrama Bimanual

Descripción mano izquierda	●	➔	D	▼	●	➔	D	▼	Descripción mano derecha
sostener cortadora				●				●	Sostener la cortadora
sostener cortadora				●	●				Tomar el cable de la cortadora
sostener cortadora				●	●				Conectar el cable en el toma
sostener cortadora				●	●			●	sostener cortadora
sostener cortadora				●	●				Soltar el cable
sostener cortadora				●	●				Encender la cortadora
sostener cortadora				●	●				Tomar la cortadora
cortar la pieza de aluminio	●			●	●				cortar la pieza de aluminio
sostener cortadora				●	●				Soltar la cortadora
sostener cortadora				●	●				Apagar la cortadora
Ociosa				●	●				Alcanzar la cinta métrica
Tomar la cinta métrica	●			●	●				Tomar la cinta métrica
Confirmar mediciones de la tabla				●				●	Confirmar mediciones de la tabla
Soltar la cinta métrica	●			●				●	Dejar la cinta métrica en su Lugar
Ociosa				●	●				Soltar la cinta métrica
Alcanzar el porta papeles con hoja de medidas	●			●					Alcanzar el lapicero
Tomar el portapapeles	●			●	●				Anotar las medidas
Sostener el portapapeles				●				●	Dejar el lapicero en su lugar
Sostener el portapapeles				●	●				Soltar el lapicero
Alcanzar el molde para confirmar las medidas	●			●	●				Alcanzar el molde para confirmar las medidas
Tomar el molde	●			●	●				Tomar el molde
Sostener el molde				●				●	Sostener el molde
Dejar el molde en su lugar		●		●				●	Dejar el molde en su lugar
Soltar el molde	●			●	●				Soltar el molde
ociosa				●	●				Alcanzar el marcador
ociosa				●	●				Tomar el marcador
ociosa				●				●	sostener el marcador
Ociosa				●				●	Marcar donde van los esquineros inferiores
Ociosa				●				●	Sostener el marcador
Ociosa				●				●	Dejar el marcador en su

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 31, continúa el diagrama bimanual realizado para registrar los movimientos

Figura 31 Diagrama Bimanual

Descripción mano izquierda	●	➡	D	▼	●	➡	D	▼	Descripción mano derecha
Ociosa				●	●				Soltar el marcador
Alcanzar el taladro	●				●				Alcanzar el taladro
Tomar el taladro	●				●				Tomar el taladro
Hacer orificios en el area inferior	●				●				Hacer orificios en el area inferior
Soltar el taladro		●				●			Dejar el taladro en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el taladro
Ociosa				●	●				Alcanzar el marcador
Ociosa				●	●				Tomar el marcador
Ociosa				●		●			Marcar los esquineros superiores
Ociosa				●		●			Dejar el marcador en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el marcador
Ociosa				●	●				Alcanzar el taladro
Tomar el taladro	●				●				Tomar el taladro
Hacer orificios en las esquinas	●				●				Hacer orificios en las esquinas
Soltar el taladro	●					●			Dejar el taladro en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el taladro
Alcanzar la caja Con los esquineros	●				●				Alcanzar la caja Con los esquineros
Desempacar esquineros.	●				●				Desempacar esquineros.
Alcanzar el molde	●				●				Alcanzar el molde
Tomar el molde	●				●				Tomar el molde
Colocar el molde en la mesa		●				●			Colocar el molde en la mesa
Tomar los esquineros	●				●				Tomar los esquineros
Colocarlas en la mesa		●				●			Colocarlas en la mesa
tomar esquineros	●				●				tomar esquineros

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 32, continúa el diagrama bimanual realizado para registrar los movimientos

Figura 32 Diagrama Bimanual

Descripción mano izquierda	●	➡	D	▼	●	➡	D	▼	Descripción mano derecha
Colocarlas en las esquinas		●				●			Colocarlas en las esquinas
Ociosa				●	●				Alcanzar el taladro
alcanzar taladro	●							●	ociosa
sostener taladro				●				●	ociosa
ociosa			●		●				alcanzar tornillo
Sostener el tornillo y los esquineros en su lugar				●				●	Sostener el tornillo y los esquineros en su lugar
Soltar el taladro	●				●			●	Soltar el taladro
Ociosa				●	●				Dejar el taladro en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el taladro
Alcanzar la caja de porta marcadores	●				●				Alcanzar la caja de porta marcadores
Desempacar la caja de porta marcadores	●				●				Desempacar la caja de porta marcadores
Alcanzar el porta marcadores	●				●				Alcanzar el porta marcadores
Tomar el porta marcadores	●							●	Ociosa
Dejar porta marcadores en la mesa		●				●			Dejar porta marcadores en la mesa
Tomar el molde	●				●				Tomar el molde
Colocar el molde		●				●			Colocar el molde
Ociosa				●	●				Marcar donde va la el porta marcadores
Ociosa				●				●	Sostener el marcador
Dejar el molde en su lugar		●			●				Dejar el molde en su lugar
Soltar el molde	●				●				Soltar el molde
Ociosa				●	●				Alcanzar el taladro
Tomar el taladro	●				●				Tomar el taladro
Sostener taladro				●				●	Ociosa
ociosa				●	●				alcanzar tornillo
sostener tornillo				●				●	sostener taladro
Hacer orificios en el centro del tablero	●				●				Hacer orificios en el centro del tablero
Soltar el taladro	●							●	Dejar el taladro en su lugar

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 33, continúa el diagrama bimanual realizado para registrar los movimientos

Figura 33 Diagrama Bimanual

Descripción mano izquierda	●	➡	⬇	▼	●	➡	⬇	▼	Descripción mano derecha
Ociosa				●	●				Soltar el taladro
Ociosa				●	●				Tomar el marcador
Ociosa				●	●				Marcar donde va el logo
Ociosa				●	●				Dejar el marcador en su lugar
Ociosa				●	●				Soltar el marcador
Alcanzar el pegamento industrial	●				●				Alcanzar el pegamento industrial
tomar el pegamento industrial	●				●				tomar el pegamento industrial
Pegar pegamento en los puntos marcados	●				●				Pegar pegamento en los puntos marcados
ociosa				●	●				Soltar el pegamento
Alcanzar el plastico	●				●				Alcanzar el plastico
tomar el plastico	●				●				tomar el plastico
desempacar el rollo de plastico	●				●				Desempacar el rollo de plastico
colocar plastico al rededor de la pizarra		●				●			colocar plastico al rededor de la pizarra

Total	69	19	2	66	92	29	1	24	Total
Resumen									
Método	Actual		TOTAL	Derecha		SE REALIZA UN TOTAL DE 299 MOVIMIENTOS EN AMBAS MANOS			
	Izquierda	Derecha							
Operaciones	69	92							
Transportes	16	29							
Esperas	2	1							
Sostenimiento	66	24							
Inspecciones	0	0							
Total	153	146	299						

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

A continuación, se clasifican los movimientos fundamentales del proceso de fabricación de pizarras de material acrílico 122x245 en productivos e improductivos, para poder determinar cuáles son los que se están realizando en mayor cantidad. En la tabla 16, se señalan los movimientos improductivos identificados durante la fabricación de pizarras en la empresa Pizarras Tauro S.A.

Tabla 16 Movimientos improductivos

Movimientos improductivos		
Buscar cajas de MDF	Sostener el marcador	Sostener el tornillo en su lugar
Colocar el molde en la mesa	Sostener el portapapeles	Sostener MDF
Colocar en el área de pulido	Sostener el taladro	Sostener la pulidora
Colocarlas en el suelo según el molde	Sostener el molde	Ociosa
Colocar MDF en la mesa	Sostener tabla De MDF	Desempacar la tabla de MDF
Colocar el PMMA en la tabla de madera	Reforzar el centro con pegamento	Retirar el excedente de pegamento
sostener aluminio	Sostener cortadora	Llevar al área de corte

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Es común que en la mayor parte de las operaciones se presenten ciclos muy cortos de trabajo, regularmente son ciclos repetitivos, lo cual constituye una oportunidad de mejora de la operación; por lo tanto, deben analizarse con más detalle para determinar dónde es posible ahorrar movimiento. A continuación, en la tabla 17, se señalan los movimientos productivos identificados en el proceso de fabricación de las pizarras acrílicas 122x245cm.

Tabla 17 Movimientos productivos

Movimientos productivos		
Buscar cajas de MDF	Anotar las medidas tomadas	Llevar al área de pulido
Alcanzar el lapicero	Apagar la pulidora	Marcar donde van los esquineros
Alcanzar PMMA	alcanzar maquina cortadora	marcar las medidas del PMMA
Alcanzar el marcador	Alcanzar aluminio	Alcanzar espátula
Alcanzar el acrilico	Colocar PMMA En la mesa	Marcar dónde van los porta marcadores.
Alcanzar el pegamento		
Alcanzar el molde	Conectar el cable en el toma corriente más cercano	Mover a donde corresponde según el tipo de esquinero.
Alcanzar el molde para confirmar las medidas	Confirmar mediciones en la tabla de porta papeles.	Pegar pegamento en el borde
Alcanzar el porta papeles con hoja de medidas	Dejar el lapicero en su lugar	Pegar pegamento donde se usaron tornillos
Alcanzar el taladro	Dejar el marcador en su lugar	Poner en su lugar según el molde.
Alcanzar la caja con los esquineros	Dejar el pegamento industrial en su lugar	Poner pegamento donde se usaron tornillos
Alcanzar la cinta métrica	Dejar el porta papeles en su lugar	Poner la tabla sobre la mesa
Alcanzar la pegamento industrial.	Dejar el taladro en su lugar	Retirar el excedente de pegamento
Alcanzar la pulidora	Dejar la cinta métrica en su lugar	Soltar el cable
Alcanzar las cajas de los porta marcadores	Dejar la pulidora en su lugar	Soltar el lapicero
Alcanzar los tornillos de unión	Encender la pulidora	Soltar el marcador
Alcanzar tonillos y esquineros	Hacer orificios	Soltar el pegamento
Alcanzar uniones esquineras	pulir la pieza de MDF	Soltar el molde

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

A continuación, en la tabla 18, se señalan los movimientos productivos identificados en el proceso de fabricación de las pizarras acrílicas.

Tabla 18 movimientos productivos

Movimientos productivos		
Soltar el portapapeles	Tomar el cable de la pulidora	Tomar el taladro
Soltar el taladro	Tomar el acrílico	Tomar la cinta métrica
soltar la cinta métrica	tomar el aluminio	Tomar la pegamento
Soltar la pieza de madera	Tomar el pegamento	Tomar la pieza de madera
Soltar la pulidora	Tomar el molde	Tomar la pulidora
Soltar la cortadora	Tomar el lapicero	Tomar los tornillos de unión
Soltar uniones esquineras	Tomar el marcador	Tomar uniones esquineras
soltar MDF	Tomar el porta papeles	Tomar los porta marcadores
tomar maquina pulidora	Tomar cajas	tomar tabla de MDF
tomar PMMA	tomar espátula	tomar cortadora

Nota: María Fernanda Fallas Fallas

Estudio preliminar del movimiento

Se identificaron los movimientos productivos del proceso mediante el empleo de un diagrama bimanual y su análisis, con el fin de conocer los movimientos realizados por cada una de las manos del operario durante el proceso de fabricación de pizarras acrílicas de 122x245cm. Este proceso se determinó de acuerdo con las principales medidas: tiempo estándar por operario, combinaciones de actividades, asignación de trabajo compartiendo tareas, suplementos y determinación de la capacidad de producción. En la tabla 19 se muestran los s movimientos básicos del proceso.

Tabla 19 Movimientos básicos

Movimientos BASICOS		
Alcanzar el lapicero	Alcanzar el taladro	Marcar dónde van los porta marcadores.
Alcanzar PMMA	Buscar cajas de MDF	Mover a donde corresponde según el tipo de esquinero.
Alcanzar el marcador	Colocar el molde en la mesa	Pegar pegamento en el borde
Alcanzar el acrílico	Colocar en el área de pulido	Pegar pegamento donde se usaron tornillos
Alcanzar el pegamento	Colocarlas en el suelo según el molde	Poner en su lugar según el molde.
Alcanzar el molde	Colocar MDF en la mesa	Poner pegamento donde se usaron tornillos
Alcanzar aluminio		Poner la tabla sobre la mesa
Alcanzar espátula	Colocar el PMMA en la tabla de madera	Retirar el excedente de pegamento
Alcanzar el molde para confirmar las medidas	Dejar el lapicero en su lugar	Soltar el cable
Alcanzar el porta papeles con hoja de medidas	Dejar el marcador en su lugar	Soltar el lapicero
Alcanzar el taladro	Dejar el pegamento industrial en su lugar	Soltar el marcador
Alcanzar la caja con los esquineros	Dejar el porta papeles en su lugar	Soltar el pegamento
Alcanzar la cinta métrica	Dejar el taladro en su lugar	Soltar el molde
Alcanzar la pegamento industrial.	Dejar la cinta métrica en su lugar	Soltar el portapapeles
Alcanzar la pulidora	Dejar la pulidora en su lugar	Soltar el taladro
Alcanzar las cajas de los porta marcadores	Hacer orificios	soltar la cinta métrica
Alcanzar los tornillos de unión	Llevar al área de pulido	Soltar la pieza de madera
Alcanzar tonillos y esquineros	Marcar donde van los esquineros	Soltar la pulidora
Alcanzar uniones esquineras	marcar las medidas del PMMA	Soltar la cortadora

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la tabla 19, se muestran los datos básicos para dichos procesos. De ser necesario, se busca una forma de rediseñar el proceso. Se recuerda que el máximo objetivo de este estudio es encontrar las condiciones más adecuadas para maximizar la productividad y sus cargas de trabajo. En la tabla 20 se continua con la clasificación de los movimientos básicos del proceso de fabricación de las pizarras acrílicas.

Tabla 20 Movimientos básicos

Movimientos BASICOS		
Soltar uniones esquineras	Tomar el marcador	Tomar uniones esquineras
soltar MDF	Tomar el porta papeles	Tomar los porta marcadores
tomar maquina pulidora	Tomar cajas	tomar tabla de MDF
tomar PMMA	tomar espátula	tomar cortadora
Tomar el cable de la pulidora	Tomar el taladro	Tomar la pieza de madera
Tomar el acrílico	Tomar la cinta métrica	Tomar la pulidora
tomar el aluminio	Tomar la pegamento	Tomar los tornillos de unión
Tomar el pegamento	Tomar el molde	Tomar el lapicero

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Registro de los movimientos

Los elementos se dividieron y clasificaron durante la observación previa a la medida de tiempos del método de fabricación de pizarras acrílicas de la empresa pizarras Tauro S.A.

Elementos manuales: alcanzar el lapicero, alcanzar PMMA, alcanzar el marcador, alcanzar el acrílico, alcanzar el pegamento, alcanzar el molde, alcanzar el molde para confirmar las medidas alcanzar el porta papeles con hoja de medidas, alcanzar el taladro, alcanzar la caja con los esquineros, alcanzar la cinta métrica, alcanzar el pegamento industrial, alcanzar la pulidora, alcanzar las cajas de los porta marcadores, alcanzar los tornillos de unión, alcanzar tonillos y esquineros, alcanzar uniones esquineras, anotar las medidas tomadas, apagar la pulidora, alcanzar máquina cortadora, alcanzar espátula, alcanzar aluminio, colocar PMMA en la mesa colocar el molde en la mesa, colocar en el área de pulido, colocarlas en el suelo según el molde, colocar MDF en la mesa, colocar el PMMA en la tabla de madera, conectar el cable en él toma corriente más cercano, confirmar mediciones en la tabla de porta papeles, dejar el lapicero en su lugar, dejar el

marcador en su lugar ,dejar el pegamento industrial en su lugar, dejar el porta papeles en su lugar, desempacar la tabla de MDF, retirar el excedente de pegamento.

Llevar al área de corte, dejar el taladro en su lugar, dejar la cinta métrica en su lugar, dejar la pulidora en su lugar, encender la pulidora, hacer orificios, marcar dónde van los esquineros, marcar las medidas del PMMA, marcar dónde van la porta marcadores, mover a donde corresponde según el tipo de esquinero, pegar pegamento en el borde, pegar pegamento donde se usaron tornillos, poner en su lugar según el molde, poner pegamento donde se usaron tornillos, poner la tabla sobre la mesa, retirar el excedente de pegamento, soltar el cable, soltar el lapicero, soltar el marcador, soltar el pegamento, soltar el molde, soltar el taladro, soltar la cinta métrica, soltar la pieza de madera, soltar la pulidora, soltar la cortadora, soltar uniones esquineras, soltar MDF, tomar máquina pulidora, tomar PMMA, soltar el portapapeles, tomar el cable de la pulidora, tomar el acrílico, tomar el aluminio, tomar el pegamento, tomar el molde, tomar el lapicero, tomar el marcador, tomar el porta papeles, tomar cajas, tomar espátula, tomar el taladro, tomar la cinta métrica, tomar la pegamento, tomar la pieza de madera, tomar la pulidora, tomar los tornillos de unión, tomar uniones esquineras, tomar los porta marcadores, tomar tabla de MDF, tomar cortadora.

Elementos mecánicos: pulir la pieza de MDF.

Elementos dominantes: buscar cajas de MDF, pulir la pieza de MDF.

Elementos extraños: no se observaron elementos extraños durante el ciclo de fabricación.

Elementos repetitivos: alcanzar el lapicero, alcanzar el marcador, alcanzar el pegamento, alcanzar el molde alcanzar el taladro, alcanzar la cinta métrica, alcanzar tonillos y esquineros alcanzar uniones esquineros, anotar las medidas establecidas confirmar dejar el lapicero en su lugar, dejar el marcador en su lugar, dejar el pegamento en su lugar, dejar el molde en su lugar, dejar el portapapeles en su lugar, dejar el taladro en su lugar, dejar la cinta métrica en su lugar, poner en su lugar según el molde, poner pegamento donde se usaron tornillos, soltar el lapicero, soltar el marcador, soltar el pegamento, soltar el molde, soltar el portapapeles, soltar el taladro, soltar la cinta métrica, tomar cajas, tomar el lapicero, tomar el marcador, tomar el pegamento, tomar el molde, tomar el porta papeles, tomar el taladro, tomar la cinta métrica, tomar los tornillos de unión, tomar uniones esquineras.

Elementos casuales: No se observaron elementos casuales durante el ciclo de fabricación.

Elementos constantes: Atornillar los esquineros, atornillar los tornillos de MDF A PMMA.

Elementos variables: Buscar cajas de MDF, llevar al área de pulido, pulir pieza de madera a retirar el excedente de pegamento, tomar cajas, tomar la pieza de, madera.

La finalidad de esta investigación es analizar los tiempos del proceso de fabricación, para la mejora del área de taller dentro de la empresa. Se examinó el método actual y los movimientos improductivos observados no representan desmejoras en el proceso. Actualmente, se observa que los funcionarios primero organizan las cajas según el área donde serán fabricadas las pizarras, para evitar desplazamientos innecesarios durante la producción de estas.

Asimismo, no desempacar previamente al inicio del proceso de fabricación cumple dos funciones: la primera es evitar que las tablas se rayen o se ensucien, perdiendo sus acabados de calidad, y la segunda consiste en aprovechar la comunicación visual de las cajas que indican las piezas que se complementan, como lo son los esquineros y los portamarcadores.

Se evidenciaron momentos ociosos por parte de la mano izquierda, así como movimientos de sostener las cosas mientras la mano derecha trabaja. Estos movimientos se generan producto del soporte que necesita la mano derecha para efectuar algunas actividades, como atornillar, pues se deben sostener el tornillo esté en su lugar y cumple la función de soporte. Además, se observó que los fabricantes, que también son instaladores entrenados, incurrieron en reprocesos durante la fabricación y la instalación, lo cual se considera parte de la curva de aprendizaje.

Estudio de métodos

A continuación, se presenta el estudio de métodos de la fabricación de las pizarras acrílicas en la empresa Pizarras Tauro S.A Se siguen los pasos de seleccionar, registrar método, examinar, idear nuevo método, aprobación, implementación y mantener en uso para realizar el estudio. De igual manera, se utiliza el diagrama analítico, con el fin de registrar la metodología empleada por los fabricantes y así seleccionar la operación.

Se selecciona el proceso de fabricación de pizarras de estilo acrílico 122x245, desde el acomodo de la mercancía en el área de taller hasta que finaliza la realización de dichas pizarras y, con esto, el proceso de instalación, pues se desea conocer el proceso actual de la empresa y la duración de las actividades, para que la carga de trabajo del personal no se base en la estimación, sino en datos.

Visualizar las actividades realizadas, paso a paso, brinda una perspectiva mucho más detallada del proceso. Por ende, para cada actividad, se indica el tiempo que toma y la distancia, si aplica.

Estudio de tiempos

Se realizaron tomas de tiempos en el ciclo fabricación de las pizarras de material acrílico 122x245cm. Se eligió esta operación con el fin de calcular el *lead time* total del proceso, considerando el rubro de fabricación. Esta labor se llevó a cabo por dos fabricantes entrenados en la fabricación de pizarras y un ayudante, los nombres serán omitidos a solicitud de estos. Los fabricantes entrenados son quienes cuentan con capacitación previa y con los conocimientos necesarios para realizar la actividad. Sin embargo, al ser una empresa pequeña, los fabricantes no poseen la experiencia necesaria para llevar a cabo el proceso sin incurrir en errores y, por ende, en reprocesos.

Selección del operario

Se seleccionó a los dos fabricantes, cuyos nombres se omiten a solicitud de estos. Fueron seleccionados debido que se necesita obtener el panorama real de la fabricación con base en dos fabricantes quienes también son los instaladores de las pizarras. Adicionalmente, fueron los únicos encargados de la fabricación evaluada.

El investigador se presentó con los fabricantes y explicó en qué consistiría la evaluación del método, con el fin de contar con su colaboración, disposición y apoyo para la realización de las actividades y conocimiento del proceso de fabricación. Para registrar el método, se realizó un diagrama analítico para la toma de información de las actividades que se realizan en el proceso de fabricación de pizarras acrílicas. Esta información se detalla de forma sistemática y secuencial en la figura 34.

Figura 34 Diagrama analítico

Cursograma analítico				Operario	Equipo			
Diagrama Num.	1	Hoja	1	Resumen				
Objeto: PIZARRAS ACRÍLICAS			Actividad	Actual	Propuesto			
Actividad: FABRICACIÓN DE PIZARRA ACRÍLICA			Operación	●				
			Transporte	➔				
Metodo : Actual / Propuesto			Inspección	◐				
			Almacenamiento	▼				
Lugar: TALLER			Distancia (m)					
Operario (s) : fabricantes e instaladores			Mano de obra					
empresa Pizarra Tauro S.A			Costos:					
Compuesto por: MARIA FERNANDA FALLAS			Fecha: 01/01/2011					
Aprobado por:			Totales					
Fecha:								
			Simbolo					
Descripción	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (s)	●	➔	◐	▼	Observaciones
Buscar MDF	1		5	●				1 FABRICANTES
Mover donde corresponde	1		67,8		●			2 FABRICANTES
Desempacar la tabla	1		40	●				2 FABRICANTES
Colocar la tabla en la mesa	1		10		●			2 FABRICANTES
Soltar la tabla	1		2	●				2 FABRICANTES
Alcanzar maquina pulidora	1		69	●				1 FABRICANTES
Llevar al área de pulido	1		15		●			2 FABRICANTES
Ligar la pieza de madera	1		1816	●				2 FABRICANTES
Dejar la pulidora en la mesa	1		2		●			1 FABRICANTES
Alcanzar PMMA	1		13		●			1 FABRICANTES
Colocarlo en la mesa el PMMA	1		8		●			2 FABRICANTES
Alcanzar molde	1		9		●			2 FABRICANTES
Colocar molde en la mesa	1		16		●			1 FABRICANTES
Alcanzar marcador			6	●				1 FABRICANTES
Marcar en el PMMA las medidas	1		14	●				2 FABRICANTES
Colocar la PMMA encima de la madera	1		16		●			2 FABRICANTES
Alcanzar pegamento industrial	1		15	●				1 FABRICANTES
Colocar pegamento en el centro	1		47		●			2 FABRICANTES

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 35 se presenta la demostración del diagrama realizado para la fabricación.

Figura 35 Diagrama analítico

Descripción	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (s)	●	➔	◐	▼	Observaciones
Reforzar la unión	1		12	●				2 FABRICANTES
soltar pegamento	1		2	●				1 FABRICANTES
Alcanzar espátula	1		12	●				1 FABRICANTES
Retirar el excedente de pegamento	1		34	●				2 FABRICANTES
soltar espátula	1		2	●				2 FABRICANTES
Alcanzar aluminio	1		33	●				2 FABRICANTES
Colocarlo en la mesa	1		9		●			2 FABRICANTES
Tomar la cortadora	1		34	●				1 FABRICANTES
cortar las piezas de aluminio	1		1580	●				2 FABRICANTES
Dejar la cortadora en su lugar	1		3		●			2 FABRICANTES
Alcanzar portapapeles	1		4	●				1 FABRICANTES
tomar portapapeles	1		2	●				1 FABRICANTES
Revisar las medidas establecidas	1		26	●				1 FABRICANTES
Dejar portapapeles en su lugar	1		2		●			1 FABRICANTES
Tomar la cinta métrica	1		5	●				1 FABRICANTES
colocar la cinta en el aluminio	1		3		●			1 FABRICANTES
Revisar las medidas establecidas	1		8	●				1 FABRICANTES
soltar la cinta	1		1	●				1 FABRICANTES
Alcanzar molde	1		13	●				2 FABRICANTES
Colocar molde en la mesa	1		5		●			2 FABRICANTES
Alcanzar aluminio	1		16	●				1 FABRICANTES
cortar aluminio	1		207	●				2 FABRICANTES
Alcanzar pegamento industrial	1		7	●				1 FABRICANTES
Pegar aluminio en el borde	1		445,2	●				2 FABRICANTES
Alcanzar marcador	1		3	●				1 FABRICANTES
Marcar donde los esquineros inferiores	1		69,6	●				2 FABRICANTES
Dejar el marcador en su lugar	1		3		●			1 FABRICANTES
Alcanzar taladro	1		16	●				1 FABRICANTES
Hacer orificios en el área inferior	1		507	●				2 FABRICANTES
Dejar el taladro con su lugar	1		3		●			1 FABRICANTES
Tomar marcador	1		2	●				1 FABRICANTES
Marcar donde los esquineros superiores	1		70,8	●				2 FABRICANTES
colocar el marcador en su lugar	1		3		●			1 FABRICANTES
alcanzar taladro	1		3	●				1 FABRICANTES
Hacer orificios en las esquinas	1		153	●				2 FABRICANTES
soltar taladro	1		2	●				1 FABRICANTES
Dejar el taladro en su lugar	1		8		●			1 FABRICANTES
Alcanzar caja con los esquineros	1		67,8	●				1 FABRICANTES
colocarlos en la mesa	1		2		●			2 FABRICANTES
Alcanzar molde	1		8	●				2 FABRICANTES

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En la figura 36 presenta la demostración del diagrama realizado para la fabricación.

Figura 36 Diagrama analítico

Descripción	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (s)	●	➔	◐	▼	Observaciones
Colocar molde en las esquinas	1		12		●			2 FABRICANTES
tomar esquineros	1		11	●				1 FABRICANTES
Colocarlos encima del molde	1		13		●			2 FABRICANTES
Alcanzar tornillos	1		4	●				1 FABRICANTES
Sostener el tornillo	1		18				●	1 FABRICANTES
alcanzar taladro	1		2	●				2 FABRICANTES
Sostener el tornillo y el esquinero	1		152,4				●	2 FABRICANTES
soltar taladro	1		2	●				1 FABRICANTES
Alcanzar caja de porta Marcadores	1		45	●				1 FABRICANTES
Tomar porta marcadores	1		30	●				1 FABRICANTES
Dejarlos en la mesa	1		2		●			1 FABRICANTES
tomar molde	1		8	●				1 FABRICANTES
Colocar molde donde va el porta marcadores	1		3		●			1 FABRICANTES
Marcar donde va el porta marcadores	1		23	●				1 FABRICANTES
Dejar el molde en su lugar	1		15		●			1 FABRICANTES
alcanzar taladro	1		3	●				1 FABRICANTES
Tomar taladro	1		2	●				1 FABRICANTES
Alcanzar tornillo	1		16	●				1 FABRICANTES
sostener tornillo	1		23				●	1 FABRICANTES
pegar porta marcadores	1		16	●				2 FABRICANTES
Hacer orificios en el centro del tablero	1		69,6	●				1 FABRICANTES
Dejar el taladro con su lugar	1		2		●			1 FABRICANTES
Tomar marcador	1		6	●				1 FABRICANTES
Marcar donde va el logo de la empresa	1		8	●				1 FABRICANTES
Dejar el marcador en su lugar	1		1		●			1 FABRICANTES
Alcanzar pegamento industrial	1		24	●				1 FABRICANTES
Pegar la placa	1		180	●				1 FABRICANTES
Dejar pegamento en la mesa	1		1		●			1 FABRICANTES
Alcanzar plástico	1		16	●				1 FABRICANTES
Colocar plástico alrededor de la pizarra	1		189,6		●			2 FABRICANTES
Total			6454	56	29	0	3	

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Mediante el análisis, se identificaron las fases del proceso y el tiempo que toma a los fabricantes realizar cada una de las tareas diarias. Los tiempos de fabricación se registraron con un cronómetro, y por tiempos en ciclo. Al separar las fases de fabricación, se identificó la duración de cada una y el personal requerido para realizarla, si bien es cierto las fases se interrumpen entre ellas, el tiempo indicado corresponde al total de 6454 segundos; es decir, 1 hora con 47 minutos y 34 segundos para la fabricación de una pizarra, con 2 fabricantes.

Registro de la información

Con base en el estudio visual realizado, se logró validar que el procedimiento completo requiere de mayor enfoque, pues está relacionado con el *lead time*. Se registra el método actual desde el momento en que el operario ordena las cajas de MDF recibidas hasta que se pega la placa con el logo de la empresa. Este proceso tarda aproximadamente 2 horas por pizarra. Se utilizan herramientas como un taladro para hacer los orificios y atornillar, cinta métrica para medir antes y durante la fabricación y pegamento industrial.

El proceso comienza cuando el fabricante busca las cajas de MDF, la cual es la materia prima utilizada para la pizarra 122x24; asimismo, la mueve donde corresponde y la desempaca. Luego, coloca la tabla en su posición de trabajo y la suelta para poder alcanzar la máquina pulidora y así llevar al área de pulido para poder lijar la pieza de MDF. El mismo fabricante deja la pulidora en la mesa para alcanzar PMMA y colocarlo en la mesa, los fabricantes utilizan moldes; así, en este paso, alcanzan el molde y lo colocan en la mesa. Al mismo tiempo, el fabricante alcanza el marcador y marcar en el PMMA las medidas ya establecidas

Seguidamente, colocan la PMMA encima de la madera, para así poder alcanzar el pegamento industrial y aplicar dicho pegamento en el centro, para que se logre reforzar la unión. El fabricante suelta el pegamento y con la misma mano alcanza la espátula, la cual es utilizada para retirar el excedente de pegamento y así poder continuar con la siguiente tarea, alcanzar el aluminio, colocarlo en la mesa y tomar la cortadora para cortar las piezas de aluminio. Los fabricantes alcanzan el portapapeles para revisar las medidas establecidas de la pizarra y así tomar la cinta métrica y colocar la cinta encima del aluminio, para así revisar las medidas establecidas; vuelven alcanzar molde y lo colocan encima del molde en la mesa, para poder alcanzar el aluminio, lo cortan y alcanzan pegamento industrial.

Seguidamente, los fabricantes pegan aluminio en el borde y, de nuevo, vuelven a alcanzar el marcador; marcan dónde van los esquineros inferiores y alcanzan el taladro para realizar los orificios en el área inferior. Nuevamente toman el marcador y marcan dónde van los esquineros superiores, para hacer orificios en las esquinas. Un fabricante deja el taladro en su lugar y alcanza la caja con los esquineros, los coloca en la mesa, vuelve alcanzar el molde y lo coloca en las esquinas, para después colocarlos encima del molde y así poder alcanzar los tornillos; también alcanza el taladro mientras sostiene el tornillo y el esquinero.

Para estas pizarras, se coloca una porta marcadores; el fabricante, en este paso, alcanza la caja de porta marcadores y los deja en la mesa, vuelve a tomar el molde y lo coloca donde va el porta marcadores, marca donde iría este y deja el molde en su lugar. El mismo fabricante alcanza el taladro y un tornillo y pega la porta marcadores en la tabla de MDF; los mismos fabricantes, marcan dónde va el logo de la empresa con el marcador y con el pegamento industrial, para así poder pegar la placa del logo. Para finalizar, alcanzan el plástico y lo colocan alrededor de la pizarra

Medida del tiempo de los métodos

Seguidamente, se presenta la medida del tiempo de los métodos de las pizarras acrílicas, mediante la observación directa. Se siguen los pasos de seleccionar al operario, el acercamiento con el trabajador, obtener informes, estudio preliminar del movimiento, registro de los movimientos, determinación de los tiempos elementales, tolerancias y el cálculo del tiempo concedido.

Para llevar a cabo la presente investigación, se realizaron previamente los estudios de métodos y movimientos, con el fin de identificar los movimientos productivos del proceso. Es decir, este estudio no toma en cuenta las esperas, los reprocesos ni los retrasos que se puedan presentar durante la fabricación, pues considera que los fabricantes cuentan con un entrenamiento avanzado y con la experiencia práctica suficiente para poder fabricar las pizarras acrílicas eficientemente.

Obtener informes

Se realizó la medida de los tiempos del método de fabricación de pizarras acrílicas, dado que se necesita determinar la duración promedio de esta etapa con una determinada cantidad de trabajadores, para poder realizar un cálculo del *lead time*. Para llevar a cabo esta actividad, los fabricantes emplearon herramientas como el taladro, la cinta métrica, marcadores y el equipo de

fabricación que incluye el mobiliario. Este procedimiento se llevó a cabo en el taller de la empresa, ubicado en Barrio México, donde los fabricantes trabajan toda la jornada de pie, con un clima variable cada día. El proceso no se encuentra estandarizado, por lo que el control de calidad se realiza con base en el entrenamiento previo y la experiencia de los fabricantes entrenados, según se muestra en la tabla 21 en la lista de comprobación.

Tabla 21 Tabla de Check list

CHECK LIST CLASIFICACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA						
Estación de trabajo: _____			Fecha: _____			
Nombre del equipo	Localización	Cantidad	Estatus		Proceso de eliminación	
			Necesario	Innecesario		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Suplementos y valoración del ritmo de trabajo

Se considera el tiempo que se le concede al fabricante, con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y los elementos llevados a cabo en el proceso de fabricación que se presentan durante toda la tarea a desarrollar. Se toman en cuenta las tolerancias indicadas en la tabla 22, de acuerdo con el porcentaje establecido en la tabla de suplementos.

Tabla 22 Tabla de tolerancia Pizarras Tauro S.A.

Tabla de tolerancias PIZARRAS TAURO	
Necesidades personales	5,00 %
Fatiga básica	4,00 %
De pie, inclinado 45°	4,00 %
Esfuerzo dinámico 4 kg	8,00 %
De gran precisión o muy fatigoso	6,00 %
Necesidad de alumbrado especial	1,00 %
Ruido intermitente y fuerte	2,00 %
TOTAL	30,00 %

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Con una calificación de 90% para el operario, se calculó el tiempo normal de duración del ciclo en la tabla 23.

Tabla 23 Cálculo del tiempo normal

TIEMPO NORMAL (HORAS)	1h 47min * 0,90	1h 36 min
-----------------------	-----------------	-----------

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Tiempo estándar

Este tiempo es el que se necesita el fabricante cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal. Con el total de suplementos obtenido de la tabla de tolerancias y el tiempo normal, se calculó el tiempo estándar de la actividad evaluada en la tabla 24.

Tabla 24 Cálculo del tiempo estándar

TIEMPO ESTÁNDAR EN HORAS	1h 36min + (1h 36 min* 30%)	2 h 6 min
--------------------------	-----------------------------	-----------

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Por lo tanto, el tiempo estándar de la operación, es de un total 2 h 06 min por fabricación, tomando en cuenta los suplementos y el ritmo de trabajo de los colaboradores.

Razón de producción

El tiempo de producción es de 1 hora 36 minutos, el cual varía según el tamaño pedido. Un proyecto de 100 unidades no tendrá la misma duración que un solo pedido; sin embargo, se mantendría una razón de producción del cálculo en horas. En la tabla 25 se realiza el cálculo de la razón de producción para conocer cuántas fabricaciones se producen por minuto, de acuerdo con el tiempo estándar calculado.

Tabla 25 Cálculo de la razón de producción.

RAZÓN DE PRODUCCIÓN EN HORAS	60/124 min	0,4838
------------------------------	------------	--------

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Según los cálculos realizados, la razón de producción para el ciclo de fabricación es de 0,4838 pizarras por hora. Esta depende de la formación y experiencia de los fabricantes, pues en la medida de tiempo del método descrita se considera que los trabajadores cuentan con amplia experiencia y entrenamiento en la fabricación de las pizarras mencionadas

Si se labora las 8 horas continuas se realizaría un total de 3,81 pizarras por obrero; eso quiere decir que al día, si son 3 obreros, se pueden realizar 11,43 pizarras; esto tomando en cuenta que los fabricantes no tengan que dejar su producción en taller de lado y se tengan que ir a instalar. Con base en esto, se documentó la información que sería de utilidad para el cálculo del *lead time* y la asignación de cargas de trabajo del personal requerido para cumplir con el tiempo de entrega, como se muestra en la tabla 26 con una muestra de 7 pizarras.

Tabla 26 Duración de fabricación sin instalación

Nombre:		PIZARRAS TAURO S.A.						
Área:		Fabricación Pizarras Acrílicas						
<div style="background-color: green; color: white; border-radius: 10px; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">Inicio</div> <div style="background-color: red; color: white; border-radius: 10px; padding: 10px; text-align: center;">Pausa/Fin</div>		Operario	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo	Transcurrido por pizarra	Tipo de Pizarra	Tiempo con instalación
	1	Operario 1	07:59:04	09:43:08	01:44:04	1 h - 44 min - 4 seg	Acrílica 122x245	No
	2	Operario 2	13:59:09	15:57:15	01:58:06	1 h - 58 min - 6 seg	Acrílica 122x245	No
	3	Operario 2	10:39:17	12:49:40	02:10:23	2 h - 10 min - 23 seg	Acrílica 122x245	No
	4	Operario 1	10:59:52	13:06:46	02:06:54	2 h - 6 min - 54 seg	Acrílica 122x245	No
	5	Operario 2	11:07:13	12:58:16	01:51:03	1 h - 51 min - 3 seg	Acrílica 122x245	No
	6	Operario 3	14:17:01	16:20:08	02:03:07	2 h - 3 min - 7 seg	Acrílica 122x245	No
	7	Operario 1	08:22:00	10:11:46	01:49:46	1 h - 49 min - 46 seg	Acrílica 122x245	No

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

No se realizaron modificaciones para la toma de tiempos del ciclo de fabricación, debido a que la situación pandémica del país solo permitió la evaluación de 7 pizarras acrílicas, esto porque las demás muestras fueron proyectadas para el periodo de esta investigación fueron pospuestas para realizarse a finales del presente año. Si se toma en cuenta que dichos tiempos son sin el proceso de instalación de las pizarras, en la tabla 27 se muestra el total de pizarras diarias y el tiempo de duración por operarios.

Tabla 27 Cantidad y tiempos de fabricación

Tipo	Cantidad	Tiempo
Operario 1	3	Horas: 5, Min: 40, Seg: 44
Operario 2	3	Horas: 5, Min: 59, Seg: 32
Operario 3	1	Horas: 2, Min: 3, Seg: 7
Asistente 1	0	Horas: 0, Min: 0, Seg: 0
Asistente 2	0	Horas: 0, Min: 0, Seg: 0
Total	7	13 h - 43 min - 23 seg

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

El estudio de tiempos del ciclo de fabricación abarcó el tiempo que tardan los fabricantes en cumplir con las actividades de cada una de las fases de la elaboración de una pizarra, desde ordenar las cajas siguiendo la comunicación visual de sus etiquetas, hasta emplasticar para no dejarlas expuestas. En la tabla 28 hace referencia al promedio de elaboración por pizarra-

Tabla 28 Promedio

$(13 \text{ h} * 60 \text{ min}) + 43 \text{ min} = 823 \text{ min}$	$823 \text{ min} / 7 \text{ unid} = 117,57 \text{ min} = \mathbf{1 \text{ h } 57 \text{ min}}$
--	--

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Análisis de la operación

El proceso de instalación de una pizarra acrílica de la empresa Pizarras Tauro S.A. es opcional y es un servicio que brinda la empresa como tal, la cual se toma la opinión del cliente. La mayoría opta por esta opción, que ha permitido llevar a cabo sus proyectos a muchas escuelas del país. Se debe tener presente que es esta investigación se basa en que el transporte se va a tomar en cuenta cuando llegan a la ubicación, pues no hay un flujo programado de instalaciones y horas establecidas para dicha tarea.

Este tipo de instalaciones son realizadas por los mismos fabricantes, quienes, al terminar la fabricación, están dispuestos a entregarla en la ubicación designada por el cliente y brindarle todo el servicio ya establecido. En la figura 37, se muestra el proceso de instalación.

Figura 37 Proceso de instalación



Nota: Tomado de Pizarras Tauro S.A.

Para el estudio, es importante tener en claro que el mismo fabricante que labora en el taller es quien realiza las instalaciones, por lo que deja de realizar su tarea en el taller para ir a instalar, lo cual genera que el proceso tenga más duración y, por ende, los retrasos en los pedidos. Por esta razón,

la documentación del proceso corresponde a las pizarras realizadas 122x245 en el mes de mayo del 2021, con los pedidos que ya estaban proyectados. Una vez que la empresa vuelva abrir su taller, se continuará con nuevas proyecciones para el último bimestre del presente año y se continuará con esta investigación, así como la prueba e implementación de los nuevos métodos propuestos.

A falta de datos, se creó la tabla 29 de la fabricación e instalación de la pizarra acrílica 122x245 de acuerdo con la descripción brindada por los colaboradores de la empresa y lo observado durante el proceso de fabricación. Así pues, los fabricantes detallan las tareas diarias durante una semana de un operador.

Tabla 29 Tareas diarias.

Semana del 17 al 21 de mayo del 2021				
Operario 1	Nombre:			
Distribución de Horas de 7 a 4				
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
07:00:00 fabricación	07:00:00 fabricación	07:00:00 fabricación	07:00:00 fabricación	07:00:00 fabricación
08:00:00 fabricación	08:00:00 fabricación	08:00:00 fabricación	8:00:00 instalación	08:00:00 fabricación
09:00:00 fabricación	9:00:00 instalación	09:00:00 fabricación	9:00:00 instalación	09:00:00 fabricación
10:00:00 instalación	10:00:00 instalación	10:00:00 fabricación	10:00:00 instalación	10:00:00 fabricación
11:00:00 instalación	11:00:00 fabricación	11:00:00 fabricación	11:00:00 instalación	11:00:00 fabricación
12:00:00 instalación	12:00:00 almuerzo	12:00:00 almuerzo	12:00:00 instalación	12:00:00 instalación
13:00:00 almuerzo	13:00:00 fabricación	13:00:00 fabricación	13:00:00 almuerzo	13:00:00 instalación
14:00:00 fabricación	14:00:00 fabricación	14:00:00 fabricación	14:00:00 fabricación	14:00:00 almuerzo
15:00:00 fabricación	15:00:00 fabricación	15:00:00 fabricación	15:00:00 fabricación	15:00:00 instalación
16:00:00 fabricación	16:00:00 fabricación	16:00:00 fabricación	16:00:00 fabricación	16:00:00 instalación

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

La tabla 29 se elaboró para tener un panorama claro de la distribución de tareas que maneja actualmente la empresa pizarras Tauro S.A. Todas las semanas esta varía por el hecho de que las instalaciones no son diarias ni constantes. En la tabla 30, se detalla la distribución por horas del tiempo de la semana del 17 al 21 de mayo del 2021, esto con el fin de tener una mayor claridad respecto al empleo del tiempo laboral del fabricante.

Tabla 30 Distribución de horas

Nombre:		PIZARRAS TAURO S.A.			
Área:		Fabricación Pizarras Acrílicas			
Inicio	Operario 1	Hora Inicio	Hora Fin	Tipo de pizarra	Tiempo con instalación
	Lunes	07:00:00	10:00:00	Acrílica 122x245	No
	Instalando	10:00:00	13:00:00	Acrílica 122x245	Si
	Almuerzo	13:00:00	14:00:00	Acrílica 122x245	No
	Lunes	14:00:00	16:00:00	Acrílica 122x245	No
	Martes	07:00:00	09:00:00	Acrílica 122x245	No
	Instalando	09:00:00	11:00:00	Acrílica 122x245	Si
	Martes	11:00:00	12:00:00	Acrílica 122x245	No
	Almuerzo	12:00:00	13:00:00	Acrílica 122x245	No
	Martes	13:00:00	16:00:00	Acrílica 122x245	No
	Miércoles	07:00:00	12:00:00	Acrílica 122x245	No
	Almuerzo	12:00:00	13:00:00	Acrílica 122x245	No
	Miércoles	13:00:00	16:00:00	Acrílica 122x245	No
	Jueves	07:00:00	08:00:00	Acrílica 122x245	No
	Instalando	08:00:00	13:00:00	Acrílica 122x245	Si
	Almuerzo	13:00:00	14:00:00	Acrílica 122x245	No
	Jueves	14:00:00	16:00:00	Acrílica 122x245	No
	Viernes	07:00:00	12:00:00	Acrílica 122x245	No
	Instalando	12:00:00	14:00:00	Acrílica 122x245	Si
	Almuerzo	14:00:00	15:00:00	Acrílica 122x245	No
	Instalando	15:00:00	16:00:00	Acrílica 122x245	Si

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Seguidamente, con la instalación, los colaboradores solo fabrican durante solo 27 horas en el taller, de las cuales 13 horas están siendo destinadas a instalar pizarras y 5 horas de almuerzo, para un total de 45 horas semanales; no obstante, estas horas varían todas las semanas. En la tabla 31, se realiza la sumatoria de los tiempos de la semana de 17 al 21 de mayo 2021; se cuenta de lunes a viernes horas de fabricación, horas de instalación y tiempo de almuerzo del colaborador.

Tabla 31 Sumatoria de tiempo

Tipo	Cortes	Tiempo
Lunes	2	Horas: 5, Min: 0, Seg: 0
Martes	3	Horas: 6, Min: 0, Seg: 0
Miércoles	2	Horas: 8, Min: 0, Seg: 0
Jueves	2	Horas: 3, Min: 0, Seg: 0
Viernes	1	Horas: 5, Min: 0, Seg: 0
Almuerzo	5	Horas: 5, Min: 0, Seg: 0
Instalando	5	Horas: 13, Min: 0, Seg: 0
Total	0	45 h - 0 min - 0 seg

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Económicamente, para la empresa este tipo de sistema tiene un costo monetario, ya que también, genera retrasos en los pedidos y no se realiza el cumplimiento en la demanda. Esto provoca que el cliente tenga un disgusto, ya que su pedido no se establece en el tiempo estipulado. En la tabla 32 se detallan los minutos, horas y días por un obrero fabricando en taller, del cual actualmente Pizarras Tauro S.A distribuye su tiempo en fabricar e instalar. Asimismo, se detalla cuántas pizarras semanales se podrían fabricar dejando de lado el sistema de instalar, para un total de 19.05 pizarras semanales por operario.

Tabla 32 Pizarras semanales

8 horas Laborales	2h y 6 min por pizarra	En un día x obrero	Por semana (5 d)
Laboran en minutos	Producción piz. En min	Cant. de pizarras	Cant. de pizarras
480	126	3,81	19,05

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Como comparación respecto a cuál sistema es más rentable para la empresa, se realizó la siguiente tabla 33 de costos, para determinar cuál es más económico, si continuar trabajando como actualmente lo hacen o si se emite el sistema de instalación, para así lograr aumentar la producción

Tabla 33 Costos mensuales

y disminuir los retrasos en las entregas, como se presenta en la tabla 33, la empresa deja de fabricar 6 pizarras semanales por operario.

	En minutos semanales	Cant. de pizarras (5d)		
Tiempo fabricando	1620	12,86		
Tiempo Instalando	780	6,19		
	En minutos semanales	Cant. de pizarras (5d)	Deja de percibir	Mensual
Tiempo Instalando	780	6,19	¢169.068,10	¢710.086,00

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

En temas monetarios, la empresa tiene, semanalmente, una pérdida de ¢ 168.068,10, y mensualmente de ¢710.086,00 por operario, esto a causa de que la producción se paraliza; por ende, hay retrasos en las entregas y esta pérdida monetaria.

Implementación de 2 instaladores medio tiempo

Para que la empresa, evite las entregas tardías, es necesario que los fabricantes estén las 8 horas elaborando pizarras y que esa sea su principal tarea, pues la instalación no solo provoca retrasos en los pedidos, sino que también ocasiona tenga pérdidas monetarias para la empresa. Por tanto, se llega a la conclusión de que, si bien las instalaciones no ocurren con suma frecuencia, la demanda sí tiende a ser alta. En la tabla 34 se muestra cuánto le costaría a la empresa le cuesta dicha implementación de 2 instaladores.

Tabla 34 Implementación de 2 instaladores

Implementación de 2 instaladores (medio tiempo)				
Cant.	TAREA	Horas semanales laborales	Pago hora salarial	Mensual
1	Instalador	20h	₡ 2 080,00	₡ 174 072,00
1	Transportista	20h	₡ 2 080,00	₡ 174 073,00
Total de salario (con CCSS) Incluido				₡ 348 145,00

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Se busca que la empresa siempre brinde la mejor atención al cliente; por tanto, se propone la contratación de dos instaladores medio tiempo, con un costo en salarios de 174 072 00 mensuales cada uno; en caso de que la demanda esta alta, la empresa estaría dispuesta a pagar horas extra. No siempre la empresa realiza instalaciones, en muchas ocasiones, se recurre a un proveedor, debido a que el proveedor puede ser revendedor de las pizarras de la empresa Pizarras Tauro S.A

Esto permitirá a la empresa conocer con antelación cuántas personas se necesita contratar, con base en el tiempo estándar de fabricación de la pizarra calculado, y así considerar el rubro de salarios que se deberá pagar para cumplir con ese tiempo.

Control de riesgos

A continuación, en la tabla 35, se detallan los riesgos identificados, con base en la estimación de las cargas de trabajo, así como otros detectados a lo largo de esta investigación, los cuales influyen en el proceso.

Tabla 35 Identificación de riesgos

CANTIDAD	RIESGOS	CONTROL
1	Cancelación del pedido por entrega tardía.	Cálculo del lead time con herramienta para administrar los tiempos de fabricación.
2	Sobrecargas de trabajo en los fabricantes.	Herramienta para administrar los tiempos de fabricación y distribución de cargas.
3	Proceso de fabricación sin estandarización.	Omitir pasos en la fabricación innecesarios.
4	Mantenimiento correctivo durante la instalación de pizarras.	Identificar plan de mantenimiento de las herramientas y equipos empleados durante la instalación.

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

El riesgo número uno hace referencia a la posible cancelación del pedido, si no se alcanza la entrega de dicha pizarra en el *lead time* ofrecido al cliente. Si este riesgo se materializa, la empresa no solamente perdería un cliente, sino que quedaría con inventario a favor y sin lugar donde almacenarlo. En caso de que el cliente acceda a esperar y no cancelar el pedido, el descontento podría ocasionar una mala recomendación que desemboque en pérdida de clientes y utilidades para la empresa. Asimismo, se vería perjudicado con esto su prestigio.

El segundo riesgo hace referencia a las cargas de trabajo que presentan los colaboradores, tomando en cuenta que solamente tres personas son las encargadas de la fabricación de la pizarra. Esto causa que cuando hay proyectos grandes, por ejemplo, de 150 pizarras, el pedido tenga entre 22 a 40 días hábiles de entrega. El riesgo número tres se refiere a los procesos de fabricación mal estandarizados en los que incurre la empresa, pues los mismos fabricantes cometen errores.

El riesgo número son los posibles daños que puedan ocurrir a las pizarras acrílicas durante la fabricación, como consecuencia del uso de equipos o herramientas en mal estado. Debe aplicarse correctamente un plan de mantenimiento de herramientas y equipos (como la pulidora y el taladro), el cual permita mitigar este riesgo,

Resultado del diagnóstico

Tras evaluar la situación de la empresa y los retos a los que se enfrenta durante el proceso de la fabricación de la pizarra acrílica 122 x 245, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las principales problemáticas que afectan a la empresa son los retrasos en los pedidos y la falta de fundamentos y bases reales para la estimación del *lead time*, debido a las cargas de trabajo.
- El estudio de medida del tiempo de las herramientas que ayuden a la estandarización del proyecto se aplica considerando que los fabricantes cuentan con el entrenamiento requerido y con la experiencia práctica suficiente para poder mejorar su desempeño durante la fabricación de la pizarra y lograr así una mejora en los tiempos de entrega.
- Por esta razón, el tiempo de fabricación de la pizarra, según el cálculo realizado, puede estimarse, tomando en cuenta que la situación pandémica mundial no permitió la evaluación o la toma de más muestras visuales de fabricación.
- La experiencia es crucial en el proceso de fabricación de pizarras acrílicas. Durante la toma de tiempos, se evidenció que aun cuando los fabricantes están entrenados, cometieron errores, como desempacar varias piezas a la vez, desaprovechando la comunicación visual en las etiquetas y viéndose en la necesidad de regresar a buscar en las cajas a qué parte se relacionaban ciertas piezas, o la utilización de un molde que es empleado como guía central; o bien, para atornillar cada accesorio de la pizarra, estos pueden colocarse en más de una posición, pero al llegar al final de la fabricación, no podrán colocarse en su posición final, ya que las diferentes perforaciones no coincidirán con lo requerido por el molde.
- La cantidad de MDA, brindada por el proveedor es otro factor influyente en el tiempo de entrega de las maderas, pues si el proveedor llega a tardar más de lo ya estipulado, la entrega de la pizarra tiende a prolongarse e identificarse, clasificarse y ordenarse por bodega y esto tomará más tiempo de fabricación.
- El sistema empleado actualmente, en el cual el fabricante deja sus tareas de producción para salir a realizar la instalación es la principal causa de que estos colaboradores tengan sobrecargas en los puestos de trabajo, lo cual ocasiona notorios retrasos en los pedidos.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se sintetizan los hallazgos presentados el capítulo anterior, con el objeto de definir las oportunidades que puedan ser de beneficio para la empresa y realizar una propuesta de mejora que genere un ahorro y el mejoramiento de sus procesos. Asimismo, se realizan algunas recomendaciones basadas en esta investigación, las cuales la empresa podría implementar a futuro.

Conclusiones

En el presente proyecto ha permitido elaborar propuestas de mejora para los distintos problemas que aquejan a la empresa Pizarras Tauro S.A. Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye lo siguiente:

- Se identificó, mediante los diagramas de flujo, el proceso interno que realiza la empresa para la fabricación del modelo de pizarra más vendida. Este proceso abarca desde que la orden llega, todo el proceso de fabricación de la pizarra, hasta que el cliente, considere que la empresa Pizarras Tauro es la encargada de la instalación de la pizarra.
- Se detectaron las causas internas y externas que pueden conllevar a un retraso en el cumplimiento de los pedidos. Así pues, como principal causa de los retrasos en las entregas destaca la falta de documentación de los procedimientos, lo cual derivan en esperas para continuar con la fabricación y evitar el retrabajo, pues la empresa no tiene clara la repartición de las cargas de trabajo, actualmente.
- Se determinaron las oportunidades de mejora relacionadas con la administración de los tiempos durante el proceso de la fabricación, a fin de resaltar el potencial ahorro en costos de mano de obra, debido durante el proceso de dicha fabricación.
- Se determinó, mediante la medida del tiempo de los métodos, que el tiempo de fabricación de pizarras acrílicas puede reducirse una vez que el personal se dedique a tiempo completo a la fabricación de los pedidos, con lo cual se evitarán los reprocesos y las confusiones. Esto dependerá también del número de órdenes que se reciban.
- Se diseñó una herramienta con Microsoft Excel, la cual permite calcular de forma más precisa la información referente a la cantidad de fabricantes que se necesitan para completar cada etapa del proceso en un periodo de tiempo determinado, de manera más eficaz, así como el gasto correspondiente a salarios que se deberá invertir.

- La herramienta toma en cuenta la cantidad de materia prima que se va a utilizar en determinado pedido y así brinda un dato más aproximado al coste de fabricación; por otro lado, indica la cantidad de fabricantes que se necesitan para cumplir con la demanda.
- Se propuso el desarrollo de una herramienta de *software*, adaptada a la necesidad. Como base, se utiliza una hoja de Excel, y si se invierte en esta, se podría tener un control de inventarios para la empresa, el cual permita calcular, de forma más precisa, la información referente a la cantidad de fabricantes necesarios para completar cada pizarra ya realizada, con el fin de pronosticar la duración.

Recomendaciones

Esta investigación permitió conocer la situación actual de la empresa pizarra Tauro S.A. A partir de los resultados obtenidos y las conclusiones, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda implementar un plan de capacitación de personal previo a la fabricación de pizarras, entrenar a los fabricantes, con el procedimiento y colocar a la vista durante las fabricaciones el diagrama de flujo de las diferentes etapas de la fabricación, de forma que, en caso de duda, puedan acudir a este, sin necesidad de esperas o reprocesos. Esto también evitará que el operario omita detalles importantes de validación o inspección.
- Es recomendable evaluar la opción de implementar una herramienta que permita calcular la cantidad de fabricantes que se requieren contratar para cumplir con un *lead time* específico y cuánto costaría una variación en el tiempo de fabricación, según lo requerido por el cliente.
- Se recomienda implementar un plan de mantenimiento que considere el registro de la información de los pedidos para distribuir las cargas de trabajo en el equipo empleado en la fabricación de la pizarra; asimismo, implementar la comunicación visual en su maquinaria, para indicar a quien la utilice cómo funciona y algunas consideraciones a tomar en cuenta, como la última fecha de mantenimiento y la siguiente fecha en que corresponde hacerlo.
- Se recomienda, con el fin de motivar al personal de taller para lograr que realicen un trabajo de calidad, considerar brindar un incentivo no monetario para expresar el agradecimiento de la empresa por el esfuerzo y compromiso de los fabricantes. Se recomienda un incentivo

de este tipo porque tiene un impacto moral en las personas. Un ejemplo de este puede ser el comestible entregado en forma de una tarjeta de regalo que sea válida para supermercados. La Corporación de Supermercados Unidos ofrece tarjetas de regalo canjeables tanto en Walmart, Maxi Pali y Pali.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

En el siguiente capítulo se desarrolla una propuesta para aprovechar las oportunidades de mejora identificadas mediante esta investigación, con el fin de solucionar los problemas críticos que afectan actualmente a la empresa Pizarras Tauro S.A. De igual manera, se realiza un análisis que permite a la organización evaluar la propuesta desde el punto de vista económico, y un plan de implementación que detalla todo lo necesario para poner en marcha las mejoras planteadas.

Propuesta

El proyecto de investigación se realizó en la empresa Pizarras Tauro S.A, dedicada a la fabricación de pizarras de material acrílico. Mediante la observación del proceso y entrevistas realizadas al encargado de taller, se logró identificar los principales problemas que afectan el proceso de fabricación y sus cargas de trabajo, los cuales representan riesgos para mantener la calidad de sus servicios.

Se logró determinar que en esa área no se establece la cantidad de operarios para la fabricación del producto de alta demanda, así como la falta de comunicación con el personal de las otras áreas relacionadas con detalles del producto; además de la falta de tiempo dedicado al análisis y recolección de información sobre las actividades, debido a las cargas de trabajo en el área de fabricación.

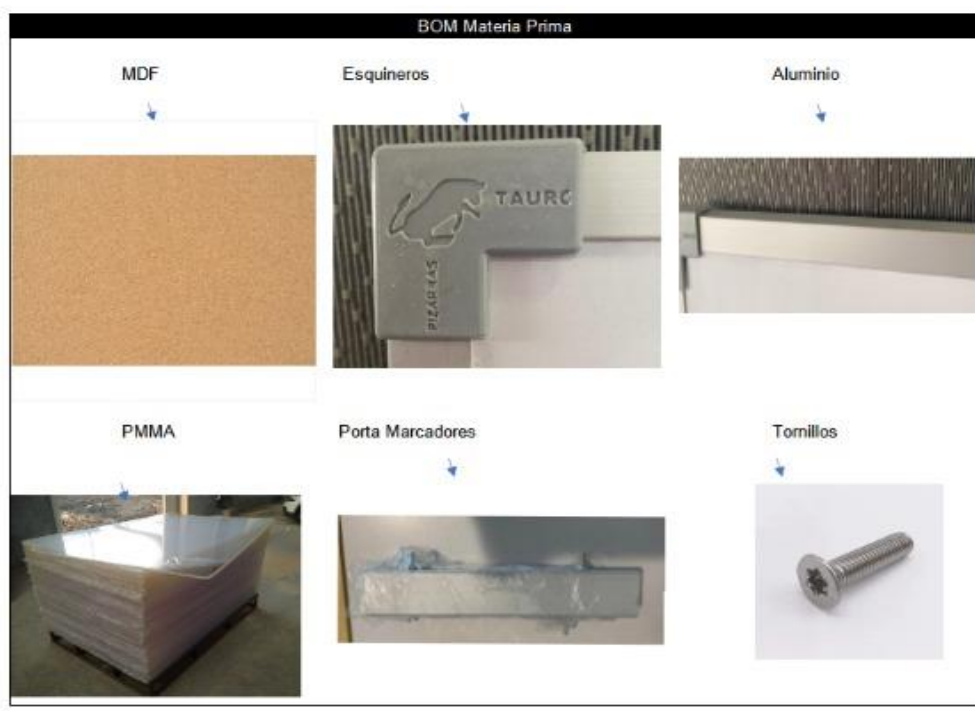
Para resolver los principales problemas de la empresa, que consisten en la estimación del personal que se debe contratar para así cumplir con la demanda, se propone desarrollar una herramienta para el cálculo estimado del tiempo de entrega de los pedidos, con base en el tiempo que toma cada etapa del proceso, la cual indique el porcentaje del tiempo total de fabricación que requirió el personal para completar ese paso y cuántos fabricantes en total se necesitan para instalar y fabricar una pizarra.

Para los efectos de la propuesta, se ha creado una herramienta de Excel que puede realizar los cálculos necesarios para determinar el personal requerido para la fabricación, según la cantidad de pizarras y el costo actual de la mano de obra. Esta herramienta permitirá, según el número de pizarras de material acrílico a fabricar, calcular lo siguiente:

- Cuántos fabricantes trabajando la jornada completa de lunes a viernes, durante ocho horas laborales más una hora de almuerzo se requieren para la fabricación una cantidad determinada de pizarras de material acrílico de 122x245.
- Cuántos días durará la fabricación, según la cantidad de pedidos que realice el cliente. Se toma en cuenta el monto de los salarios y sus cargas respectivas.
- El monto que deberá invertir la empresa en los salarios para la contratación de dos instaladores de pizarras acrílica en una cantidad de días y con la cantidad de personal especificada.

Por esta razón, la documentación del proceso corresponde a las pizarras 122x245cm fabricadas en el mes de mayo del 2021, a partir de las ventas que ya estaban proyectadas. Una vez que la empresa, vuelva abrir su taller, se continuará con nuevas proyecciones; para el último bimestre del presente año, se continuará con esta investigación, así como la prueba e implementación de los nuevos métodos propuestos. Como en toda producción es necesaria la materia prima, la cual se realiza un BOM (*bill of materials*), como se muestra en la figura 38 de los productos con costos de materia prima.

Figura 38 Materia prima



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

La tabla 36 toma en cuenta los tiempos de producción de una pizarra y cuántas horas tarda el proceso de fabricación. Como principales datos, se realiza se presenta toda la información recolectada a lo largo de la investigación, con el fin de realizar la hoja de Excel. Además, contempla la cantidad de materia prima utilizada en la pizarra 122x245cm y sus respectivos costos, como se observa a continuación en la tabla 36, en los datos de producción,

Tabla 36 Datos de producción (BOM)

Nivel	Nombre	Precio por unidad	Unidad de medida	Consumo de material (solo una pizarra)	Precio col. (IVA)	Operarios	Sal. x hora	C.C.S.S 51%	Horas semana	Salario semanal	Producción x día	Costo /hora	Cantidad prod. semanal	Costo prod semanal	Costo prod mensual
1	MDF	€3.050,00	unidad	2	€6.893,00	Fabricante	€1.462,5	€745,9	40	€88.335	3,81	€19.160,49	19,05	€766.419,75	€3.218.962,95
2	Porta Marcadores	€600,00	unidad	1	€678,00	Fabricante	€1.462,5	€745,9	40	€88.335	3,81	€19.160,49	19,05	€766.419,75	€3.218.962,95
3	tonillos	€437,50	unidad	8	€3.955,00	Fabricante	€1.462,5	€745,9	40	€88.335	3,81	€19.160,49	19,05	€766.419,75	€3.218.962,95
4	Aluminio 3mx2m	€6.300,00	unidad	1	€7.119,00	Instalador	€1.250,0	€637,5	20	€37.750	0	€1.887,50	0	€37.750,00	€158.550,00
5	PMMA 2mx2m	€6.900,00	unidad	2	€15.594,00	Instalador	€1.250,0	€637,5	20	€37.750	0	€1.887,50	0	€37.750,00	€158.550,00
6	Esquineros	€300,00	unidad	4	€1.356,00										
Total		€17.587,50			€35.595,00				160		11,43	€61.256,48	57,15	€2.374.759,25	€9.973.988,85

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Estos datos son de esencial importancia para la propuesta, con el fin de dar un resultado más certero al cliente. Así pues, se implementa la hoja de Excel, la cual es de fácil manipulación, ya que estaba tabulada para que la persona encargada de utilizarla, con solo colocar la cantidad de órdenes solicitadas por el cliente, inmediatamente, calcula un estimado de cuánto es el costo de mano de obra para esa producción y cuántos fabricantes son necesarios para cumplir con esta. Es un tiempo estimado, la propuesta se implementa para que la empresa, tenga mecanismos de control en el área de producción y así evitar las entregas tardías. En la figura 39 se muestra un ejemplo de una prueba piloto de esta implementación.

Figura 39 Hoja de Excel

Pizarras Tauro S.A				
CANTIDAD DE PIZARRAS		Fecha	Hora	N° Estimación
25		12/7/21	23:16:39	000001
Fabricante	Asistentes	Días Contratación	Costo Final	€1.048.878,00
3	0	3	Ganancia	€523.622,00
Duración real, 0 horas, con 0 minutos y 0 segundos.				
Estimación 51 horas con 48 minutos				
Cant.	Descripcion	Precio	iva	total
50	MDF	152.500,00	19.825,00	€172.325,00
200	tornillos	87.500,00	11.375,00	€98.875,00
25	ALUMINIO 3mX2m	157.500,00	20.475,00	€177.975,00
25	Porta Marcadores	15.000,00	1.950,00	€16.950,00
50	PMMA 2mx2m	345.000,00	44.850,00	€389.850,00
100	ESQUINEROS	30.000,00	3.900,00	€33.900,00
Costo materia prima				€889.875,00
Colaboradores		Costo Mano Obr.	Cargas Sociales	Totales
Fabricante		€105.300,00	€53.703,00	€159.003,00
Asistente		€0,00	€0,00	€0,00
Total				€159.003,00

Iniciar Orden

Detener Orden

Reiniciar

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Además, esta hoja realiza una estimación de las horas que se deben invertir en la orden. Como se muestra en la figura 39, se coloca la orden con la cantidad de 25 pizarras e, inmediatamente, se generan los datos de cuánto es el tiempo de estimación de ese pedido, el cual es de 51 horas con 48 minutos, equivalente a 3 día laborales, contando 8 horas laborales más una de almuerzo.

Respecto a la cantidad de fabricantes necesarios para completar la orden, el ejemplo indica que se necesitan 3. Esto para terminar la fabricación en 3 días laborales. Como dato importante, dentro de los tiempos ya están contemplados los suplementos personales que pueda presentar cada colaborador.

En la misma línea, se detalla la cantidad de materia prima requerida para la pizarra 122x245, según la orden solicitada. En este caso, se trata de una orden con mayor demanda, el pedido es de 160

pizarras y se obtienen los datos de la ganancia, la cantidad de mano de obra y un aproximado de finalización de la orden, en la figura 40.

Figura 40 Hoja de Excel

Pizarras Tauro S.A				
CANTIDAD DE PIZARRAS		Fecha	Hora	N° Estimación
160		12/7/21	23:18:42	000001
Fabricante	Asistentes	Días Contratación	Costo Final	€6.437.214,00
3	0	14	Ganancia	€3.626.786,00
Duración real, 0 horas, con 0 minutos y 0 segundos.				
Estimación 331 horas con 12 minutos				
Cant.	Descripcion	Precio	iva	total
320	MDF	976.000,00	126.880,00	€1.102.880,00
1280	tornillos	560.000,00	72.800,00	€632.800,00
160	ALUMINIO 3mX2m	1.008.000,00	131.040,00	€1.139.040,00
160	Porta Marcadores	96.000,00	12.480,00	€108.480,00
320	PMMA 2mx2m	2.208.000,00	287.040,00	€2.495.040,00
640	ESQUINEROS	192.000,00	24.960,00	€216.960,00
Costo materia prima				€5.695.200,00
Colaboradores	Costo Mano Obr.	Cargas Sociales	Totales	
Fabricante	€491.400,00	€250.614,00	€742.014,00	
Asistente	€0,00	€0,00	€0,00	
Total			€742.014,00	

Iniciar Orden

Detener Orden

Reiniciar

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Si la empresa logra incluir la propuesta, a futuro se podría tomar como un mecanismo de control, no solamente de materia prima, pues se tendrían los datos instantáneamente de cuánto salió, cuánto entro y cuánto queda en los inventarios de Pizarras Tauro S.A. Esta hoja puede llevar a que la empresa tenga un mecanismo de control de planillas, pues facilita el costo por hora del operario y, con esa estimación, la gerencia puede realizar la toma de decisiones necesarias para futuras mejoras.

Aprobación del nuevo método

Se deben mostrar las ideas al gerente de la empresa para realizar una prueba piloto con los fabricantes y, con esto, medir la aceptación de la herramienta. Estas pruebas se realizan como un plan piloto por un mes o, en su defecto, durante la fabricación de las pizarras acrílicas de 122x 245, para asegurar su éxito antes de implementarla permanentemente.

Estas pruebas no se realizaron durante la presente investigación, pues debido a la situación pandémica que vive el país, los proyectos de fabricación de pizarras fueron detenidos durante un tiempo y las ventas proyectadas fueron pospuestas por la empresa.

No obstante, se llevarán a cabo previo a que la empresa continúe con la producción regular, pues se necesita evaluar si será de utilidad en el taller una vez que la empresa retome sus proyectos, con el fin de determinar si lo planteado es productivo, o bien, contraproducente para el proceso de fabricación de pizarras acrílicas y la salud física de los involucrados, señalando si se logra implementar dicha hoja de control ya no serían un problema y así evitar retrasos en las entregas.

Producción

Una pizarra acrílica tiene un tiempo de producción de 2 horas 4 minutos como estimado, esto tomando en cuenta el tiempo de secado del pegamento industrial. Como mecanismo de control visual, se pretende que cada caja cuente con una etiqueta que parte de una metodología de gestión visual, como se muestra en la figura 41, la cual indica a qué parte de la solución de cajas de MDF y de PPMA corresponde al pedido y al contenido; además, indica el número de gabinete al que pertenece, así como el número de caja y cuántas cajas se requieren para completar la pizarra.

Figura 41 Etiqueta de identificación de las cajas

ETIQUETAS	
N.º de Caja	
Material	
Orden	
Gabinete	
Peso:	



Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Implementar nuevo método

Cuando se haya obtenido la aprobación del gerente, se llevará a cabo la implementación del nuevo método. Se deberá capacitar al encargado de taller para asegurarse de que la curva de aprendizaje del sistema sea mayor y que se esté cumpliendo con el procedimiento de la manera correcta. Se dedicará a la capacitación el tiempo necesario para implementar las nuevas ideas y que estas puedan

transmitirse al nuevo personal. El entrenamiento que se requiere consiste en la explicación del nuevo método durante medio día, con tiempo suficiente para resolver las dudas que puedan surgir. Se evaluará su aprendizaje y se les dará acompañamiento durante la fabricación de las pizarras, 122 x 245, para asegurar que se implemente lo aprendido y se siga el procedimiento.

Los cambios que puedan ser requeridos serán evaluados en las pizarras fabricadas para garantizar un proceso estándar, una vez que la situación pandémica permita retomar las fabricaciones, los fabricantes entrenados deben dar seguimiento al proceso, para verificar que realmente se esté cumpliendo con los objetivos planteados. Esto se puede validar en cada fabricante de forma aleatoria durante dos meses. En la siguiente tabla 37, se detalla un cronograma del encargado de taller y el tiempo de aceptación del sistema.

Tabla 37 Cronograma del encargado de Excel

Cronograma de Encargado de taller										
SEMANAS	SEMANA 1					SEMANA 2				
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Inicio de capacitación	■									
Ingreso de órdenes		■								
Registro de pedidos			■	■						
Inicio de cronometro					■					
Clasificación de fabricantes						■				
Número de fabricantes							■			
Clasificación de instaladores								■		
Capacitación fabricantes									■	
Seguimiento de capacitación										■

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Cargas de trabajo

Este punto consiste en describir el funcionamiento de cada uno de los puestos de trabajo en el área de taller. Para ello, primeramente, se revisó el pensamiento estratégico de la empresa Pizarras Tauro S.A.; no se tenía documentación que respaldara la información sobre las tareas asignadas,

políticas de calidad, valores ni objetivos de la empresa. Por lo tanto, junto con gerencia, se realizó la documentación de estos, con lo cual se obtuvo lo siguiente para el área de fabricación, como se muestra en la tabla 38.

Tabla 38 Manual de puesto de trabajo

MANUAL DEL PUESTO DE TRABAJO				
Fecha:16/03/21	Pizarras Tauro S.A			
Puesto: <u>Fabricante</u>	Área: Taller	Dirección/ gerencia: Barrio México	Jefatura a que reporta: Encargado de taller	Categoría: Leve
Funciones / unidades de competencia	Tareas (elementos de competencia)			
A. Hacer las gestiones necesarias para obtener y mantener el equipo y material que se usa en el taller, de acuerdo con la Demanda, como lo es la materia prima .	A.1 Hacer inventario de material y equipo para dicha fabricación.	A.2 Revisar y ordenar el taller de forma que el espacio de trabajo se encuentre de manera ordenada	A.3 Solicitar materiales y equipos faltantes a Administración	A.4 Hacer la fabricación y procedimientos en preparación de dicha pizarra.
B. Colaborar con otras áreas	B.1 Recibir y revisar el material solicitado a administración	B.2 Colaborar con las diferentes áreas de trabajo cuando sea necesario	B.3 Reportar cuando hay defectos en algunos de los Equipos	B.4 Mantener en buen estado las herramientas utilizado para la fabricación para actividades con la igual finalidad para brindar un servicio de calidad.

Nota: María Fernanda Fallas Fallas

El conjunto de competencias describe el total de las tareas de una ocupación, sin relacionarlas necesariamente con un determinado propósito mayor. En el análisis funcional, en cambio, no se describen tareas, sino que se identifican los distintos niveles de actividad necesarios para alcanzar un propósito. La tabla 39 se muestra el manual del puesto en encargado de taller y del asistente de taller/ instalador.

Tabla 39 Manual puesto de trabajo encargado de taller

MANUAL DEL PUESTO DE TRABAJO				
Fecha:16/03/21	Pizarras Tauro S.A			
Puesto: <u>Encargado de taller</u>	Área: Taller	Dirección/ gerencia: Bario México	Jefatura a que reporta:Gerente General	categoría: Clave
Funciones / unidades de competencia	Tareas (elementos de competencia)			
A.1 Mantener el control en fechas de entrega de pedidos, así como la existencia de Insumos/ material necesarios para el Personal y para dicha fabricación.	A.1 Hacer inventario de material y equipo para dicha fabricación.	A.2 Establecer y aplicar criterios de evaluación y medidas pertinentes para corregir posibles desviaciones, de las actividades de atención de la fabricación.	A.3 Digital los resultados proporcionadas por el fabricante de la jefatura inmediata.	A.4 Hacer la fabricación y procedimientos en preparación de dicha pizarra.
B. ingresar todos los pedidos al sistema con dicho tiempo.	B.1Mantener un control de los pedidos de los clientes .	B.2 Colaborar con las diferentes áreas de trabajo cuando sea necesario	B.3 Llevar control diario de números entregados según orden.	B. 4 Solicitar material que se necesite para desempeñar su trabajo a la administración.

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Las tablas anteriores se toman como un mecanismo de control de dichos puestos de trabajo en el área de fabricación de pizarras, con el fin de tener la documentación, adecuada ya establecida para cada puesto de trabajo, como lo es la asignación de tareas diarias. Este tipo de manual, en este caso, se realiza para el área de fabricación, y en la empresa no existe para ningún otro puesto; sería recomendable que el departamento de Talento Humano realice este tipo de documentación empresarial, para que las cargas de trabajo estén correctamente asignadas y establecidas. En la tabla 40 se muestra el manual del puesto para el instalador/ ayudante.

Tabla 40 Manual del puesto instalador/ transportista.

MANUAL DEL PUESTO DE TRABAJO				
Fecha: 16/03/21	Pizarras Tauro S.A			
Puesto: <u>Instalador/transportista.</u>	Área: Taller	Dirección/ gerencia: Bario México	Jefatura a que reporta: Encargado de taller	Categoría: leve
Funciones / unidades de competencia	Tareas (elementos de competencia)			
A.1 Proporcionar atención directa al Usuario, final , con el fin de dar un buen servicio de instalación de la pizarra.	A.1 Preparar el equipo, herramientas y materiales para la instalación de la pizarra.	A.2 Responsable del traslado e instalación de la pizarra en el lugar indicado	A.3 Es obligatorio informar a la administración de toda situación que suceda en su área o en el proceso de instalación.	A.4 Apagar y desconectar todos los Equipos a la hora de finalizar su labor.
B. Asistir a los fabricantes En el proceso de fabricación de la pizarra.	B.1 Efectuar acciones de Ayudante de taller de pizarras, manejo y despacho de Ordenes ya realizadas.	B.2 Colaborar con las diferentes áreas de trabajo cuando sea necesario	B.3 Responsable de aseo y orden especial en áreas Específicas en el taller.	B. 4 Solicitar material que se necesite para desempeñar su trabajo a la administración.

Nota: María Fernanda Fallas Fallas

Análisis económico

Con la finalidad de brindar información que facilite la toma de decisiones por parte de la gerencia de la empresa Pizarras Tauro S.A. con respecto a la propuesta planteada, se realizó un estudio económico de la inversión requerida para la implementación de la herramienta. Debido a que fue creada en una hoja de Excel, implementarla como una solución temporal representa un costo mínimo para la empresa, es editable y fácil de usar.

Con el fin de asegurar que se cumple el nuevo procedimiento, se deberá estar pendiente de que se cumpla lo estipulado, pues tener un método definido es fundamental y ayudará a que el proceso fluya de la mejor manera y eliminar todo aquello que no agregue valor y pueda afectar los retrasos en los pedidos de forma negativa. Lo que la empresa pretende es un costo menor, con base en la fidelidad del cliente.

No obstante, el uso de herramientas en Excel conlleva el riesgo de modificar las fórmulas que deberían estar fijadas y obtener resultados que podrían estar alterados. Para evitar esto, se recomienda

conservar una versión base de la herramienta por separado. Esta es la principal razón por la que se propone el uso de esta herramienta como solución interina. Se cotizó el costo de llevar esta herramienta a un *software* en línea, que requiere de conexión a Internet e inversión de servidores. Este *software* sería accesible desde cualquier lugar y no requiere de contar físicamente con la computadora de la empresa. Además, garantiza la seguridad, pues los proveedores cuentan con su propio *framework* y un contrato de confidencialidad de la información que realizan con sus clientes. Adicionalmente, si en un futuro desean hacerse cambios o mejoras, la empresa desarrolladora los realiza por un costo menor, debido a la fidelidad del cliente.

Para la inversión en el software, se consideran los factores de desarrollo, capacitación para hacer uso de la herramienta, maquinaria para implementarla, conexión a Internet y el salario de un ingeniero bachiller, según el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2021), que es de ₡567.118,50. La cotización recibida de Controlnet, según el tipo de cambio del banco BAC San José ₡ 620 (el 02 de junio del 2021), fue de ₡ 868.000,00.

Para el desarrollo del *software*, se considera el gasto salarial detallado en cada etapa del proceso y cuántos fabricantes están involucrados, el tiempo que toma realizar cada paso, la cantidad de muebles o conjunto de muebles por paso y el salario mínimo tomado de la lista de salarios del Ministerio de Trabajo. A este dato se suma el porcentaje que se cancela a la Caja Costarricense del Seguro Social. Se contempla un mes de trabajo del ingeniero y el desarrollo del *software* según la oferta recibida de Controlnet. Se evidencia, a continuación, en la Tabla 41, el gasto con la implementación del *software*.

Tabla 41 Gastos de implementación.

Gastos de implementación de la propuesta.	
Rubros para la implementación	Inversión
Internet: consumo de 1MB mensual.	La empresa ya cuenta con un plan de 50 MB de velocidad de internet, por lo que no representa un gasto adicional.
Desarrollo Software	₡ 868.000,00
Ingeniero (durante el periodo de desarrollo de la herramienta y la capacitación)	₡ 567.118,50+51% (CCSS) = ₡ 856.348,93
Maquinaria (Laptop o computador de escritorio)	Se cuenta con un equipo disponible para esta función, es un equipo que está depreciado y no tiene valor de rescate. No representa un gasto adicional.
Inversión total:	₡1.724.348,93

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Proyección salarial

Seguidamente, como parte de la propuesta, se plantea la contratación de 2 instaladores de medio tiempo por parte de la empresa. Así pues, se estima una proyección salarial a 5 años para conocer la rentabilidad de la propuesta, pues con esta aumenta la producción de pizarras y, por ende, los retrasos en los pedidos tenderían a ser nulos, como se detalla en la tabla 42.

Tabla 42 Proyección Salarial a 5 años

Año	Puesto	Salario base mensual	Aumento del 3,5% anual del salario base	Cargas Sociales	Salario base + Carga Social	Proyección del Salario Anual
1	Instalador	₡ 348.145,00	₡ -	₡ 177.553,95	₡ 525.698,95	₡ 6.308.387,40
2	Instalador	₡ 348.145,00	₡ 12.185,08	₡ 183.768,34	₡ 544.098,41	₡ 6.529.180,96
3	Instalador	₡ 360.330,08	₡ 12.611,55	₡ 190.200,23	₡ 563.141,86	₡ 6.757.702,29
4	Instalador	₡ 372.941,63	₡ 13.052,96	₡ 196.857,24	₡ 582.851,82	₡ 6.994.221,87
5	Instalador	₡ 385.994,58	₡ 13.509,81	₡ 203.747,24	₡ 603.251,64	₡ 7.239.019,64
Total						₡ 33.828.512,16

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Punto de equilibrio y retorno de la inversión

Seguidamente, se calcula el gasto en salarios de mano de obra para la elaboración de la pizarra acrílica 122x 245. En la tabla 43, se detalla el costo de estos rubros para la empresa, se toma en cuenta para los costos fijos incluir los servicios públicos de la empresa (agua, luz, alquiler e internet), en dichos costos públicos se incluyen los salarios de los tres fabricantes que actualmente ya laboran y la contratación de dos instaladores para la empresa.

Tabla 43 ROI

Punto de equilibrio y retorno de la inversión		
Rubro	Formula	Monto
Costos de la implementación		¢1 724 348,93
Costo Fijos		¢3 717 121,00
Costo Fabricación		¢35 595,00
Venta unitaria		¢62 906,00
Punto Equilibrio	$\frac{3.717.121,00}{62.906 - 35.595}$	136,11 pizarras
P.E. S/. (colones)	$\frac{3.717.121,00}{\left(1 - \frac{35.595}{62.906}\right)}$	¢8 561 722,88
Beneficio (Utilidad) sin gasto de implementación de la	$(240,03 \times 62.806) - (240,03 \times 35.595) - 3.717.121,00$	¢2 838 338,33
Beneficio (Utilidad) con gasto de implementación de la	$(2.838.338,33 - 1.724.348,93)$	¢1 113 989,40
ROI	$\frac{(2.838.338,33 - 1.724.348,93)}{1.724.348,93} \times 100$	64,60%

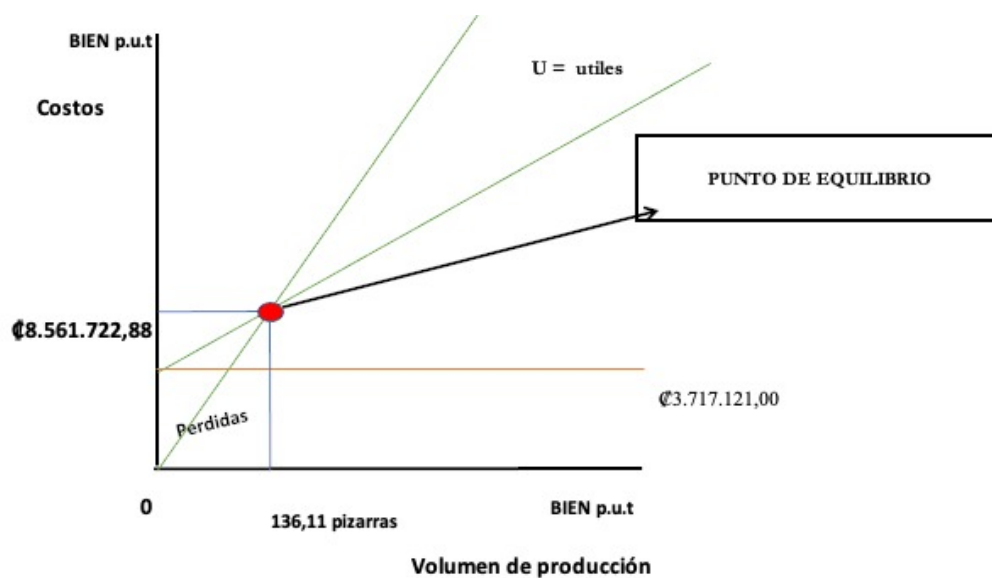
Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

La propuesta contempla que la empresa Pizarras Tauro S.A haga uso del ahorro obtenido mediante la utilización de la herramienta de Excel de forma interina durante la fabricación. Con esto, se podrá cubrir el costo de la implementación de esta herramienta en un *software*.

Con la venta de 136.11 pizarras acrílicas de 122x245, se alcanzará el punto de equilibrio que cubrirá el costo de la implementación de los nuevos funcionarios y *software* para la empresa. Así mismo se obtendrá un margen de ganancia que hace referencia al aumento mensual de producción de pizarras que antes no se contemplada, con un estimado de 240 pizarras de estilo 122x245.

En el del primer mes, con dicha implementación se logra un retorno de la inversión de 64.60, debido al costo que implican los gastos profesionales para Pizarra Tauro S.A. En la figura 44 se observa el punto de equilibrio de la implementación de la herramienta por parte de la empresa pizarras Tauro S.A.

Figura 44 Punto de equilibrio.






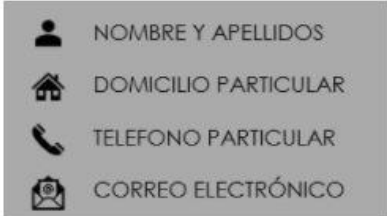
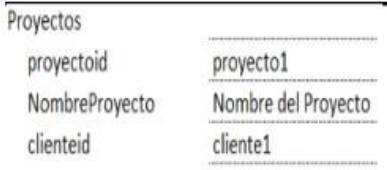

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

Plan de implementación de la propuesta

El *software* permitirá que cuando un cliente solicite una orden de una cantidad determinada de pizarras, el encargado de taller pueda saber cuánta mano de obra se necesita y el gasto salarial, así como la cantidad de materia prima para cumplir con los requisitos de esta. Para su implementación, será necesario que el encargado entienda cómo funciona el gestor de contenidos.

Por tanto, se detalla en la Tabla 43 un breve manual de procedimiento para familiarizarse con el *software*, si se desarrolla con alguna de las empresas cuyas ofertas y asesoría se presentaron en esta investigación. Previamente se debe haber comprado el *software*, por lo que la empresa debe contactar a uno de los proveedores que presentaron sus ofertas a este proyecto y solicitar la implementación de la herramienta, seguidamente, deberán hacer un pago del 50%.

Una vez lista la herramienta, ambas partes, el desarrollador del *software* deberá firmar un contrato con las políticas de privacidad que garantizan la protección de la información de la empresa y de sus clientes. Finalizadas las formalidades, el desarrollador enviará un enlace de administrador donde la persona que se asigne como encargada del proceso deberá ingresar, siguiendo los pasos del instructivo.

Número	Actividad	Ilustraciones
1	Abrir el buscador de Chrome	
2	Digitar el link de ingreso como administrador proporcionado por el desarrollador.	
3	Crear un usuario. Este paso solo se realiza la primera vez que se ingresa al sistema.	
4	Ingresar datos del encargado de taller el salario se debe incluir con todas las consideraciones de gastos asociados como el porcentaje de la CCSS.	
5	Ingresar datos del proyecto. “fabricantes requeridos” puede incluirse o dejarse en blanco para que el software lo calcule. Incluir la cantidad de pedidos que solicitó el cliente.	
6	Presionar “GUARDAR”. Se desplegarán los datos que el sistema calcula automáticamente con la información suministrada.	 <p># Dias</p>

Nota: María Fernanda Fallas Fallas.

REFERENCIAS

- Abreu, J. (2019). Implementación de la capacitación interna en la productividad. *Daena: International Journal of Good Conscienc*, 4(2), 94-95.
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- Acero, L. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones.
- Ávila, N. (2015). Propuestas de mejoramiento al proceso de planeación de tiempos y costos en la etapa de cimentación de un edificio a partir de la integración de herramientas como simulación. *Ingeniería y Ciencia*, 11(21), 157 - 158.
<https://www.redalyc.org/pdf/835/83533766008.pdf>
- Azuribue. (02 de marzo de 2012). *El origen de la pizarra blanca*. FayerWayer:
<https://www.fayerwayer.com/2012/03/el-origen-de-la-pizarra-blanca/>
- Bentancourt, D. (2018). *Diagrama SIPOC, qué es, para qué sirve y cómo se hace*. Ingenio empresa.
<https://ingenioempresa.com/diagrama-sipoc/>
- Bertranou, F. (2015). *Caminos hacia la formalización laboral*. Organización Internacional del Trabajo.
- Bridges, J. (2021). *¿Qué es SIPOC? ¿Cómo usar un diagrama SIPOC?* Project Admi.
[//www.projectadmin.org/que-es-sipoc-como-usar-un-diagrama-sipoc/](http://www.projectadmin.org/que-es-sipoc-como-usar-un-diagrama-sipoc/)
- Chase, J. y. A (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. McGraw- HILL .
- Corona, J. (2015). Estandarización de los procesos del área. *Tecnológico Nacional de México*, 3(1), 28.
- Cuatrecasas, L. (2017). *Gestión integral de la calidad: implementación, control y certificación*. Profit editorial.
- Cuevas, C. (2001). *Medición del desempeño: Retorno sobre inversión, ROI; ingreso residual, análisis comparado*. doi:13-22. doi

- Gehicy, G. (11 de abril de 2017). *Diagrama de Pareto*. *Aprendiendo calidad y Adr*.
<https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>
- Gómez, C. (2019). Análisis sobre la estandarización estadística del movimiento de carga de los puestos de Buenaventura. *Artículos de Investigación Científica y Tecnológica*, 14(26), 94-95. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.14.26.2019.1-12>
- Hernández, J. (2016). Lean Manufacturing. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, V(17) 153-174.
- Huguet, J. (2016). Mejora del sistema de gestión del almacén de suministros de una empresa productora de gases de uso medicinal e industrial. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(17), 89-108. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679007.pdf>
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la de la calidad*. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas.
- Maria, D. P. (2016). *Cargas de trabajo* [Tesis de grado sin publicar]. Universidad de Barcelona.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos*. Pearson Educación.
- Murillo, G. (2015). *Ingeniería en métodos y tiempos aplicados en producción a la empresa Nacional de Transformadores S. A. Colombia*.
- Orozco, P. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia Et Technica*, 21(3), 239-247. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84950585006.pdf>
- Osorio, K. (2017). *Control estadístico para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la empresa de ingeniería y montaje S.A.C. 2017* [Tesis de licenciatura sin publicar]. Universidad Cesar Vallejo.
- Parra, C. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente. *Contad. Adm*, 2(18), 52-55.
- Ríos, S. (2016). *Ingeniería de métodos para incrementar la productividad del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas en la Empresa Grupo Industrial JIREH- Huánuco, Periodo 2015* [Tesis de licenciatura sin publicar]. Universidad Cesar Vallejo.
- Rivero, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom.

- Ruiz, A. (2009). *Herramientas de calidad*. Instituto de control de calidad.
- Sales, M. (2013). *Diagrama de Pareto*. EALDE Business School.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Sánchez, O. (2020). *Propuesta de mejora basada en la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la fabricación de husillos de cobre en la empresa* [Tesis de licenciatura sin publicar]. Universidad Privada del Norte.
- Torres, A. (2016). *Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad* [Tesis de licenciatura sin publicar]. Universidad de Privada del Norte.
- Torres, I. (2013). *Diagrama de flujo*. Iveconsultores. https://iveconsultores.com/diagrama-de-flujo/?gclid=CjwKCAiAg9rxBRADEiwAxKDTuv19ONz22AXTdRkAScv1jJjJ8EW-I9AOfGfFbUkravZKLVZ0wfwR4RoCboEQAvD_BwE
- Unda, M. (2015). *La elaboración de presupuestos en empresas manufactureras*. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Vilar, J. (1997). *Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. Fundación Confemetal.

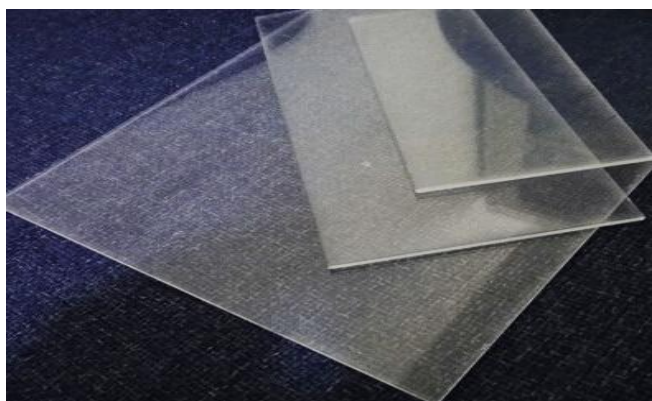
APÉNDICES

En esta sección se muestran las imágenes que complementan la información brindada a lo largo de esta investigación. Además, se expone el glosario para explicar el vocabulario técnico empleado por los miembros de la empresa y en este proyecto.

Pizarra acrílica: de tamaño 122x245cm, fabricada en la empresa pizarras Tauro S. A.



PMMA: Material acrílico utilizado para la fabricación de la pizarra.

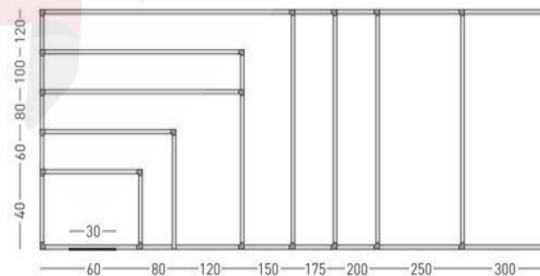


MDF: Madera utilizada para fabricación de la pizarra acrílica.



Moldes: utilizados para las medidas de la pizarra.

- -Marco de aluminio
- -Porta borrador
- -Base de trapan
- -Para escribir con plumón



Etiquetas de producción: Cada caja cuenta con una etiqueta que parte de una metodología de gestión visual.

ETIQUETAS	
N.º de Caja	
Material	
Orden	
Gabinete	
Peso:	



Tipos de madera utilizados: la encargada de proveerla es la empresa IMECA, proveedor de la materia prima de la empresa Pizarra Tauro S. A.



Instalación: El proceso de instalación de una pizarra acrílica de la empresa Pizarras Tauro S. A.



En los siguientes apéndices 1 se muestran las cotizaciones recibidas por parte de las empresas que ofrecen servicios de ingeniería en sistemas para el desarrollo de la herramienta de Excel como un *software* en línea.

Estimada Señorita:

Para el desarrollo de su proyecto le adjuntamos las tablas de las bases de datos que serán creadas para la interacción de las mismas.

Usuario (sistema)	Instaladores	Clientes
usuarioid	instaladorid	clienteid
nombre	nombre	nombre
email	email	email
telefono	telefono	telefono
	salario	
Proyectos	Etapas	
proyectoid	etapaid	
nombreProyecto	nombreEtapa	
clientoid	diasinstalacion	
instaladoresRequeridos	precio	

El sistema estará desarrollado en nuestro propio framework php el cual cuenta con su propia seguridad.

El precio de desarrollo es de \$1.250 el cual se hará con un 50% del valor del costo al inicio y un 50% al finalizar dicho proyecto.

Aunado al precio del desarrollo, el servicio de hosting con 5Gb de espacio en disco, el precio sería de \$150.

Frailes, Desamparados, San José, Costa Rica
 Apartado Postal: 1265-100 San José
 Tels: (506) 2544-0952
 (506) 8597-0102

Email: info@cryn-cr.com
 www.cryn-cr.com

El precio total sería de \$1400

En Corporación Ruíz y Nájera, estamos para servirte.
Atentamente,

