

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAMIENTO
PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS
DEL TALLER INDUSTRIAL TOMÁS ROJAS

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORADO POR: CÉSAR ZÚÑIGA VARGAS

TUTOR: ING. HÉCTOR RAMÍREZ MORA, M.ENG.

HEREDIA, DICIEMBRE, 2018

DECLARACIÓN JURADA

Yo César Alonso Zúñiga Vargas, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1256-0724 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Propuesta de plan de mejoramiento para los procesos productivos del Taller Industrial Tomás Rojas, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los 24 días del mes de setiembre del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula: 1-1256-0724.

CARTA DEL TUTOR

San José, 24 de setiembre del 2018

**Departamento de Registro
Carrera: Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante César Alonso Zúñiga Vargas, cédula de identidad número 1-1256-0724 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado Propuesta de plan de mejoramiento para los procesos productivos del Taller Industrial Tomás Rojas, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de licenciatura.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	19
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	29
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		96

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Héctor Ramírez Mora.
Ing. Héctor Ramírez Mora, M.Eng
Cédula identidad N: 1-1296-0047
Carné Colegio Profesional N: IPI-24135

CARTA DEL LECTOR

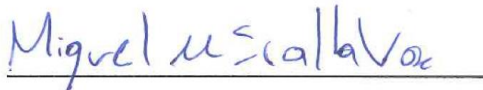
San José, 17 de diciembre del 2018.

Miembros del comité de Trabajos Finales de Graduación.
Universidad Hispanoamericana

Estimados Señores:

Como lector de este proyecto de graduación, he revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: **“PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL TALLER INDUSTRIAL TOMAS ROJAS”**, elaborado por el estudiante: Cesar Zuñiga Vargas, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial. Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad Hispanoamericana, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Cordialmente,



Ing. Miguel Mc Calla Vaz.

Cedula: 07-0137-0195

Carné : IPI-27600

CARTA DEL FILÓLOGO

San Rafael de Heredia, 15 de diciembre del 2018

Señores

Universidad Hispanoamericana

Escuela de Ingeniería Industrial

Estimados señores:

En mi calidad de filóloga, hago constar que he revisado el Proyecto de Graduación elaborado por el estudiante César Zúñiga Vargas, cédula número 1-1256-0724, para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial, bajo el título:

"PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DEL TALLER INDUSTRIAL TOMÁS ROJAS".

La revisión se hizo en la parte morfosintáctica, forma, estilo, redacción, puntuación y ortografía; por lo cual este trabajo está listo en tales aspectos para ser presentado ante la Universidad.

Atentamente,



Xinia Arguedas Rodríguez
Cédula No 1 458 488
Carné # 06032 del Colegio de
Licenciados y Profesores en Letras,
Filosofía, Ciencias y Artes

Xinia Arguedas Rodríguez
Filóloga
Teléfono 22 37 61 66
San Rafael de Heredia

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo a Dios, a ese Dios que me acompaña en todo momento, al Dios que me da salud, fuerza y trabajo, al Dios que guía mi camino y nunca me suelta a pesar de los tropiezos, a ese Dios que día a día demuestra que él es Dios.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento en primera instancia a Dios por darme salud y entendimiento para poder cumplir esta meta, a mi familia por su gran apoyo, al señor Luis Rojas y su esposa Diana Carvajal, los cuales accedieron darme la oportunidad de realizar dicho proyecto en su empresa. Así mismo, a mis profesores que durante mis estudios entregaron su conocimiento y experiencia para mi formación académica. Una mención especial para el ingeniero Héctor Ramírez Mora, mi profesor y asesor de proyecto de graduación, por su apoyo, orientación y consejos durante la elaboración del presente proyecto.

EPÍGRAFES

“La única forma de hacer un gran trabajo es amar lo que se hace”

Steve Jobs

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

Portada.....	I
Declaración jurada.....	I
Carta del Tutor.....	I
Carta del Lector	I
Carta del Filólogo.....	I
Dedicatoria	I
Agradecimientos.....	II
Epígrafes	III
Índice.....	IV
Índice general	V
Índice de figuras	XI
Índice de tablas	XIV
Acrónimos y siglas.....	XVI
Resumen ejecutivo	XVII
Capítulo 1 Introducción	XVIII
1.1 Descripción general del proyecto	19
1.2 Identificación de la empresa	20
1.2.1 Antecedentes del contexto de la empresa	20
1.2.2 Misión.....	22

1.2.3 Visión	22
1.2.4 Estructura organizativa	22
1.2.5 Ubicación geográfica de la planta	24
1.2.6 Tipos de servicios que ofrece la empresa	24
1.2 Planteamiento del problema	29
1.2.1 Definición del problema.....	29
1.2.2 Justificación.....	30
1.3 Objetivos del proyecto	32
1.3.1 Objetivo general	32
1.3.2 Objetivos específicos	32
1.4 Alcances y limitaciones.....	33
1.4.1 Alcances.....	33
1.4.2 Limitaciones	33
Capítulo 2 Marco teórico	34
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	35
2.1.1 Ingeniería industrial.....	35
2.1.2 Project Charter	36
2.1.3 Diagrama de flujo	37
2.1.4 Diagrama causa efecto	39
2.1.5 Matriz de Vester	40

2.1.6 La metodología 5's	42
2.1.7. Layout (distribución de planta)	44
2.1.8 Productividad	49
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	51
2.2.1 Metodología DMAIC	51
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	53
2.3.1 Impacto a corto plazo	53
2.3.2 Impacto a mediano plazo	54
2.3.3 Impacto a largo plazo	55
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	56
Capítulo 3 Marco metodológico.....	58
3.1 Metodología para la definición del problema	60
3.1.1 Project Chárter	60
3.1.2 Diagrama de flujo	60
3.1.3 Lluvia de ideas	61
3.1.4 Diagrama de afinidad	61
3.1.5 Diagrama de ishikawa	61
3.1.6 Matriz de Vester	61
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto	62
3.2.1 Control total de productividad.....	62

3.2.2 Control de tiempos mediante muestreos.....	62
3.3 Metodología para la propuesta de mejora	63
3.3.1 Gráficos de series de tiempo.....	63
3.3.2 Gráficos de barras.....	63
3.4 Metodología para la implementación del proyecto.....	64
3.4.1 La metodología 5's.....	64
3.4.2 Layout	64
3.4.3 Evaluación de la productividad.....	64
3.5 Metodología para la verificación y seguimiento de resultados.....	65
3.5.1 Seguimiento y control de metodología 5's	65
3.5.2 Control de productividad	65
3.5.3 Rotulación y señalización.....	66
3.5.4 Entrenamiento al personal	66
Capítulo 4 Línea base y análisis de causas	67
4.1 Descripción del proceso productivo	68
4.1.1 Detalle del proceso productivo	70
4.2 Análisis de la productividad	73
4.2.1 Medición de la productividad.....	73
4.2.2 Evaluación de la productividad.....	78
4.3 Identificación de las causas del problema	84

4.3.1 Causas relacionadas con maquinaria	86
4.3.2 Causas relacionadas con mano de obra	87
4.3.3 Causas relacionadas con medición.....	89
4.3.4 Causas relacionadas con el método	90
4.3.5 Causas relacionadas con el medio	93
4.3.6 Causas relacionadas con el material	98
4.4 Establecimiento de causas críticas.....	100
4.4 Conclusión del diagnóstico	105
Capítulo 5 Diseño e implementación de la solución	106
5.1 Plan de propuestas de mejora.....	107
5.2 Implementación de la metodología 5´s	108
5.2.1 Etapa seiri (clasificar)	108
5.2.2 Etapa seiton (ordenar)	113
5.2.3 Etapa seiso (limpiar)	115
5.2.4 Etapa seiketsu (estandarizar).....	119
5.2.5 Etapa shitsuke (autodisciplina).....	122
5.2.6 Resultados obtenidos.....	129
5.3 Propuesta de distribución de planta.....	131
5.3.2 Análisis Producto Cantidad	131
5.3.3 Matriz relacional de actividades	133

5.3.4 Diagrama relacional de actividades	134
5.3.5 Diagrama relacional de espacios	135
5.3.6 Distribución de planta propuesta.....	136
5.3.7Proyección de resultados.....	139
5.4 Propuesta de matriz para controlar la productividad.....	140
5.5 Evaluación de beneficios	148
5.5.1 Disminución de tiempos improductivos	148
5.5.2 Disminución de gastos	151
5.5.2 Inclusión de otros ingresos.....	152
5.5.3 Evaluación de beneficios	152
Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones	157
6.1 Conclusiones	158
6.2 Recomendaciones.....	160
Bibliografía	162
Apéndices	166
Glosario.....	171
Anexos	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fachada actual del taller	21
Figura 2: Organigrama de la empresa.....	23
Figura 3: Ubicación del taller.....	24
Figura 4: Máquina procesadora de queso.....	25
Figura 5: Piñón cónico.....	26
Figura 6: Polea ranurada.....	27
Figura 7: Base niveladora	27
Figura 8: Soldadura de antimonio	28
Figura 9: Formato ejemplo del Project charter	37
Figura 10: Simbología del diagrama de flujo	38
Figura 11: Esquema de diagrama de Ishikawa	39
Figura 12: Formato de matriz de Vester.....	40
Figura 13: Formato de gráfica de matriz de Vester	42
Figura 14 Formato de matriz relacional de actividades	47
Figura 15 : Formato de diagrama relacional de actividades.....	48
Figura 16: Diagrama relacional de espacios	48
Figura 17:Diagrama SIPOC del proceso productivo de la compañía,	69
Figura 18: Diagrama del proceso productivo del Taller	72
Figura 19:Gráfico de series de tiempo para productividad total	79
Figura 20: Gráfico de series de tiempo para productividad parcial	80
Figura 21: Gráfico de barras de promedios de productividad parcial	81
Figura 22: Gráfico de dispersión de ingresos económicos.....	82

Figura 23: Diagrama de Ishikawa.....	85
Figura 24: Incomodidad de espacio para ejecución de trabajos	86
Figura 25: Prácticas inadecuadas de seguridad	89
Figura 26: Inexistencia de controles.....	90
Figura 27: Inexistencia de lugar asignado para ubicar herramientas	93
Figura 28: Presentación de zona central del taller	94
Figura 29: Simbología de distribución de planta actual	96
Figura 30: Distribución de planta actual	97
Figura 31: Espacio utilizado por maquinaria obsoleta.....	99
Figura 32: Matriz de Vester	102
Figura 33: Gráfico de resultados de la matriz de Vester	103
Figura 34: Traslado de cepilladora mecánica.....	111
Figura 35: Fotografías del antes y después de ordenar el área.....	114
Figura 36: Fotografías del antes y después de ordenar armario de	115
Figura 37: Fotografías del antes y después de implementar I.....	117
Figura 38: Fotografías del antes y después de implementar las	118
Figura 39: Panel disponible para ubicación de herramienta.....	121
Figura 40: Hoja de análisis de resultados	129
Figura 41: Gráfica de análisis producto cantidad	132
Figura 42: Matriz relacional de actividades	133
Figura 43: Diagrama relacional de actividades	134
Figura 44: Diagrama relacional de espacios	135
Figura 45: Distribución de planta propuesta.....	136
Figura 46: Distribución de planta final	137

Figura 47: Simbología de distribución de planta actual	138
Figura 48: Formato de hoja de inicio de la herramienta	141
Figura 49: Formato de hoja de inserción de datos, parte 1	142
Figura 50: Formato de hoja de inserción de datos, parte 2	143
Figura 51: Formato de hoja del flujo de efectivo, parte 1	144
Figura 52: Formato de hoja del flujo de efectivo, parte 2	145
Figura 53: Formato de tabla de hoja de resultados	146
Figura 54: Formato de gráfica de productividad parcial	147
Figura 55: Formato de gráfica de productividad total	147
Figura 56: Promedios de productividad parcial	154
Figura 57: Productividad total vrs productividad proyectada	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Desglose de herramientas metodológicas	59
Tabla 2: Desglose de insumos y resultados, parte 1	75
Tabla 3: Desglose de insumos y resultados, parte 2.....	76
Tabla 4: Desglose de insumos y resultados, parte 3.....	77
Tabla 5: Detalle de productividad total y parcial por mes	78
Tabla 6: Detalle de área requerida para ubicación de máquinas y equipos....	95
Tabla 7: Codificación de causas para matriz de Vester	101
Tabla 8: Descripción de causas críticas	104
Tabla 9: Propuestas de mejora	107
Tabla 10: Clasificación de objetos sin utilizar	109
Tabla 11: Plan de acción para objetos obsoletos	110
Tabla 12: Plan de acción para objetos dañados	112
Tabla 13: Plan de acción para objetos innecesarios	112
Tabla 14: Plan de limpieza	116
Tabla 15: Lista de descripciones para etiquetado	120
Tabla 16: Lista de ítems para evaluar seiri (clasificar)	124
Tabla 17: Lista de ítems para evaluar seiton (ordenar)	125
Tabla 18: Lista de ítems para evaluar seiso (limpiar)	126
Tabla 19: Lista de ítems para evaluar seiketsu (estandarizar)	127
Tabla 20: Lista de ítems para evaluar shitsuke (disciplina)	128
Tabla 21: Detalle de tipos de servicio y cantidad	131
Tabla 22: Detalle de tiempo mínimo invertido en desplazamientos	149

Tabla 23: Detalle de tiempo mínimo invertido en desplazamientos	150
Tabla 24: Relación costo beneficio de propuestas de implementación	153

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

- q.d.D.g: que de Dios goce
- SLP: Systematic Layout Planning (Planificación sistemática del diseño)
- CNC: control numérico computarizado

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se realizó en el Taller Industrial Tomás Rojas, el cual se encuentra ubicado en la zona de Zarcero de Alajuela. Esta empresa es una pyme dedicada a la prestación de servicios metalmecánicos en mecánica de precisión y soldadura.

La iniciativa de dicho proyecto surge como respuesta a una inquietud planteada por el propietario de la compañía, quien considera que su empresa no está generando ganancias, situación contradictoria con respecto a la constante demanda de trabajo. Dentro de las limitaciones que presenta la empresa, no se controla el flujo de efectivo, por lo tanto, inicialmente no se contaba con datos fidedignos que respalden la opinión inicial del propietario. Por tal razón, la primera tarea fue aplicar un registro de los movimientos económicos, el cual se llevó a cabo durante 9 meses, como resultado se logró evidenciar que la compañía no está siendo productiva.

Teniendo claro el problema, se plantearon sus causas mediante el uso de un diagrama de Ishikawa, posteriormente se evaluaron con la matriz de Vester y se logró determinar que existían 5 causas críticas, estas causas se convirtieron en la base sobre la cual se establecieron las propuestas de mejora.

Como plan de mejora se determinó implementar la metodología 5's, diseñar una distribución de planta y crear una herramienta para controlar la productividad. Para llevar a cabo estas propuestas se planteó un modelo sistemático para aplicar la metodología 5's, se diseñó una distribución de planta mediante el método SLP y se creó una herramienta para controlar la productividad.

La implementación de dichas propuestas impulsa un ahorro aproximado de ₡200,000 por mes, siendo este un monto mínimo, el cual podría aumentar según las condiciones de trabajo. La inversión inicial para aplicar estas propuestas corresponde a un monto de ₡147,000, por lo tanto, en un mes se recuperaría dicha inversión.

Por último, se proyectaron los índices de productividad, considerando los costos implicados en las mejoras y se evidenció que su implementación tendría un impacto positivo tanto en las productividades parciales como en la productividad total.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Este proyecto pretende dar solución al problema de baja productividad presentado en el Taller Industrial Tomás Rojas.

El presente capítulo se procede a conocer todo el entorno que rodea la compañía, desde sus antecedentes, la estrategia estructura, la estructura organizativa, ubicación geográfica y los tipos de servicio que se ofrecen. Posteriormente se realiza el planteamiento del problema acompañado de la justificación, los objetivos, así como los alcances y limitaciones. Los capítulos 2 y 3 presentan respectivamente los conceptos teóricos y los procedimientos que fundamentan el desarrollo del presente proyecto.

Con el problema establecido se definen las causas en un diagrama de Ishikawa, las cuales posteriormente son evaluadas con una matriz de Vester y se determinan la existencia de 5 causas críticas. En el capítulo 4 se detallan estos procedimientos.

Una vez establecidas las causas críticas, se recomienda la implementación de 3 herramientas las cuales son: Implementación de la metodología 5's, distribución de planta con el método SLP y creación de una matriz para controlar la productividad. En el capítulo 5 se detalla el desarrollo de cada una de estas herramientas.

Como resultado a dichas propuestas se proyectan beneficios que se verán reflejados en la productividad de la compañía.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.2.1 Antecedentes del contexto de la empresa

El Taller Industrial Tomás Rojas fue fundado en el año 1972 por el señor Tomás Rojas Solís (q.d.D.g.), padre del propietario actual, el señor Luis Rojas Rojas. Esta empresa nace como un pequeño taller ubicado en el centro de Zarcero, inicialmente se dedicó a labores de soldadura y forja principalmente.

A mediados de los años 80, el negocio es trasladado al lugar donde se ubica en la actualidad, se adquirieron otros tipos de máquinas de soldar con los que se incorporaron procesos especiales de soldadura, hizo que la empresa se convirtiera en un lugar especializado en trabajos de soldadura, situación que los llevó a ir adquiriendo prestigio e irse posicionando en la zona como único taller con esas características.

La experiencia adquirida a través de los años, ayudaron a que Tomás Rojas fortaleciera de manera empírica sus competencias técnicas, las cuales fue trasladando a su hijo, el señor Luis Rojas, quien ayudaba en las labores del taller.

Ya en el año 2011, tras el fallecimiento de Tomás Rojas, el taller queda a cargo de su hijo, quien se había preparado académicamente en las áreas de soldadura, electricidad y mecánica de precisión.

Con la nueva administración el taller continuó con sus labores de soldadura, sin embargo, se fueron incorporando máquinas de mecánica de Precisión, esto con el

objetivo de fortalecer a la empresa ofreciendo una cartera de servicios más amplia.

Con estas modificaciones el taller cambió su oferta de trabajo, ya que la soldadura pasó a segundo plano, mientras que el área de Mecánica de Precisión se convirtió en la actividad principal de la empresa.

En la Figura 1 se observa una fotografía de la fachada actual de la empresa.



Figura 1: Fachada actual del taller

Fuente: Imagen tomada de página de Facebook Taller Industrial Tomas Rojas

1.2.2 Misión

Somos una empresa dedicada a brindar servicios de fabricación, reparación y mantenimiento de equipos industriales, aplicando y cumpliendo los estándares de calidad requeridos por la clientela.

1.2.3 Visión

Ser una empresa sólida, que ofrezca servicios oportunos a las pequeñas y grandes empresas del sector industrial mediante el uso y desarrollo de equipos de alta tecnología y calidad.

1.2.4 Estructura organizativa

Actualmente la organización está conformada por 4 personas, el propietario quien funge como el director general, la asistente administrativa y dos personas técnicas que se desempeñan en las labores operativas, las funciones generales en cada uno de esos puestos son las siguientes:

- **Dirección General:** Este puesto tiene una participación en todos los procesos, además de ser el de mayor responsabilidad, es el que contiene mayor cantidad de tareas, dentro de las cuales se puede mencionar contratación de personal, compra de materiales, cotización de trabajos, recibos de material, recepción de trabajos por realizar, entrega de trabajos concluidos, pagos de salarios, elaboración de planos o croquis, además de dar apoyo operativo al personal técnico.

- **Auxiliar administrativo:** Este puesto es desempeñado por la esposa del propietario de la compañía, ella brinda apoyo en labores como pagos a proveedores, pagos de servicios públicos, además de la organización de documentos en general. Es importante mencionar que este puesto no se desempeña a tiempo completo, sino esporádicamente cuando se requiere.
- **Técnico:** Actualmente este puesto de trabajo es desempeñado por dos personas, las cuales tienen a su cargo la ejecución operativa de los trabajos que proveen los clientes.

A partir de estos puestos de trabajo se establece la estructura empresarial. En la Figura 2 se presenta el organigrama actual de la empresa.

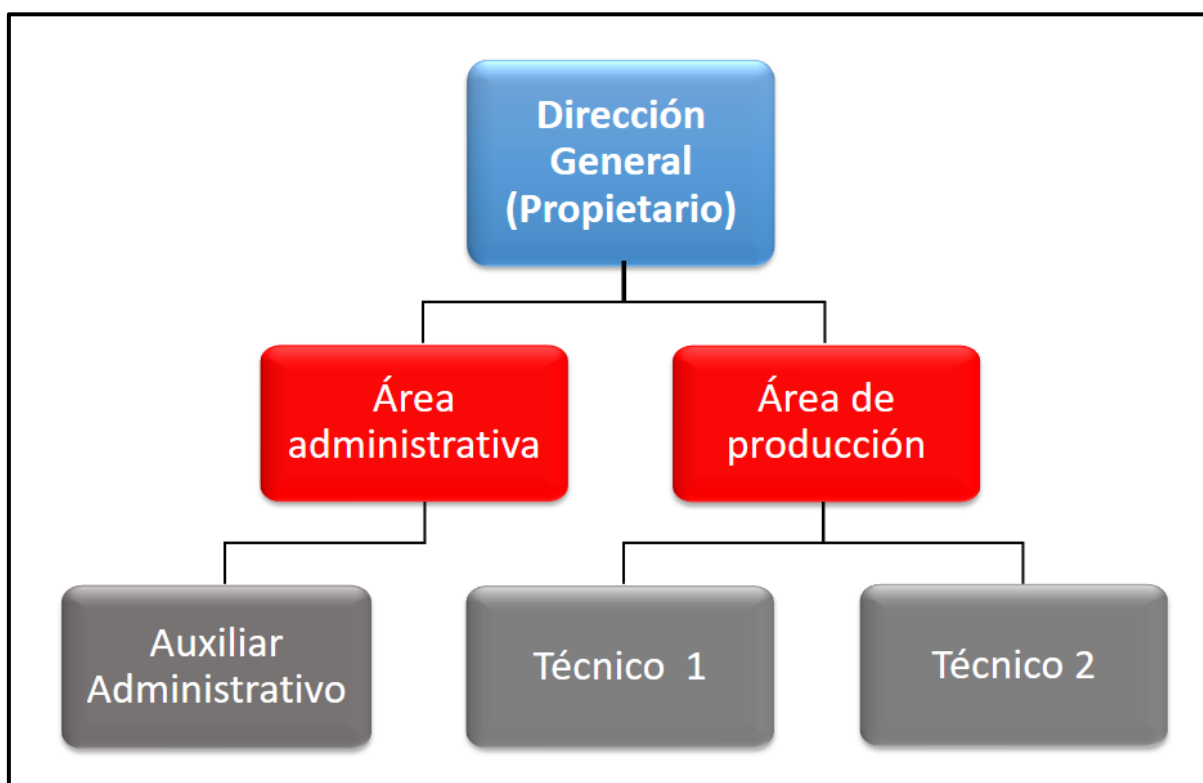


Figura 2: Organigrama de la empresa
Fuente: Elaboración propia

1.2.5 Ubicación geográfica de la planta

La empresa está ubicada en el cantón de Zarceros de Alajuela, específicamente del parque principal 300 metros Sur y 175 metros al Este. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra una imagen con su localización desde la página Google maps.

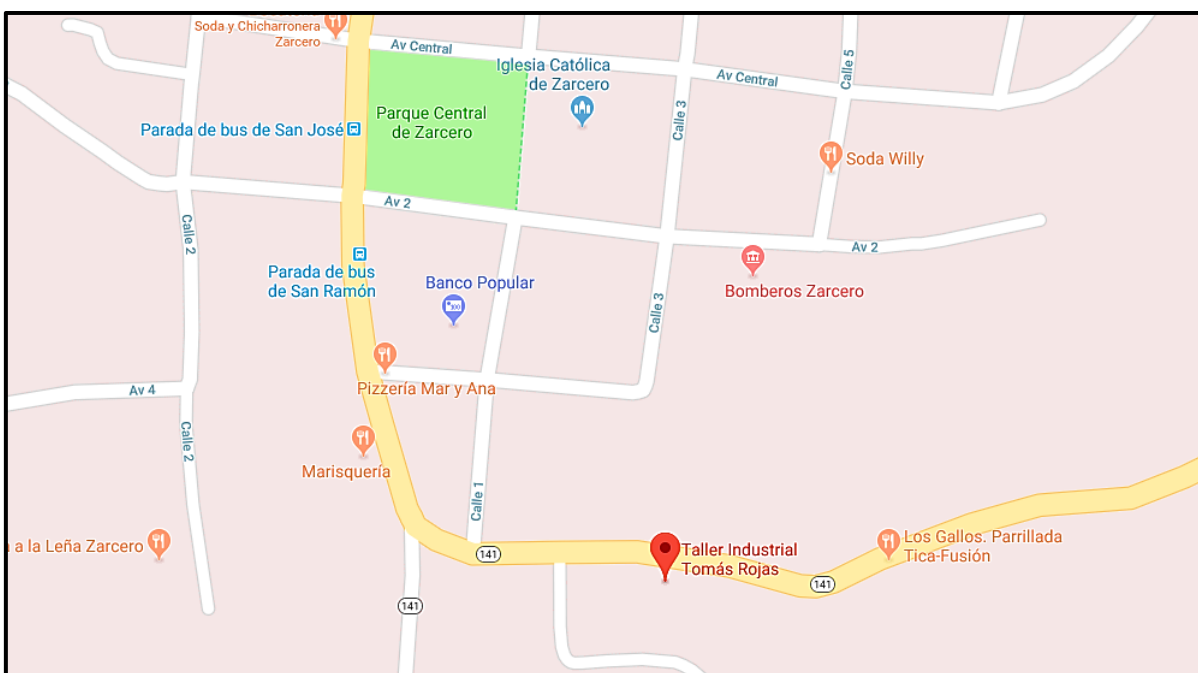


Figura 3: Ubicación del taller

Fuente: www.google.com/maps

1.2.6 Tipos de servicios que ofrece la empresa

Actualmente el taller se dedica a la prestación de servicios metalmecánicos en las áreas de soldadura, mecánica de precisión y doblado de láminas. Estas áreas representan una amplia variedad de alternativas de servicios los cuales incluyen tareas como el diseño, fabricación, reparación y mantenimiento de equipos industriales.

Dentro de sus procesos operativos, los métodos técnicos que se realizan con mayor frecuencia son: las soldaduras con procedimientos especiales, trabajos de taladrado, mecanizado de piezas con perfiles cilíndricos en el torno, mecanizado de piezas con perfiles planos en la fresadora, fabricación de piñones, entre otros. Algunos ejemplos de sus trabajos desarrollados son los siguientes:

- **Máquina procesadora de queso:** Este trabajo abarcó la implementación de varios procesos como la fabricación de piezas en el torno y la fresadora, doblados de láminas, soldaduras especiales, pulido, ensamble, entre otros. En la Figura 4 se presenta el resultado final de este producto.

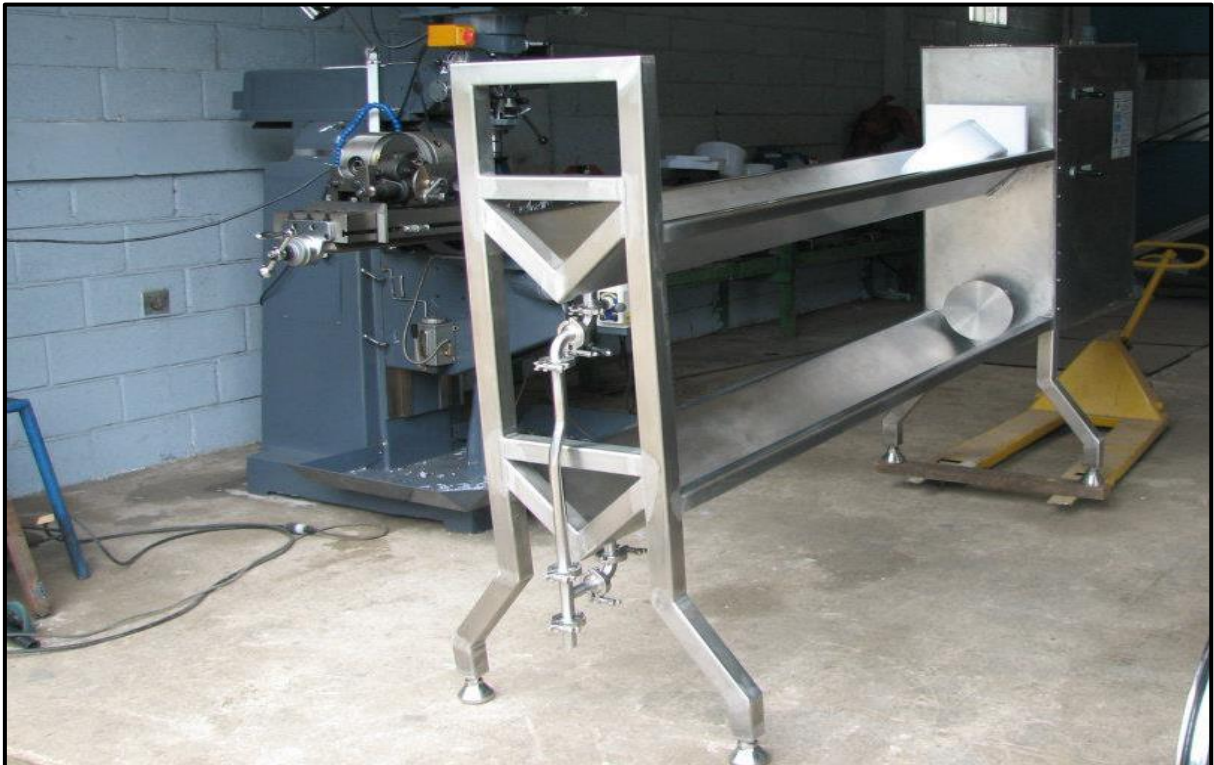


Figura 4: Máquina procesadora de queso

Fuente: Facebook Taller Industrial Tomás Rojas

- **Fabricación de piñones:** Este producto se realiza mediante un proceso que incluye el uso del torno y la fresadora a través de un montaje de accesorios especiales. En la Figura 5 se muestra un piñón cónico en proceso de fabricación.

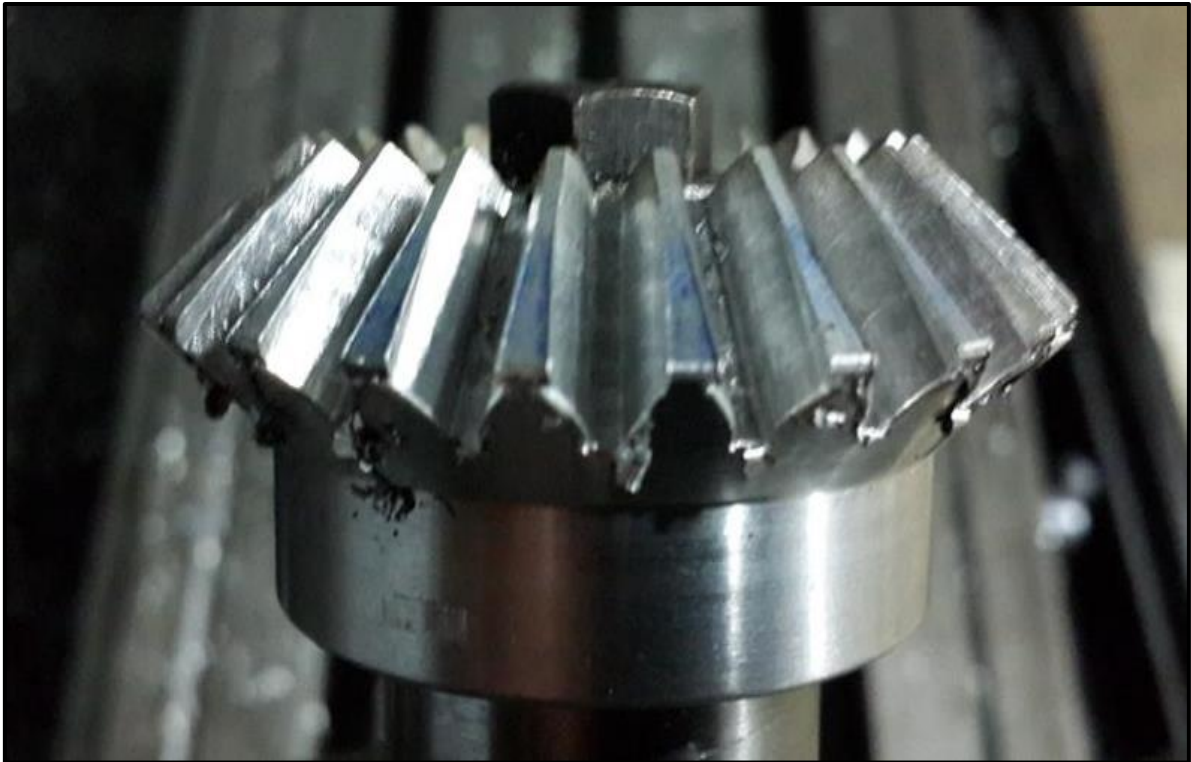


Figura 5: Piñón cónico

Fuente: Facebook Taller Industrial Tomás Rojas

- **Fabricación de polea ranurada:** Esta pieza se realizó mediante un procedimiento aplicando en el torno, para su elaboración se requiere de una serie de cálculos para cumplir las dimensiones de las ranuras de acuerdo con normas establecidas. En la Figura 6 se muestra el resultado de este producto.



Figura 6: Polea ranurada

Fuente: Facebook Taller Industrial Tomás Rojas

- **Diseño y fabricación de base niveladora:** Este producto está conformado por 4 piezas que se fabrican de manera independiente para ser ensambladas posteriormente, su fabricación implicó tareas de torneado, fresado, roscado y afilado. La Figura 7 presenta el resultado final de dicho producto.

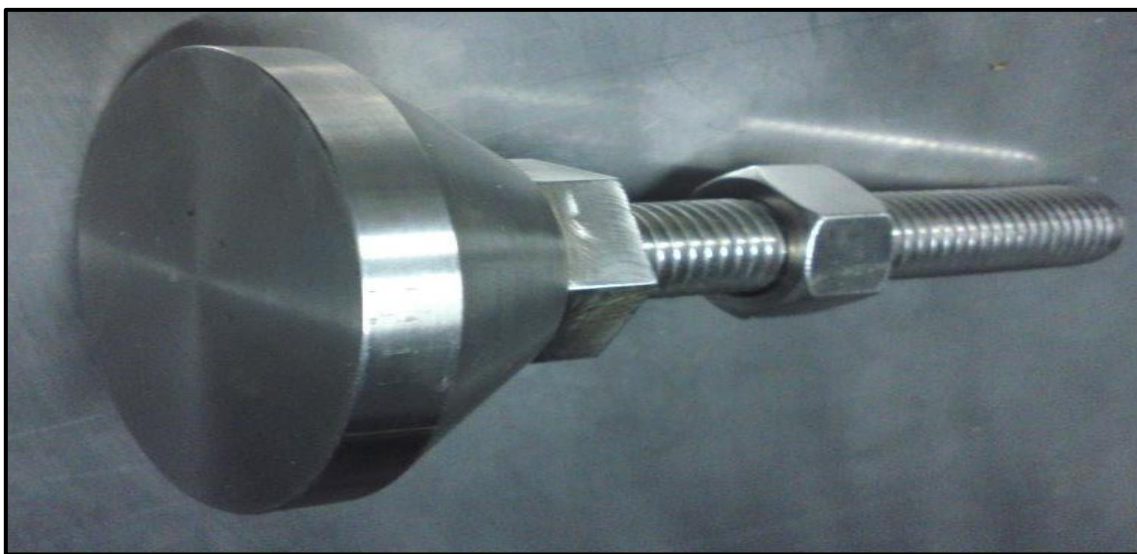


Figura 7: Base niveladora

Fuente: Facebook Taller Industrial Tomás Rojas

- **Aplicación de soldadura especial:** Existen varios casos de soldaduras especiales, en este caso se presenta un ejemplo de soldadura con antimonio, esta es una soldadura muy compleja y se realizó con el proceso de soldadura tig (soldadura por arco con electrodo de tungsteno) En la imagen Figura 8 se presenta el resultado de dicho trabajo.



Figura 8: Soldadura de antimonio

Fuente: Facebook Taller Industrial Tomás Rojas

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Definición del problema

El desarrollo de este proyecto se origina a partir de una necesidad planteada por el propietario de la compañía, el señor Luis Rojas, quien manifiesta que la empresa no está siendo rentable, lo cual considera paradójico a sabiendas que la compañía siempre mantiene una considerable lista de servicios por realizar, es decir, la producción de servicios es constante, lo anterior hace entrever que la empresa presenta problemas de productividad.

A raíz de esta situación, el propietario de la empresa es quien se ve afectado en mayor medida, ya que en reiteradas situaciones se ha visto en la obligación de asumir los pagos económicos con capital propio, incluso, en algunas ocasiones ha solicitado créditos bancarios para sufragar dichos gastos.

Además del propietario, esta problemática también afecta al personal empleado, ya que ven limitadas sus opciones de mejoramiento de condiciones laborales dentro de la compañía.

En general, esta situación imposibilita el crecimiento de la compañía, lo cual a su vez puede poner en riesgo su permanencia en el mercado, de ahí que se considera trascendental contrarrestar dicha problemática mediante un proceso que establezca mecanismos para encontrar las causas y soluciones pertinentes.

1.2.2 Justificación

La empresa Taller Industrial Tomás Rojas ha permanecido en la industria, ofreciendo servicios de metalmecánica por más de 40 años, su ubicación geográfica y la diferenciación de sus procesos operativos con respecto a la competencia, hicieron que desde sus inicios la compañía pudiera posicionarse como una empresa reconocida y respetada en la zona.

A pesar de este panorama, el propietario de la empresa, quien tiene 7 años de haber asumido las riendas de la compañía, manifiesta que, a pesar de la constante demanda de trabajo, percibe que el taller no está siendo rentable, al punto que en algunas ocasiones se ha visto en la obligación de solicitar créditos bancarios para asumir sus pagos obligatorios como lo son: salarios, impuestos, servicios públicos, entre otros.

Con respecto a esta situación, el dueño dice no tener claridad de cuáles son las causas, pues considera que el taller funciona y se administra adecuadamente, según su perspectiva, situación que no puede evidenciar ya que la empresa no cuenta con información controlada que brinde datos para evaluar la realidad productiva.

Este panorama se ha venido notando desde hace aproximadamente 4 años, lo que impulsó a que el propietario tomara la decisión de implementar algunos cambios, a pesar de no tener claro las causas reales del problema, estos cambios fueron: contratación de mayor cantidad de operarios, sustitución de personal, aumento de

precios en sus servicios y adquisición de maquinaria. No obstante, con la incursión de dichos cambios, no se percibieron las mejoras deseadas, en contraste la situación ha empeorado ya que las deudas se han acrecentado.

Adicionalmente a esta problemática, en los últimos años, la zona de Zarcero y sus alrededores ha venido percibiendo un crecimiento industrial con la instauración de nuevas empresas, está obligando a que las empresas nativas de la zona busquen fortalecer sus servicios para poder competir y así mantenerse vigentes en el mercado, situación a la que no escapa este taller.

Ante este panorama, surge la iniciativa de realizar este proyecto con la finalidad de analizar los procesos del Taller Industrial Tomás Rojas, para proponer un plan de acciones que orienten a una mejora en general que se vea plasmada en sus finanzas.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 Objetivo general

Proponer un plan de mejora en los procesos productivos del Taller Industrial Tomás Rojas mediante el análisis de los puntos críticos que afectan las diferentes operaciones para establecer las soluciones pertinentes que impacten positivamente la productividad de la compañía.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento actual de los procesos productivos del Taller Industrial Tomás Rojas.
- Identificar las principales causas que originan la baja productividad del Taller Industrial Tomás Rojas.
- Plantear soluciones que impacten de manera positiva la productividad del Taller Industrial Tomás Rojas.
- Establecer mecanismos para la implementación y seguimiento de las propuestas de mejora.
- Proyectar los beneficios esperados mediante la realización de un análisis costo beneficio a partir de las propuestas de mejora planteadas.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

La realización del presente proyecto involucra el análisis de los procesos productivos del Taller Industrial Tomás Rojas a partir de información recabada en el periodo entre octubre del 2017 a junio del 2018, propicia el mejoramiento general de la compañía a través de prácticas adecuadas que propicien de la reducción de insumos y aumento de ingresos, reflejado en el aumento de la productividad.

.1.4.2 Limitaciones

Algunas de las principales limitaciones que surgen para la realización de este proyecto son las siguientes:

- A raíz de la situación financiera que atraviesa la compañía, no se cuenta con presupuesto para ser invertido en este proyecto.
- Producto de sus debilidades administrativas, la compañía no cuenta con un historial fidedigno con respecto al manejo de las finanzas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

2.1.1 Ingeniería industrial

La Ingeniería Industrial es la rama de las ingenierías orientada al desarrollo y mejora continua en la producción de bienes y servicios, a través del desarrollo de actividades dirigidas al análisis, diseño, planeación, control y optimización de los procesos involucrados.

El desarrollo de esta profesión se basa en el conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales junto con los principios y métodos de análisis de ingeniería y diseño, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtengan de tales sistemas.

El objeto de estudio de la Ingeniería Industrial es el mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios conformado por: recursos humanos, tecnológicos, financieros, económicos, materiales y de información; con el fin de incrementar la productividad y competitividad de las organizaciones. Por lo tanto, se podría considerar que la Ingeniería Industrial es una de las áreas profesionales. La naturaleza de esta profesión hacen que la ingeniería industrial tenga participación en una amplia variedad de tareas, algunas de sus principales actividades son las siguientes:

- Recolectar y analizar datos de los procesos.
- Determinar los requerimientos del proceso de producción o prestación del servicio.
- Diseñar métodos de trabajo eficientes.
- Supervisar procesos.
- Liderar equipos de trabajo.
- Planificar la producción o prestación de un servicio.

2.1.2 Project Charter

El Project Charter (acta de constitución de proyecto) es el documento inicial en el cual se documenta el propósito y las metas por alcanzar, este documento debe ser emitido por el iniciador o patrocinador del proyecto con el fin de establecer formalmente la existencia de un proyecto, estableciendo así al gerente de proyectos facultades para asignar recursos y actividades.

En este documento se detallan cada uno de los aspectos fundamentales de todo el proyecto y es aquí donde se define el problema, las metas, el alcance, los pedidos de ejecución y los responsables del proceso.

No existe una plantilla oficial para realizar este documento, por lo tanto, la empresa define el formato por utilizar según sus necesidades. En la figura 9 se observa un ejemplo de formato de dicho documento.

Project Charter																													
Datos administrativos										Revisión General																			
Nombre de la iniciativa										Caso de Negocio:																			
Región																													
Area de mejora										Problema:																			
País																													
Fecha de Inicio										Metas:																			
Fecha de Finalización																													
"Charter" aprobado por:										Enfoque y alcance:																			
Equipo de Trabajo																													
Sponsor																													
Champion																													
Owner Process																													
Team member																													
Fecha de Inicio																													
Fecha de Finalización																													
"Charter" aprobado por:																													
Cronograma										Mes - semana : año																			
Etapa de DMAIC		Actividad								Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
										1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definir																													

Figura 9: Formato ejemplo del Project charter
Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo, también conocido como flujograma es una representación gráfica mediante la cual, a través del uso de distintos símbolos, se presentan la secuencia de las etapas que componen un procedimiento, de forma tal que este se comprenda más fácilmente.

Dado lo anterior se puede decir que esta es una excelente herramienta para comprender los procesos a seguir, así como para identificar los posibles errores antes del desarrollo de la tarea. Aunque por lo general esta herramienta es utilizada

especialmente en el área de la informática para el desarrollo de programas, no obstante, su comprensión y utilización puede ser de enorme utilidad en cualquier área técnica que busque reflejar alguna secuencia lógica.

Existen gran variedad de símbolos los cuales se pueden utilizar, dependiendo de las diferentes situaciones. En la figura 10 se detalla la forma y descripción de los principales símbolos que se utilizan en esta herramienta.







Simbología para diagramas de flujo		
Símbolo	Conector	Descripción
	Actividad o tarea.	Acción llevada a cabo en un proceso, representa cortes, cambios, modificaciones, ensambles; puede tener muchas entradas y una salida.
	Decisión	Sirve para indicar puntos donde se toman decisiones: Si, No.
	Demora (no programada)	Retraso no programado de materiales o información; partes o productos; espera.
	Transporte / movimiento	Cualquier acción que desplaza información, objetos o personas.
	Almacenaje / Archivo	Retraso programado de materiales, partes o productos, se quedan en piso, almacén.
	Inicio o final	Para marcar los extremos de un diagrama, podría implicar la actividad de inicio y fin.

Figura 10: Simbología del diagrama de flujo

Fuente: www.pymesycalidad20.com

2.1.4 Diagrama causa efecto

El diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.

Existen varios tipos de estos diagramas, sin embargo, el método de construcción de las 6M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. En la figura 11 se observa un ejemplo del esquema utilizado para su elaboración.

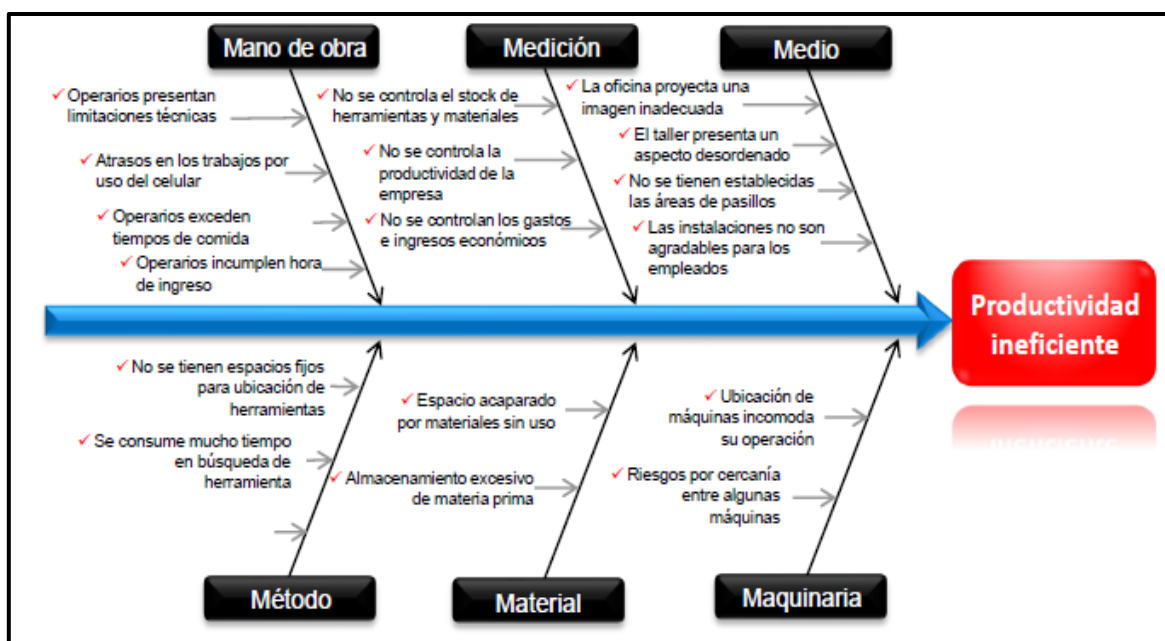


Figura 11: Esquema de diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Matriz de Vester

La matriz Vester es un instrumento utilizado para clasificar y establecer las causas con mayor impacto en una problemática. Es una técnica desarrollada por el alemán Frederic Vester, la cual se puede aplicar en diversos campos.

Su formato está conformado por una serie de filas y columnas mediante las cuales se interrelacionan todas las causas para evaluar el nivel de causalidad de cada causa en relación con el resto. Para evaluar su nivel de causalidad se establecen los siguientes criterios:

- 0: No lo causa.
- 1: Lo causa indirectamente o tiene una relación de causalidad muy débil.
- 2: Lo causa de forma semidirecta o tiene una relación de causalidad media.
- 3: Lo causa directamente o tiene una relación de causalidad fuerte.

Posteriormente se cuantifica el nivel de influencia y dependencia para lo cual se hace una sumatoria horizontal y vertical respectivamente.

En la figura 12 se observa un ejemplo del formato utilizado en esta, matriz.

Situación problemática									
El sistema de transporte de la ciudad de Bruselas, desde hace 6 meses está reportando pérdidas mensuales por \$ 50.000									
Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	INFLUENCIA
P1	Alto tiempo de espera para abordar el bus	0							0
P2	Deficiencia en el mantenimiento de los buses		0						0
P3	Mala planeación de las rutas del sistema de transporte			0					0
P4	Cobertura insuficiente en el servicio prestado por los buses				0				0
P5	Evasión del pago del pasaje al ingresar al bus					0			0
P6	Incorrecto manejo de los presupuestos del sistema de transporte						0		0
P7	Insuficiente capacidad de servicio del sistema de transporte							0	0
DEPENDENCIA		0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 12: Formato de matriz de Vester

Fuente: Ingenioempresa.com

Una vez establecidas las sumatorias de influencia y dependencia, sus resultados son planteados en una gráfica conformada por el eje “x” cuyo valor es la sumatoria de los niveles de influencia; el eje “y”, que representa la totalidad de las dependencias. Estos ejes se deben cruzarse en sus valores medios, con lo cual se establecen 4 cuadrantes que definen el nivel de causalidad, la clasificación de estos cuadrantes es la siguiente:

- **Los problemas críticos**

Son problemas causados por otros y a su vez son causados por los demás, estos problemas son los de mayor atención.

- **Los problemas pasivos**

Son problemas que tienen poca influencia sobre los demás y a la vez, son muy influenciados por los demás.

- **Los problemas indiferentes**

Son los problemas con menor nivel de causalidad, ya que presentan poca influencia sobre los demás y a la vez, no son influenciados.

- **Los problemas activos**

Son problemas que no son influenciados por los demás, sin embargo, sí son influenciadores, después de los problemas críticos son los segundos problemas con

mayor nivel de causalidad.

En la figura 13 se observa el formato de dicha gráfica.

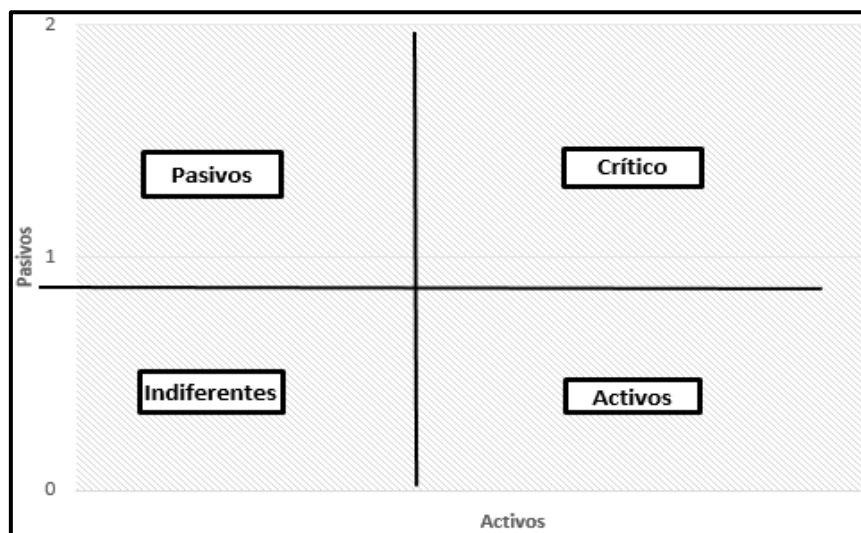


Figura 13: Formato de gráfica de matriz de Vester
Fuente: Elaboración propia

2.1.6 La metodología 5's

La herramienta 5S corresponde a una aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. “El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que haya calidad se requiere antes que todo orden, limpieza y disciplina” (Gutiérrez, 2010, pág. 110).

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e

inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Las funcionalidades de cada una de estas etapas se describen a continuación.

- **Seiri:** La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc.
- **Seiton:** Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.
- **Seiso:** Significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir, anticiparse para prevenir defectos. La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

- **Seiketsu:** La fase de seiketsu tiene como objetivo consolidar las tareas ejecutadas en las tres primeras “S”, para esto se busca sistematizar lo conseguido para asegurar obtener efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo
- **Shitsuke:** Se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligada al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación

2.1.7. Layout (distribución de planta)

La distribución de planta es más que la ubicación física de la maquinaria y puestos de trabajo, se deben considerar muchos factores, además del económico para que la distribución sea satisfactoria. Muther (1976) define distribución de planta como “una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados”.

Principios básicos de distribución de planta

Cuando se diseña una nueva distribución, se deben tomar en cuenta seis principios básicos, los cuales el diseñador debe combinar de la mejor forma posible, ya que es sumamente difícil satisfacer por completo todos los principios en un diseño, estos se describen en los puntos siguientes:

- **Integración en conjunto:** Por integración en conjunto se entiende la distribución en planta que mejor se adapte a las partes que intervienen en la misma, tales como: los materiales, maquinaria, recurso humano, actividades auxiliares y demás factores.
- **Mínima distancia recorrida:** Este principio dice que en igualdad de condiciones se escogerá la distribución, cuyo recorrido de material entre las diferentes operaciones del proceso industrial, sea la más corta.
- **Secuencia de operaciones:** El principio dice que en igualdad de condiciones es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.
- **Utilización del espacio:** En toda distribución es vital aprovechar el área y el espacio (horizontal y vertical) que ocupan los materiales, maquinaria, servicios auxiliares y por supuesto, el recurso humano dentro de la planta.
- **Satisfacción y seguridad del personal:** El personal de la planta y de cualquier empresa es el recurso más importante, por lo tanto, se debe velar por la seguridad de

los trabajadores. Se deben tomar en cuenta la satisfacción y motivación del personal a la hora del diseño de la distribución para evitar problemas en la producción.

- **Flexibilidad:** A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

Método de distribución SLP

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés (systematic layout planning) un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes.

El procedimiento de esta metodología está conformado por las siguientes etapas:

- **Análisis producto-cantidad:** En esta etapa lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es qué se va a producir y en qué cantidades y estas previsiones deben disponerse para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio.
- **Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción):** se trata en este paso de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas

descriptivos del flujo de los materiales.

- **Análisis de las relaciones entre actividades:** En esta etapa inicialmente se genera una matriz relacional de actividades para establecer la cercanía o lejanía entre equipos, según su funcionamiento. En la figura 14 se presenta un ejemplo del formato utilizado en dicha matriz.

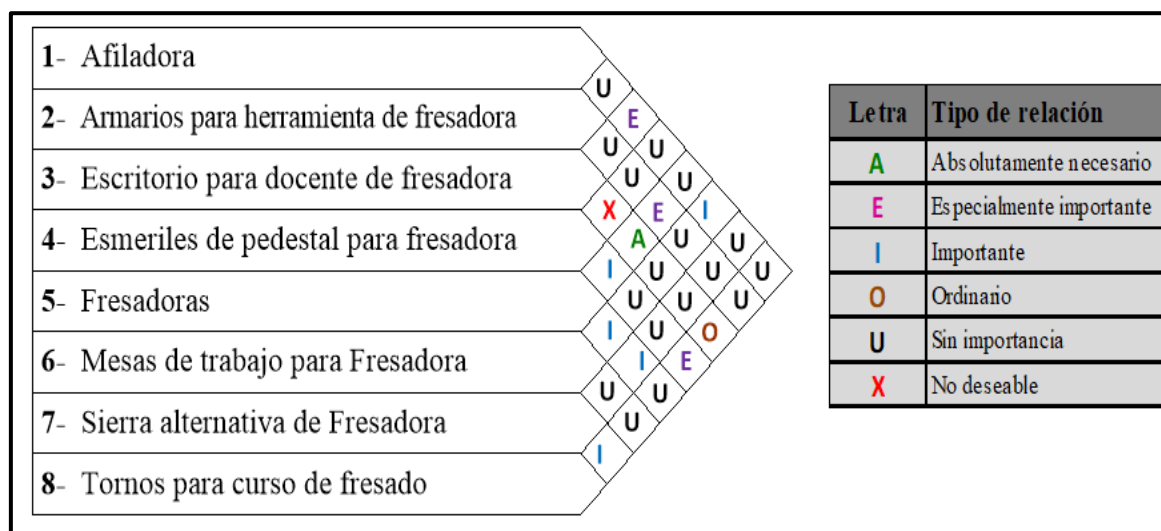


Figura 14 Formato de matriz relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

El paso siguiente conlleva proyectar la ubicación de las áreas, cumpliendo los criterios establecidos en la matriz, para este paso se diseña un diagrama relacional de actividades, el cual está conformado por nodos (círculos) los cuales se unen mediante hilos que representan el tipo de relación de cercanía. La figura 15 muestra un ejemplo del formato utilizado en dicho diagrama.

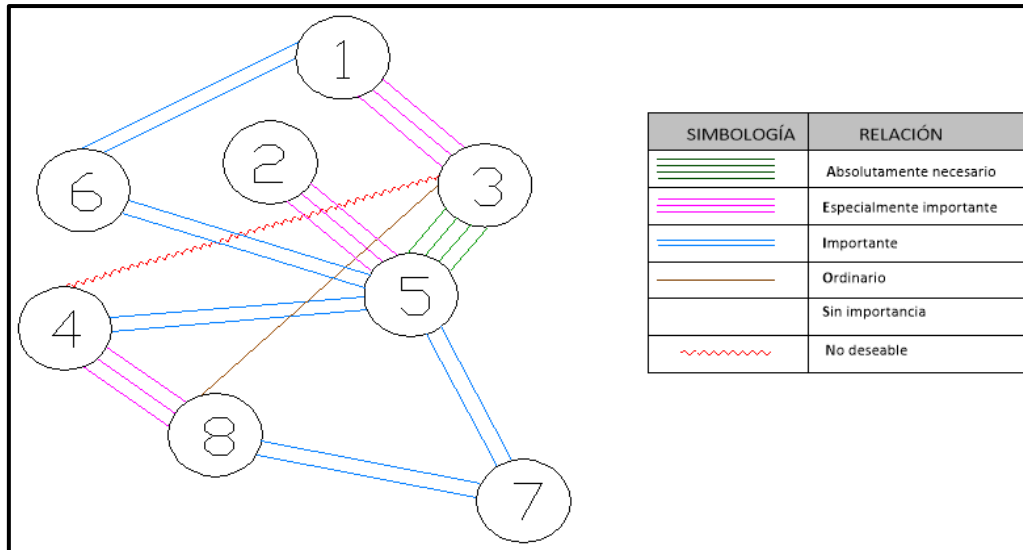


Figura 15 : Formato de diagrama relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama relacional de espacios:** Este diagrama se utiliza para ajustar la ubicación establecida en la fase anterior, para ello se encierran los nodos en cuadros que representan su área requerida de forma proporcional. La figura 16 muestra un ejemplo del formato utilizado en dicho diagrama.

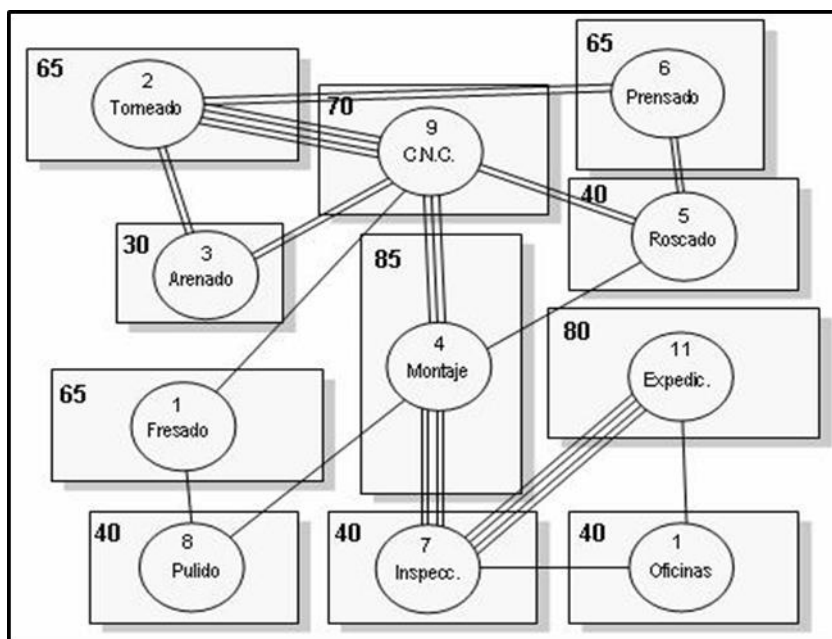


Figura 16: Diagrama relacional de espacios

Fuente: www.monografias.com

2.1.8 Productividad

La productividad es la relación existente entre la cantidad producida y los insumos utilizados dentro de un proceso productivo, es una medida del uso eficiente de los recursos para cumplir con los resultados deseados. (Sumanth, 1990).

Según el modelo de productividad total de David Sumanth, la productividad puede enfocarse en 2 niveles tal y como se detalla a continuación.

- **Productividad total:** Es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores de insumo, con lo cual se refleja el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar los productos. La fórmula para calcular este dato se representa de la siguiente forma:

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción tangible total de la empresa}}{\text{Insumos tangibles totales de la empresa}}$$

- **Productividad parcial:** Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo, por ejemplo, la productividad del trabajo (el cociente de la producción entre la mano de obra) es una medida de productividad parcial. La fórmula para calcular este dato se representa de la siguiente forma:

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{Producción tangible total de la empresa}}{\text{Insumo tangible parcial}}$$

Los insumos parciales se dividen en las siguientes áreas:

- **Insumo Humano:** Corresponden a los gastos derivados del pago del recurso humano como lo son salarios, seguros, pólizas, cargas sociales, entre otros.
- **Insumo material:** Se refiere al costo por parte de la adquisición de materiales durante el periodo de medición.
- **Insumo capital:** Son los activos que tiene la compañía como lo son terrenos, edificios, maquinaria, inventarios y dinero en el banco.
- **Insumo energía:** Estos insumos contemplan todos los gastos energéticos en que se incurren durante el periodo de medición, dentro de los cuales se pueden mencionar: agua, electricidad, internet, teléfono, entre otros.
- **Insumo de otros gastos:** Son todos los insumos que no fueron incluidos en los rubros anteriores, por lo general son insumos extraordinarios.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología DMAIC

DMAIC es un acrónimo (sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyse, Improve, Control), utilizada en la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Es una herramienta de la metodología Six Sigma, que se enfoca en la mejora continua y que ayudará en los procesos existentes. Esta herramienta, es una estrategia de calidad basada en estadística, que da importancia a la recolección de información e histórico de datos, que van a hacer recolectados en la empresa, como base para mejorar la gestión de la operación.

- **Etapas definir:** En esta etapa se definen los requerimientos de la empresa y entiende los procesos importantes afectados, específicamente en la bodega. Los requerimientos del cliente (empresa) se definen como CTQs (Critical to Quality, Crítico para la calidad). Este se encarga de definir quién es el cliente, sus requerimientos y expectativas. Se determina el alcance del proyecto, que son las fronteras y pondrán límite al inicio y final del proceso que quiere mejorar, en este caso el proceso de reposición de productos para aumentar la rotación de inventario anual.
- **Etapas medir:** El objetivo de la etapa es medir el desempeño actual del proceso que se quiere mejorar dentro de la empresa, para el proyecto se quiere mejorar la rotación de inventarios anual. Se utilizan CTQs para determinar los indicadores y tipos de defectos que se van a utilizar en el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de

recolección de datos y se identifican las fuentes de estos, se organizan las hipótesis causa – efecto. Para finalizar, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.

- **Etapa analizar:** En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se tamizan las oportunidades de mejora, de acuerdo con su importancia para el cliente, se identifican y validan sus causas de variación.
- **Etapa implementar:** Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente. También se desarrolla el plan de implementación.
- **Etapa controlar:** Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren el mantenimiento del proceso en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de monitoreo. Solidez al proyecto a lo largo del tiempo

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

El desarrollo del presente proyecto está orientado a generar efectos que impacten de forma positiva el rendimiento productivo de la compañía, este impacto se origina mediante metas proyectadas a corto, mediano y largo plazo, los cuales se detallan a en los siguientes apartados.

2.3.1 Impacto a corto plazo

Los principales efectos que se desean plasmar a corto plazo con el inicio de este proyecto son los siguientes:

- **Identificación de causas del problema:** uno de los aspectos trascendentales para generar la solución de un problema es encontrar las causas de este y a la vez priorizar las causas con mayor repercusión. La identificación acertada de las causas del problema propicia que la solución esté direccionada sobre el problema y con ello se logre solventar la necesidad planteada.
- **Evaluación de la productividad:** al evaluar la productividad de la empresa se obtendrá un indicador que muestre el rendimiento actual de la compañía. La productividad es la relación entre el resultado de una actividad productiva y los medios que han sido necesarios para obtener dicha producción. La productividad es la solución empresarial con más relevancia para obtener ganancias y crecimiento.

2.3.2 Impacto a mediano plazo

Los efectos que se desean plasmar a mediano durante el desarrollo de este proyecto son los siguientes:

- **Reducción de tiempos en procesos:** en la gestión de empresas, una regla es que el tiempo es dinero; por esto, el tiempo utilizado en los procesos es un recurso muy importante, ya que si las empresas tienen sus procesos eficientemente la hace competitiva y la mantiene en el negocio. Entre los impactos que se pretende tener, está reducir el tiempo de abastecimiento y preparación de productos para despacho, pues si se tiene lo necesario, no se gastarán recursos en horas hombre sobre lo que no es necesario.
- **Disminución de desperdicios (mudas):** La reducción o eliminación de desperdicios lleva a una empresa a la reducción de costos, por tanto, a ser más competitiva, cabe mencionar que todos estos desperdicios no aportan un valor añadido al producto o servicio que paga el cliente, por lo que representan un coste directo para la empresa. En relación con esto, se pretende identificar los desperdicios del proyecto y reducirlos de manera conjunta con el personal empleado, para lo cual la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.
- **Mejoría de entorno laboral:** el bienestar y la comodidad en los puestos de trabajo es esencial para aumentar la satisfacción y elevar el estado de ánimo, además el orden y la pulcritud en el lugar de trabajo puede afectar también a otros aspectos

relacionados con la productividad. En relación con este aspecto se espera generar un efecto general en la organización que propicie una mejoría en el entorno laboral y con ello se obtenga un beneficio común tanto para el personal empleado como el propietario de la compañía.

2.3.3 Impacto a largo plazo

Los principales efectos que se desean plasmar a largo plazo con la ejecución de este proyecto son los siguientes:

- **Aumento de la productividad:** Este efecto se puede catalogar como el mayor impacto del presente proyecto. Dentro de los principales beneficios obtenidos con este efecto están el aumento de capacidad de producción, mejora en las condiciones de trabajo, reducción del efecto de la inflación, mayores oportunidades de crecimiento, entre otros.
- **Crecimiento de la compañía:** con el desarrollo de este trabajo se espera generar un efecto positivo sobre varios sectores de la compañía. Como parte de los impactos que se proyectan a largo plazo están mejorar las condiciones de trabajo mediante la consolidación de una cultura de orden y aseo, reducción de incidentes, agilización de tiempos de trabajo, aumento de capacidad productiva, generación de indicadores que orienten la toma de decisiones y en general una mejora continua. Todo lo anterior propiciando un beneficio general tanto para el propietario, el personal empleado y la clientela.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Dentro de los antecedentes a este proyecto, a nivel nacional se presenta el proyecto “Estudio y Desarrollo de Propuestas para el Mejoramiento del Sistema de Producción de la Empresa Leogar, S.A.” de la Universidad Hispanoamericana en el año 2014, este proyecto fue desarrollado por Katherine Montero Muñoz y en él se presenta una problemática donde se indica que la compañía sufre de desperdicios de materia prima, lo cual lleva a hacer un análisis del sistema productivo para detectar las oportunidades de mejora. Como resultado se evidencia que, mediante la implementación de una distribución de planta, metodología 5s´, seguridad industrial entre otras se obtiene una reducción considerable de desperdicios y con ello una mejora productiva.

Otro de los proyectos a nivel nacional fue el proyecto “Mejora Integral de los Procesos de Manufactura del Área de Molino de DEMASA división Arroz para el Aumento de la Productividad” de la Universidad Hispanoamericana en el año 2015, este proyecto fue desarrollado por José Carlos Núñez López, esta tesis parte de una problemática la cual indica que la empresa ha tenido un incremento en sus ventas, sin embargo, para solventar dicha demanda se han aumentado los costos de producción y a la vez, se ha disminuido la productividad.

El diagnóstico del problema arroja que la baja productividad se da principalmente por tiempo de paro, problemas mecánicos, transporte, consumo eléctrico, horas extras y tiempos de ocio excesivos. Como respuesta a dicha

problemática se proponen acciones como realizar una redistribución de planta, en la cual se trabaje con flujos continuos, elaboración de una lista de chequeo para los operadores, principalmente, para poder contar con un procedimiento escrito, de las actividades que debe realizar el operador, además llevar un indicador o formato de control sobre la eficiencia general de los equipos; con el cual se pretende tener el control de la producción, en un software determinado.

En el ámbito internacional, también existen trabajos relacionados con este proyecto, uno de ellos es la tesis titulada “Mejoramiento de los Procesos Productivos de la Empresa ACCECOL ” de la Universidad Industrial de Santander (Colombia) en el año 2011, este fue desarrollado por Cristian Pérez Cárdenas, este proyecto parte de una problemática la cual indica que la empresa ha tenido un incremento en la demanda de accesorios, esto ha causado que se estén presentando quejas de la clientela por pedidos incompletos y tiempos de entrega excesivos.

La realización de este trabajo conduce a aplicación de un análisis para evaluar si la empresa tiene la capacidad de producción requerida, como resultado se obtiene que la empresa cuenta con el recurso humano y equipo necesario para cumplir las metas establecidas, sin embargo, existen prácticas deficientes que obstaculizan dicho cumplimiento. Como respuesta a esta situación se evidencia que mediante la implementación de un programa 5´s y aplicación de una distribución de planta estratégica, se disminuirán los tiempos y optimizarán los procesos para aumentar la eficiencia, por ende, la productividad.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

Este proyecto se desarrolló orientando sus etapas en la metodología DMAIC, por lo cual se determinaron una serie de herramientas ingenieriles acorde a las necesidades que fueron surgiendo de manera secuencial, partiendo del diagnóstico y así sucesivamente en cada etapa hasta el control de este.

La tabla1 desglosa las herramientas metodológicas que se utilizaron en cada una de estas etapas.

Tabla 1: Desglose de herramientas metodológicas que se utilizaron en el presente proyecto

Definir	Medir	Analizar	Implementar	Controlar
<ul style="list-style-type: none"> • Project Charter • Diagrama de Flujo • Lluvia de ideas • Diagrama de afinidad • Diagrama de Ishikawa • Matriz de Vester 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de productividad total y parcial • Muestreos de operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos de series de tiempo • Gráficos de barras 	<ul style="list-style-type: none"> • 5's • Distribución de planta (SLP) • Diseño de matriz de productividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de verificación • Rotulación y señalización • Auditorías internas • Implementación de matriz de productividad

Fuente: Elaboración propia

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En esta etapa se busca definir el problema mediante un procedimiento secuencial que estableciera cualitativa y cuantitativamente el problema o necesidad por resolver, para esto se eligieron las herramientas que se detallarán en los siguientes apartados.

3.1.1 Project Chárter

Esa herramienta llamada Carta del Proyecto, mejor conocida como Project chárter se aplica con la intención de plantear los objetivos, el alcance y las limitaciones del proyecto, así como el cronograma que establece el tiempo estimado para el desarrollo de cada etapa.

Dicha herramienta funciona para programar las actividades por realizar con un orden cronológico acorde al tiempo disponible (ver anexos 1 y 2).

3.1.2 Diagrama de flujo

Esta herramienta se utiliza para conocer el funcionamiento general de la empresa, tomando en cuenta el personal involucrado, las tareas asignadas a cada involucrado y la secuencia de las operaciones.

Con la aplicación de esta herramienta se presenta un panorama más detallado de los procesos productivos del taller, con lo cual se genera un criterio más pertinente en el análisis de la problemática.

3.1.3 Lluvia de ideas

Posteriormente a la visualización del proceso productivo se decide realizar una lluvia de ideas para conocer las causas que originan la problemática de la compañía, para dicha lluvia se busca la participación de personas clave, las cuales estén relacionadas directamente con el proceso productivo, con ello se determina una lista de los posibles problemas que aqueja la organización.

3.1.4 Diagrama de afinidad

La información que se genera en la lluvia de ideas es sometida a un diagrama de afinidad, con el objetivo de filtrar dicha lista y establecer la diferencia entre causas y problemas.

3.1.5 Diagrama de ishikawa

Con la aplicación de esta herramienta se grafican las causas derivadas del diagrama de afinidad, para lo cual se aplica un diagrama con el método de las 6 m de calidad, con el fin de asignar cada causa al área de calidad correspondiente y así conocer cuáles áreas están siendo partícipes del problema planteado.

3.1.6 Matriz de Vester

Esa matriz se aplica para interrelacionar todas las causas planteadas en anteriormente y así seleccionar las causas con mayor nivel de criticidad.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

Una vez definido el problema, se establecen una serie de herramientas con el fin de medir cualitativa y cuantitativamente el comportamiento presente en ese momento en la organización, con este fin, se eligen las herramientas que se detallarán en los siguientes apartados.

3.2.1 Control total de productividad

Parte de las debilidades de la compañía se reflejan en la ausencia de controles de información, obliga a generar dicha información, para lo cual se aplica un control total de la productividad para conocer el rendimiento de la compañía en general y a la vez determinar cuáles áreas tienen mayor incidencia en la productividad presentada.

Este control se lleva en periodos mensuales, la duración de este proyecto permitió obtener información durante 9 meses, desde octubre 2017 a junio del 2018.

3.2.2 Control de tiempos mediante muestreos

Al momento de definir el problema, se evidencia que uno de los posibles aspectos que afectaban la organización eran los tiempos de trabajo, de manera que se decidió hacer un monitoreo de las principales actividades con el fin de valorar su comportamiento de forma cuantitativa.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

En esta etapa se realiza un análisis de los resultados encontrados en la fase anterior, para lo cual se transfiere dicha información en gráficos que orienten la interpretación de los resultados obtenidos, así se proyectaron los gráficos que se detallan en los siguientes apartados.

3.3.1 Gráficos de series de tiempo

Se utilizan estas representaciones para evaluar el comportamiento presentado durante los 9 meses en que se registró la información.

En estos gráficos se muestra el comportamiento de la productividad total, así como la productividad parcial de las 5 áreas que conforman los insumos requeridos durante el proceso productivo.

3.3.2 Gráficos de barras

Estos gráficos se utilizan para mostrar el promedio de productividad parcial de las 5 áreas definidas previamente, con lo cual se aprecia un criterio general con respecto al periodo analizado.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez analizada la situación y la problemática actual, se establece implementar las siguientes herramientas, las cuales atacarían en mayor medida las causas que originan la problemática detectada.

3.4.1 La metodología 5's

Se implementa esta metodología con el objetivo de propiciar mejoras en áreas como optimización en el manejo de los recursos de la organización, eliminación de mudas, mejora del ambiente laboral, ahorro de recursos, mejora de condiciones laborales para el personal empleado, entre otros.

3.4.2 Layout

Se aplica una distribución de planta de manera estratégica, con el objetivo de disminuir tiempos en traslados y búsquedas de herramientas, así como ganar espacio y con ello obtener un ambiente más apropiado para las actividades que se ejecutan.

3.4.3 Evaluación de la productividad

Mediante un control desarrollado durante 8 meses se obtienen los datos de gastos e ingresos de la compañía, estos datos se analizan en el software Excel y se obtienen indicadores de productividad para evaluar el comportamiento de la compañía.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Para aplicar esta etapa se propone el desarrollo de una serie de herramientas alineadas bajo la metodología PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), con el fin de crear un ciclo orientado a la mejora continua. En los siguientes apartados se especifican las herramientas propuestas.

3.5.1 Seguimiento y control de metodología 5´s

Para propiciar la continuidad de la metodología 5´s, se propone que la Asistente administrativa desarrolle en periodos trimestrales auditorías internas, con este fin se diseñó un instrumento para evaluar los procedimientos de cada una de sus 5 etapas. Con el desarrollo de esta herramienta se obtienen indicadores cuantitativos de cada etapa, lo cual facilita la detección de oportunidades de mejora.

3.5.2 Control de productividad

Se diseña una plantilla en el software Excel con el objetivo de controlar comportamiento productivo de la compañía. Para su funcionamiento el propietario será el responsable de alimentar la misma con información de los gastos e ingresos que se generan al día, a partir de esa información la plantilla genera información mensual con indicadores de productividad y comparaciones entre periodos. La información generada con esta aplicación será tomada como insumos para la toma de decisiones.

3.5.3 Rotulación y señalización

Para propiciar una continuidad y aseguramiento a las mejoras hechas en las instalaciones, tanto con la distribución de planta como la implementación de la metodología 5 se propone la creación de rótulos y señalización con pintura, que indiquen la ubicación de los equipos del taller, así como la señalización de las zonas de tránsito. Como complemento a estas medidas, se propone que el personal operario destine los últimos 15 minutos de su jornada laboral para realizar aseo, el propietario o persona encargada serán responsables de verificar que cada cosa se mantenga en el lugar establecido.

3.5.4 Entrenamiento al personal

Se capacita a las personas que forman parte de la organización para que le den seguimiento a las metodologías que se han puesto en práctica, proceso que con posterioridad se irán evaluando mediante auditorías internas que se programarán periódicamente.

CAPÍTULO 4
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El funcionamiento del proceso productivo del Taller Industrial Tomás Rojas se basa en solventar las necesidades que presente la clientela mediante la prestación de servicios a través de la ejecución de operaciones técnicas.

Este proceso se caracteriza por presentar mucha variabilidad, ya que los trabajos solicitados suelen presentar condiciones muy diversas, principalmente en el tipo de operación, como la cantidad solicitada, ocasionando que factores como el tiempo de duración, cantidad de piezas y la materia prima presenten un comportamiento poco regular.

Como complemento al proceso operativo se implementan algunas tareas administrativas, las cuales sí tienen un comportamiento regular, independientemente del trabajo que se vaya a realizar.

En la figura 17 se presenta un diagrama SIPOC del proceso productivo de la compañía, en el cual se especifican los elementos y personas implicadas a nivel general tanto en funciones operativas como administrativas.

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Cliente externo	Solicitud de servicio técnico	Recepción y análisis de solicitud	Informe de cotización y tiempo de duración para ejecución de servicio técnico	Cliente externo
Proveedores de materia prima, propietario del taller	Materiales, herramienta, maquinaria	Planificación de proceso de operación técnica	Proceso de operación técnica	Operario
Propietario del taller	Asignación de operación técnica	Ejecución de operación técnica	Operación técnica ejecutada	Propietario del taller
Propietario del taller	Servicio técnico desarrollado	Entrega de servicio técnico	Servicio técnico entregado	Cliente externo

Figura 17: Diagrama SIPOC del proceso productivo de la compañía

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la figura anterior, el funcionamiento de la compañía está segregado en 4 procesos generales en los cuales se recibe la solicitud del servicio; se planifica, se ejecuta y se entrega el servicio solicitado. En estos procesos participan el cliente externo, los proveedores de materia prima, el propietario del taller y la persona operaria.

4.1.1 Detalle del proceso productivo

Este proceso inicia a partir de la necesidad presentada por el cliente, el cual se apersona a las instalaciones para solicitar el servicio, dicha solicitud es analizada por el propietario de la compañía, quien valora si es o no viable la realización de la tarea, tomando en cuenta las condiciones que tenga a disposición. En caso de tener a disposición las condiciones y equipo requerido, el propietario de la compañía realiza la cotización y plantea una fecha aproximada de entrega, a partir de esto, el cliente toma la decisión si acepta o no la contratación del servicio; de darse una respuesta positiva, se procede a la siguiente etapa, caso contrario finaliza la gestión.

De confirmarse la contratación, se prosigue con la coordinación del proceso operativo, esta etapa es realizada por el propietario del taller, la cual incluye la realización de planos o croquis requeridos, cotización y compra de materiales y el planeamiento del proceso operativo, considerando las máquinas y herramientas que serán utilizadas, así como las competencias técnicas de la persona operaria que realizará el trabajo solicitado.

Como paso siguiente, se realiza el proceso operativo, este es ejecutado por el operario designado, quien luego de captar las instrucciones por parte del propietario, se encarga de planear y ejecutar el proceso de mecanizado. En algunas ocasiones el propietario debe intervenir en el proceso de ejecución, dependiendo de la complejidad del proceso técnico.

Una vez finalizado el proceso operativo, el propietario se comunica con el cliente para coordinar la entrega del trabajo, con esto el cliente se apersona nuevamente a las instalaciones de la empresa, revisa los resultados del trabajo solicitado e indica si acepta o no el resultado. En caso de no estar conforme, el propietario reasigna el trabajo al operario para realizar las mejoras requeridas y así poder cumplir los requerimientos del cliente.

Una vez aceptado el resultado del servicio, el cliente procede a realizar el pago respectivo, estos pagos los recibe la auxiliar administrativa quien a su vez se encarga de realizar de cancelar los créditos pendientes. En la figura 18 se muestra el diagrama del proceso productivo del proceso productivo del Taller Industrial Tomás Rojas.

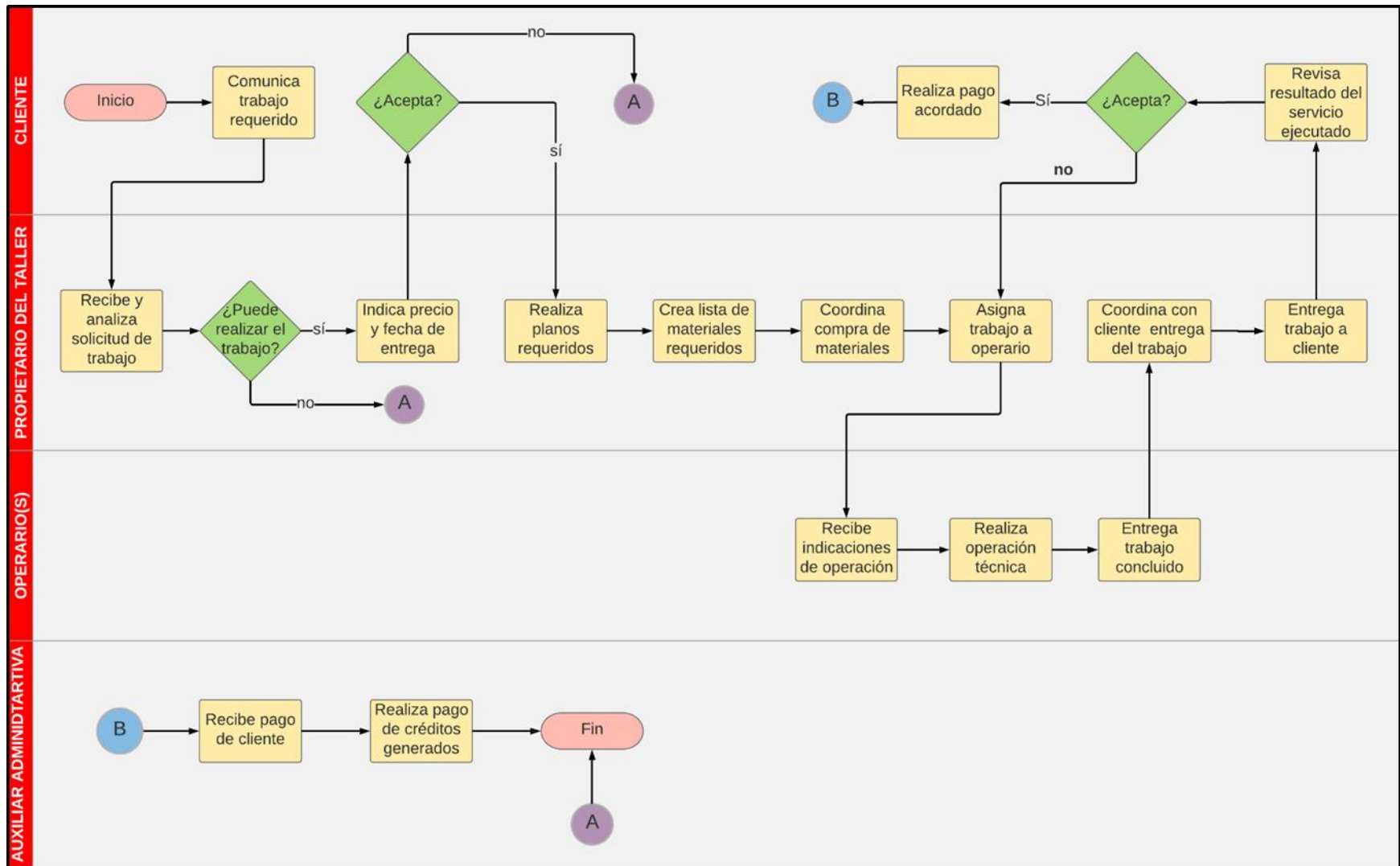


Figura 18: Diagrama del proceso productivo del Taller Industrial Tomás Rojas

Fuente: Elaboración propia

4.2 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

4.2.1 Medición de la productividad

Una de las limitaciones que se plantea en este proyecto es la ausencia de controles tanto a nivel operativo como administrativo, lo cual imposibilitaba contar con datos que respalden la toma de decisiones.

Ante esta situación, se procedió a controlar los movimientos de ingresos y gastos con el fin de evaluar el rendimiento de la compañía, tanto a nivel parcial como global. Este control se realizó durante 9 meses, en el lapso de octubre del 2017 hasta junio del 2018, cabe recalcar que dicho control se dividió en periodos mensuales. Con esto se lograron recabar datos de la empresa durante el 75% del año laboral.

La información derivada de este control se relacionó de forma integral, por lo tanto, los factores implicados fueron evaluados en una misma unidad de cuenta, de ahí que los ingresos y gastos fueron analizados en unidades monetarias. Con estos datos se procedió a evaluar la productividad total y parcial, para lo cual se distribuyeron 5 áreas específicas, las cuales se detallan a continuación:

- **Recursos humanos:** Esta área se halla conformada por los gastos generados del pago a las 4 personas empleadas por la compañía, incluye sus salarios, así como los pagos obligatorios que se adquieren al contar con ese personal, como lo son cargas sociales, vacaciones, aguinaldo, entre otros.

- **Recursos materiales:** Estos insumos se refieren específicamente a los gastos ocasionados por la adquisición de materiales y herramientas requeridas para la ejecución de los diferentes trabajos, por ejemplos brocas, insertos de corte, barras de acero, varillas de soldar, aceites, limas, entre otros.
- **Servicios públicos:** Esta área incluye el pago de todos los servicios públicos requeridos en la empresa para el desarrollo de sus procesos, como lo son el agua, la electricidad, teléfono, entre otros.
- **Capital de trabajo:** En esta área se incluyen los costos que deja de percibir la empresa al utilizar su capital de trabajo fijo durante un periodo determinado, en este caso mensualmente. Ahora su capital de trabajo está conformado por la maquinaria, herramienta, inventario de materiales y sus instalaciones, estos montos se calcularon, partiendo de su valor actual de estos activos, considerando el promedio de la tasa básica pasiva establecida por el Banco Central de Costa Rica, entre los meses de octubre del 2017 y junio del 2018, dicha tasa presentó un promedio de 5,75% de interés anual.
- **Pagos tributarios y financieros:** Estos insumos corresponden a todas las obligaciones financieras que tiene la empresa, tanto en lo correspondiente a impuestos municipales como préstamos bancarios. Las tablas 2, 3 y 4 presentan el detalle y la sumatoria de los insumos invertidos durante los periodos en que se efectuó el control respectivo, así como los resultados, los cuales se derivan exclusivamente del pago por prestación de servicios.

Tabla 2: Desglose de insumos y resultados, parte 1

Desglose de insumos y resultados										
Insumos (salidas)										
1.	Recursos humanos	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
1.1	Salarios	₡1,234,050	₡1,399,889	₡1,471,117	₡1,572,872	₡1,440,591	₡1,471,117	₡1,606,662	₡1,552,521	₡1,234,050
1.2	Cargas sociales	₡324,925	₡368,591	₡387,345	₡414,137	₡379,308	₡387,345	₡423,034	₡408,779	₡324,925
1.3	Vacaciones	₡47,500	₡53,883	₡56,625	₡60,542	₡55,450	₡56,625	₡61,842	₡59,758	₡47,500
1.4	Días feriados	₡33,600	₡33,600	₡33,600	₡33,600	₡33,600	₡33,600	₡33,600	₡33,600	₡33,600
1.5	Aguinaldo	₡102,838	₡116,657	₡122,593	₡131,073	₡120,049	₡122,593	₡133,889	₡129,377	₡102,838
1.6	Cesantía	₡54,628	₡61,969	₡65,122	₡69,627	₡63,771	₡65,122	₡71,123	₡68,726	₡54,628
1.7	Póliza de seguros	₡25,333	₡25,333	₡25,333	₡25,333	₡25,333	₡25,333	₡25,333	₡25,333	₡25,333
	Total	₡1,822,874	₡2,059,923	₡2,161,736	₡2,307,183	₡2,118,102	₡2,161,736	₡2,355,483	₡2,278,094	₡1,822,874
2.	Recursos materiales	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
2.1	Herramienta y repuestos	₡87,678	₡55,425	₡77,635	₡157,598	₡33,689	₡26,431	₡57,000	₡86,715	₡47,800
2.2	Materia prima	₡257,010	₡376,583	₡279,998	₡167,843	₡325,127	₡210,748	₡187,000	₡53,000	₡115,000
	Total	₡344,688	₡432,008	₡357,633	₡325,441	₡358,816	₡237,179	₡244,000	₡139,715	₡162,800
3.	Servicios públicos	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
3.1	Electricidad	₡40,000	₡47,685	₡52,687	₡55,432	₡61,847	₡54,942	₡57,200	₡56,200	₡42,300
3.2	Agua	₡8,000	₡8,000	₡8,000	₡8,000	₡8,000	₡8,000	₡8,000	₡8,000	₡8,000
3.3	Teléfono	₡10,000	₡12,000	₡10,500	₡10,000	₡7,800	₡8,750	₡11,500	₡9,350	₡10,400
3.4	Basura	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000
3.5	Internet	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000	₡12,000
	Total	₡82,000	₡91,685	₡95,187	₡97,432	₡101,647	₡95,692	₡100,700	₡97,550	₡84,700
4.	Capital de trabajo	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
4.1	Maquinaria y herramientas	₡52,859	₡52,859	₡52,859	₡52,859	₡52,859	₡52,859	₡52,859	₡52,859	₡52,859
4.2	Edificio y terreno	₡174,125	₡174,125	₡174,125	₡174,125	₡174,125	₡174,125	₡174,125	₡174,125	₡174,125
4.3	Inventario de materiales	₡1,617	₡1,617	₡1,617	₡1,617	₡1,617	₡1,617	₡1,617	₡1,617	₡1,617
	Total	₡228,601	₡228,601	₡228,601	₡228,601	₡228,601	₡228,601	₡228,601	₡228,601	₡228,601

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Desglose de insumos y resultados, parte 2

5.	Pagos tributarios y financieros	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
5.1	Bienes y muebles	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500
5.2	Patente comercial	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500
5.3	Limpieza de vías	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125
5.4	Préstamos bancarios	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000
	Total	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125
Resultados (ingresos)										
1.	Ingresos por servicios	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
1.1	Orden de trabajo 1	€58,000	€29,000	€38,000	€202,000	€40,000	€25,000	€7,000	€104,000	€30,000
1.2	Orden de trabajo 2	€23,000	€424,000	€35,000	€12,000	€216,000	€102,000	€93,000	€176,000	€55,000
1.3	Orden de trabajo 3	€15,000	€27,000	€5,000	€15,000	€15,000	€75,000	€60,000	€5,000	€7,000
1.4	Orden de trabajo 4	€30,000	€75,000	€25,000	€106,000	€25,000	€57,000	€640,000	€7,000	€28,000
1.5	Orden de trabajo 5	€6,000	€18,000	€5,000	€30,000	€25,000	€15,000	€10,000	€8,000	€15,000
1.6	Orden de trabajo 6	€18,000	€12,000	€770,675	€537,000	€205,000	€25,000	€36,000	€20,000	€27,000
1.7	Orden de trabajo 7	€5,000	€28,000	€38,000	€120,000	€247,500	€183,000	€115,000	€128,000	€504,000
1.8	Orden de trabajo 8	€20,000	€122,000	€25,000	€60,000	€210,000	€208,000	€278,000	€298,000	€8,000
1.9	Orden de trabajo 9	€98,500	€28,000	€7,000	€8,000	€78,000	€20,000	€631,000	€27,000	€213,000
1.10	Orden de trabajo 10	€15,000	€5,000	€15,000	€135,000	€12,000	€15,000	€7,000	€25,000	€150,000
1.11	Orden de trabajo 11	€25,000	€12,000	€220,000	€8,000	€18,000	€4,000	€6,000	€135,000	€7,000
1.12	Orden de trabajo 12	€15,000	€5,000	€10,000	€8,000	€38,000	€20,000	€75,000	€288,000	€217,000
1.13	Orden de trabajo 13	€15,000	€8,000	€22,000	€17,000	€10,000	€15,000	€15,000	€8,000	€7,000
1.14	Orden de trabajo 14	€20,000	€8,000	€272,000	€10,000	€30,000	€65,000	€25,000	€15,000	€145,000
1.15	Orden de trabajo 15	€15,000	€4,000	€533,000	€7,000	€405,000	€12,000	€12,000	€22,000	€55,275
1.16	Orden de trabajo 16	€52,000	€6,000	€8,000	€72,000	€180,000	€185,000	€30,000	€30,000	€590,000
1.17	Orden de trabajo 17	€260,000	€8,000	€55,000	€90,000	€35,000	€2,000	€7,000	€139,000	€15,000
1.18	Orden de trabajo 18	€5,000	€120,000	€60,500	€22,000	€30,000	€33,000	€362,000	€30,000	€16,000
1.19	Orden de trabajo 19	€35,000	€10,000	€8,000	€10,000	€28,000	€55,000	€20,000	€10,000	€325,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Desglose de insumos y resultados, parte 3

1.20	Orden de trabajo 20	₡25,000	₡15,000	₡10,000	₡65,000	₡38,000	₡15,000	₡24,000	₡80,000	₡22,000
1.21	Orden de trabajo 21	₡20,000	₡400,000	₡768,000	₡35,000	₡12,000	₡12,000	₡285,000	₡144,000	₡7,000
1.22	Orden de trabajo 22	₡25,000	₡10,000	₡125,000	₡425,000	₡25,000	₡114,500	₡40,000	₡8,000	₡55,000
1.23	Orden de trabajo 23	₡15,000	₡30,000	₡15,000		₡18,000	₡42,000	₡6,000	₡45,000	₡15,000
1.24	Orden de trabajo 24	₡15,000	₡15,000	₡200,000		₡5,000	₡15,000	₡6,000	₡12,000	₡10,000
1.25	Orden de trabajo 25	₡195,000	₡8,000	₡6,000		₡25,000	₡8,000	₡40,000	₡655,000	₡14,000
1.26	Orden de trabajo 26	₡15,000	₡12,000	₡314,273		₡4,000	₡285,000	₡25,000	₡10,000	₡5,000
1.27	Orden de trabajo 27	₡83,000	₡22,000			₡244,500	₡307,000	₡8,000	₡812,000	₡25,000
1.28	Orden de trabajo 28	₡5,000	₡25,000			₡30,000	₡23,000	₡8,000	₡15,000	₡15,000
1.29	Orden de trabajo 29	₡20,000	₡10,000			₡482,000	₡12,000	₡45,000	₡30,000	₡60,000
1.30	Orden de trabajo 30		₡7,000			₡83,918	₡36,000	₡106,000	₡3,000	₡30,000
1.31	Orden de trabajo 31		₡95,000			₡32,000	₡18,000	₡25,000	₡20,000	₡120,000
1.32	Orden de trabajo 32		₡12,000			₡10,000	₡83,000	₡15,000	₡30,000	₡8,000
1.33	Orden de trabajo 33		₡20,000			₡28,000	₡15,000	₡75,000	₡18,000	₡40,000
1.34	Orden de trabajo 34		₡140,000			₡30,000	₡14,000	₡6,000	₡25,000	₡15,000
1.35	Orden de trabajo 35					₡15,000	₡90,000	₡10,000	₡25,000	₡10,000
1.36	Orden de trabajo 36					₡18,000	₡380,000	₡15,000	₡28,000	
1.37	Orden de trabajo 37					₡62,000	₡10,000	₡83,000	₡12,000	
1.38	Orden de trabajo 38					₡15,000	₡5,000	₡12,000	₡55,000	
1.39	Orden de trabajo 39					₡24,000	₡18,000	₡6,000	₡265,000	
1.40	Orden de trabajo 40					₡158,000	₡700	₡40,000	₡10,000	
1.41	Orden de trabajo 41					₡6,000	₡18,000	₡15,000	₡42,000	
1.42	Orden de trabajo 42					₡20,000	₡7,000	₡15,000	₡38,000	
1.43	Orden de trabajo 43					₡10,000		₡4,000	₡97,000	
1.44	Orden de trabajo 44					₡18,000		₡6,000	₡30,000	
1.45	Orden de trabajo 45							₡210,000	₡298,000	
Total		₡1,148,500	₡1,770,000	₡3,590,448	₡1,994,000	₡3,260,918	₡2,644,200	₡516,000	₡4,282,000	₡2,865,275
Σ insumos:		₡3,269,288	₡3,603,342	₡3,634,282	₡3,749,783	₡3,598,291	₡3,514,333	₡3,719,909	₡3,535,085	₡3,090,100
Σ resultados		₡1,148,500	₡1,770,000	₡3,590,448	₡1,994,000	₡3,260,918	₡2,644,200	₡516,000	₡4,282,000	₡2,865,275

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Evaluación de la productividad

A partir de la información recabada con el control efectuado, se obtuvo la productividad total, así como la productividad parcial.

El cálculo de la productividad parcial se realiza para cada una de las áreas establecidas, este se obtiene al relacionar la totalidad de resultados (ingresos económicos por prestación de servicios), entre los insumos (gastos económicos generados durante los procesos) del área correspondiente, por otro lado, la productividad total surge al relacionar la totalidad de resultados entre la totalidad de insumos, contemplando todas las áreas. Estos cálculos se fraccionaron en periodos mensuales establecidas, en la tabla 5 se observan los resultados obtenidos.

Tabla 5: Detalle de productividad total y parcial por mes

Productividad total									
	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
Productividad total	0,35	0,49	0,99	0,53	0,91	0,75	1,10	1,21	0,93
Productividad parcial									
	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
Recursos humanos	0,63	0,86	1,66	0,86	1,54	1,22	1,73	1,88	1,57
Recursos materiales	3,33	4,10	10,04	6,13	9,09	11,15	16,70	30,65	17,60
Servicios públicos	14,01	19,31	37,72	20,47	32,08	27,63	40,47	43,90	33,83
Capital de trabajo	5,02	7,74	15,71	8,72	14,26	11,57	17,83	18,73	12,53
Pagos tributarios y financieros	1,45	2,24	4,54	2,52	4,12	3,34	5,15	5,41	3,62

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la productividad total, la figura 19 presenta un gráfico de series de tiempo que muestra el comportamiento presentado durante los periodos analizados.

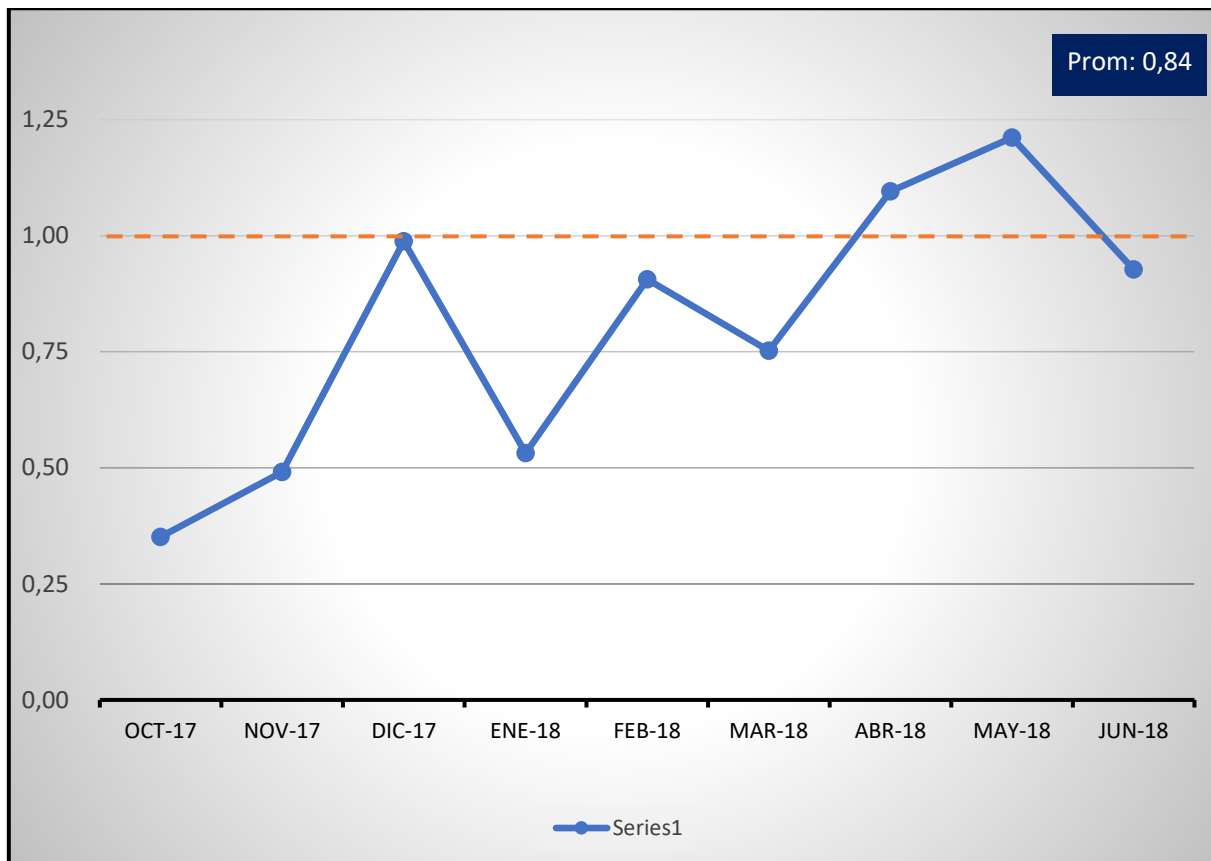


Figura 19: Gráfico de series de tiempo para productividad total

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo presentado en el gráfico anterior, se extraen las siguientes observaciones:

- El gráfico presenta un comportamiento irregular, entre los meses de noviembre y abril se muestran cambios de tendencia de manera constante.
- De los 9 meses analizados, solo en 2 de ellos se obtuvo una productividad favorable, es decir, solo el 17% de los periodos presentan resultados positivos.

- Durante 6 meses el valor de productividad fue inferior a 1, lo cual indica que se presentaron pérdidas con respecto a la inversión.
- Los meses de abril y mayo fueron los periodos más productivos, en los cuales se obtuvo un valor mayor a 1, lo cual representa ingresos mayores una unidad monetaria por cada unidad invertida.

En cuanto a la productividad parcial, las figuras 20 y 21 muestran el comportamiento y el promedio presentado por las 5 áreas respectivamente.

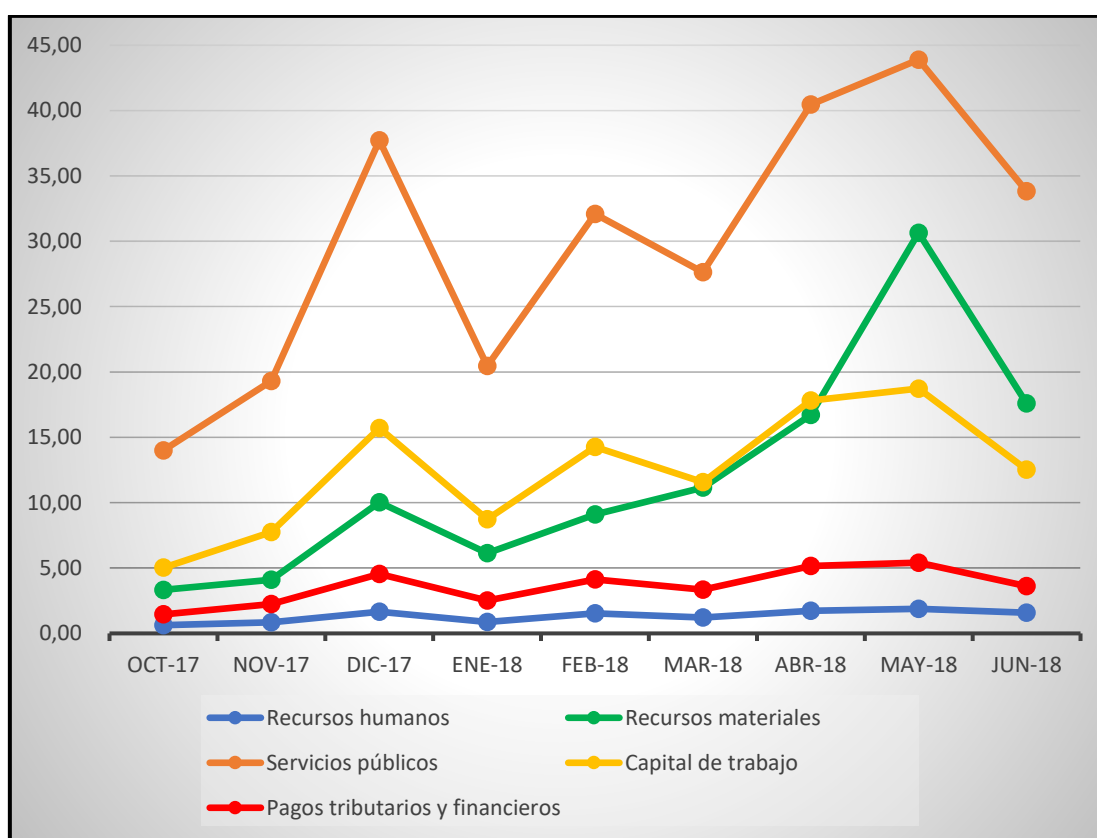


Figura 20: Gráfico de series de tiempo para productividad parcial

Fuente: Elaboración propia

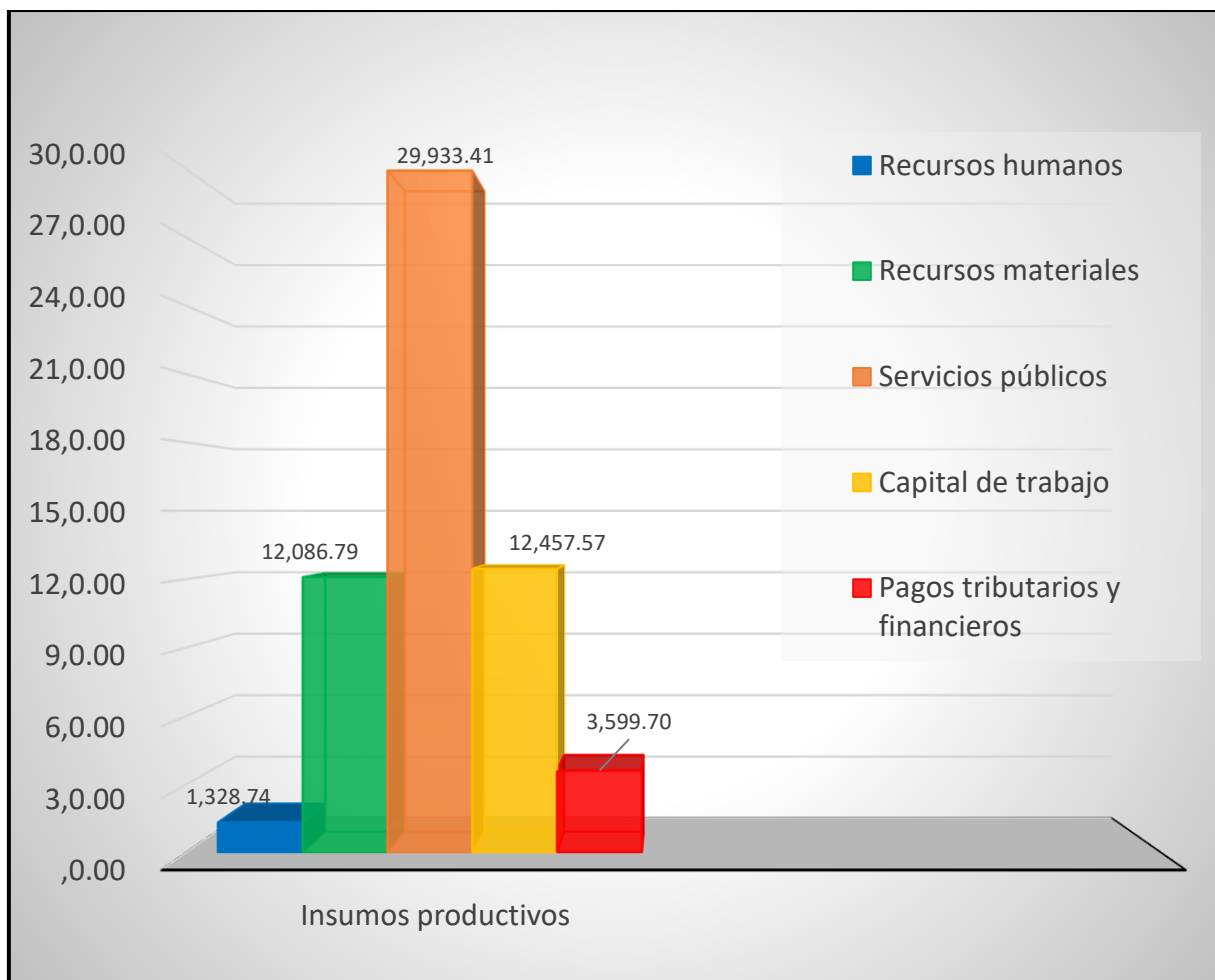


Figura 21: Gráfico de barras de promedios de productividad parcial

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la información que se observa en estas gráficas, se extraen las siguientes conclusiones:

- El pago de servicios públicos fue el insumo más productivo, tal y como lo muestra el gráfico, esta área presenta productividades parciales que oscilan entre los valores 14 y 44 unidades monetarias, es decir, la inversión que se hace en el pago de estos servicios es muy rentable con respecto a los resultados.
- La compra en recursos materiales y la inversión en capital de trabajo, han sido

insumos rentables, el gráfico demuestra que, en todos los periodos analizados, estas áreas presentaron una productividad parcial positiva.

- Los pagos tributarios y financieros presentan una baja productividad en comparación con otras áreas, sin embargo, su productividad parcial presentada a lo largo de los periodos analizados, siempre fue positiva.

El recurso humano representa el área menos productiva de la compañía, incluso en 3 de los periodos se presentó una productividad negativa.

Otro aspecto por evaluar, para darle soporte a la información productiva es evaluar la cantidad de servicios que se realizaron por periodo en relación con el ingreso monetario. En la figura 22 se presenta un diagrama de dispersión para relacionar dichas variables.

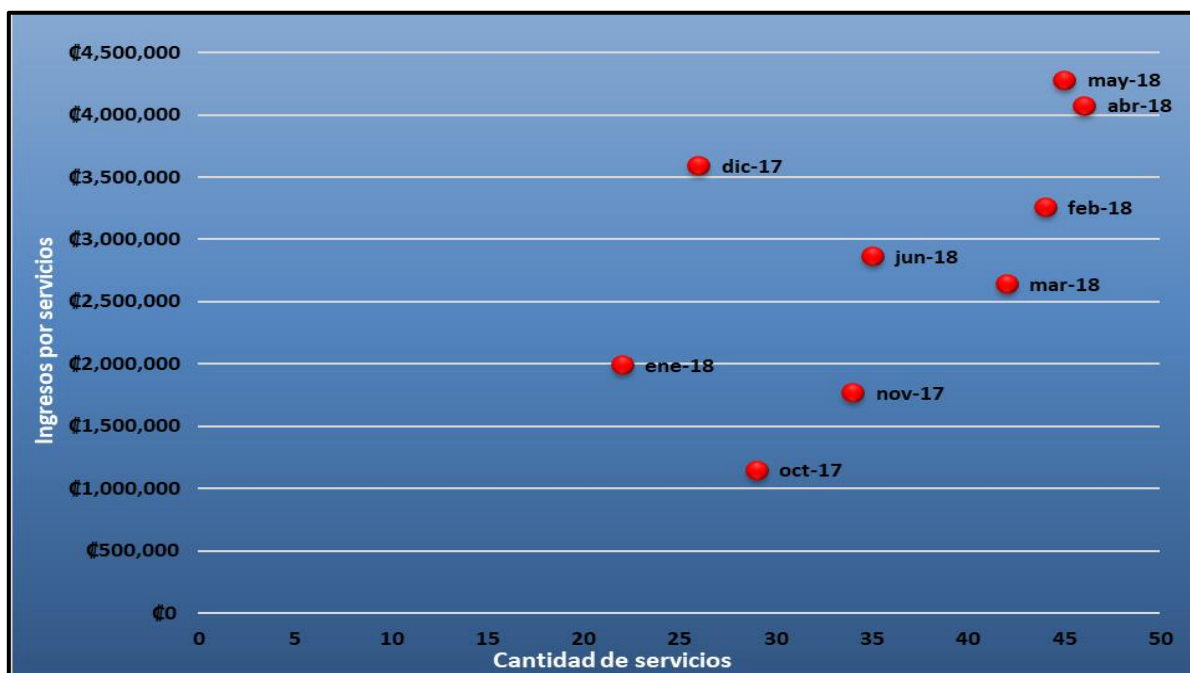


Figura 22: Gráfico de dispersión de ingresos económicos versus cantidad de servicios

Fuente: Elaboración propia

Según se presenta en el gráfico, con excepción de los meses de diciembre y enero (meses atípicos), existe una correlación positiva, es decir, a mayor cantidad de trabajos, mayor es el ingreso, lo que hace ver que estos factores presentan un comportamiento estable.

En términos generales, con esta información se evidencia que la empresa no está siendo productiva, en contraste con una considerable cantidad de solicitudes de trabajo.

4.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

Para identificar las causas de la problemática planteada en este proyecto, se implementan una serie de herramientas ingenieriles planteadas en el marco metodológico. Con la implementación de dichas herramientas se pretende conocer los factores que están desencadenando el problema y más allá de eso, determinar cuáles de esas causas están afectando en mayor medida con la situación presentada.

Para plantear las causas potenciales, inicialmente, se desarrolló una lluvia de ideas con la participación del propietario del taller, la asistente administrativa, uno de los operarios. Para ejecutar la lluvia de ideas se planteó la siguiente interrogante: ¿Qué situaciones están causando que la productividad del taller sea ineficiente? En total se obtuvieron 37 respuestas (ver anexo 3), las cuales fueron filtradas a 25 tras encontrar similitudes en algunas ideas

Posterior a la lluvia e ideas se trasladaron las causas planteadas al diagrama de Ishikawa, el cual se desglosó en las 6m's de la calidad (mano de obra, medición, método, medio, material y maquinaria) con el objetivo de determinar cuáles de estas áreas estaban teniendo mayor incidencia en el problema. La figura 23 presenta el diagrama de Ishikawa resultante de dicho análisis.

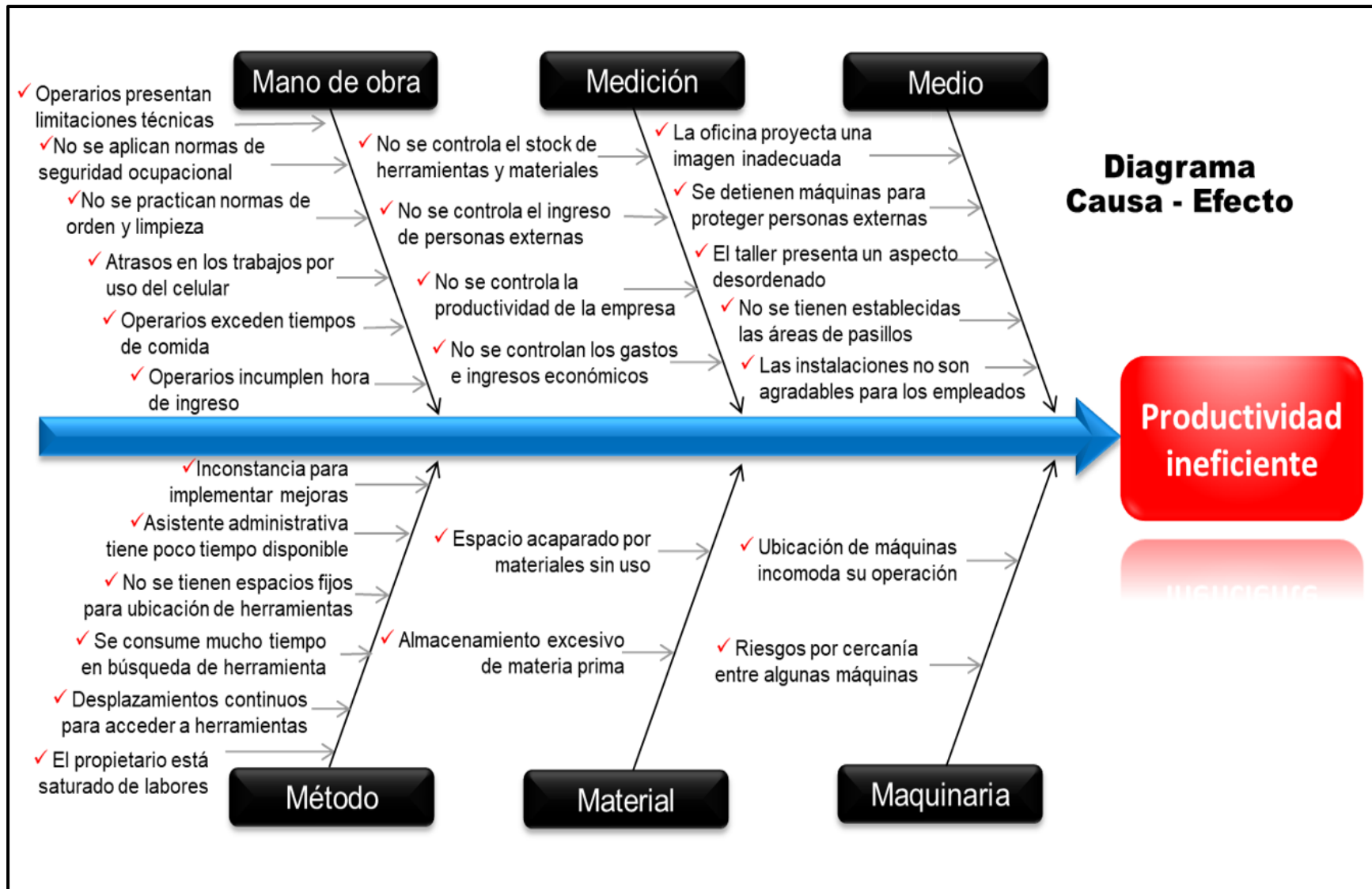


Figura 23: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Ishikawa arrojó que todas las áreas están siendo partícipes del problema, algunas de las principales conclusiones extraídas por cada área se detallan en los siguientes apartados:

4.3.1 Causas relacionadas con maquinaria

En esta área se establecen varias causas que se relacionan con la ubicación actual de las máquinas, ya que la distribución actual del taller ocasiona que los procesos operativos se deban prolongar por situaciones como ubicación lejana entre máquinas y accesorios, limitación e incomodidad de espacio para realizar trabajos que requieren un espacio amplio. La figura 24 evidencia la cercanía entre máquinas que dificulta e incómoda la ejecución de algunos procesos



Figura 24: Incomodidad de espacio para ejecución de trabajos

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Causas relacionadas con mano de obra

Esta área presenta varias causas que señalan que el personal está siendo partícipe de la baja productividad, a través de acciones que acortan el tiempo disponible, entre ellas; exceso en los tiempos asignados de comida, atrasos por uso del celular, llegadas tardías y limitaciones técnicas que crean dependencia hacia el propietario. Para evaluar estas causas se realizó una toma de tiempos (ver anexo 4) en dos de los días laborales, sin previo aviso a los operarios, donde se obtuvo la siguiente información:

- Sus operarios deben ingresar a trabajar a las 07:00 am, el primer día de la toma de tiempos, uno de ellos ingresó a las 07:09 am, mientras que el otro lo hizo a las 07:10 am; el segundo día sus horas de ingreso fueron a las 07:11 am y 07:16 am respectivamente. Estos tiempos representan un promedio de 23 minutos improductivos por día, situación que podría representar más de 8 horas productivas desperdiciadas por mes.
- En el transcurso de la mañana, se tiene un tiempo de receso estimado de 15 minutos para el desayuno, el primer día ambas personas salieron a las 09:00 am y regresaron a su puesto de trabajo a las 09:21 am, el segundo día salieron a la misma hora y regresaron a las 09:25 am, es decir, en promedio entre los dos excedieron su tiempo 16 minutos más de lo establecido, según información del propietario, este comportamiento es usual tanto en el receso de la mañana como en la tarde, esta práctica podría representar aproximadamente 12 horas improductivas por mes.

Otra de las malas prácticas que muestra el personal es la escasa aplicación de normas de seguridad, ocasionando que se vean expuestos a sufrir accidentes y se

vean afectados tanto ellos como la empresa, además, no se implementan normas de orden, situación que atrasa los trabajos principalmente por la búsqueda de herramienta al momento de ser requerida.

En la figura 25 se observa una fotografía de un operario realizando un trabajo en la fresadora, aquí se encuentran varias faltas de seguridad, entre ellas: el operario a pesar de tener las gafas de seguridad sobre su cabeza no las tiene colocadas sobre sus ojos, situación que podría causar la incrustación de alguna viruta en la vista; tampoco está utilizando zapatos de seguridad, lo que provoca que sus pies se vean expuestos a sufrir un accidente en caso de alguna caída de un objeto pesado; además está empleando guantes, lo cual en este caso es peligroso, pues el proceso que está desarrollando está al lado del mecanismo con un husillo que gira a altas revoluciones y en este caso, los guantes pueden ser un medio que termine arrastrando las manos hacia el husillo, teniendo consecuencias catastróficas.

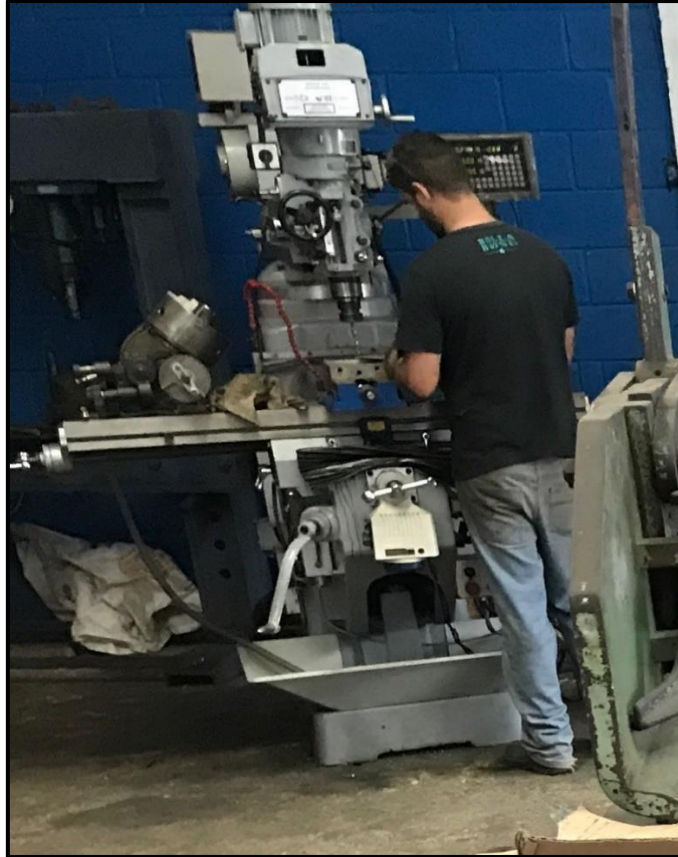


Figura 25: Prácticas inadecuadas de seguridad

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Causas relacionadas con medición

En esta área se muestra la ausencia de controles tanto a nivel administrativo como operativo, dentro de estos se menciona que no se controla la productividad de la empresa, ni el stock de herramientas y materiales, además no se lleva un registro contable de los gastos e ingresos de dinero. Esto da pie a determinar que las decisiones no se toman bajo ningún atestado y se basan exclusivamente en el criterio del propietario y ha ocasionado que se estén presentado situaciones como la compra excesiva de materia prima o falta de dinero para asumir los pagos que corresponden.

En la figura 26 se observa el estado actual de la oficina del taller, la cual evidencia que no se están realizando los controles correspondientes tanto a nivel operativo como administrativo.



Figura 26: Inexistencia de controles

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Causas relacionadas con el método

Las causas planteadas en esta área indican que existen prácticas que se realizan de manera inadecuada tanto en el plano operativo como administrativo, incidiendo de manera directa en la productividad de la compañía.

Dentro de estas causas se señala que no se cuenta con espacios fijos para la ubicación de herramientas, situación que a su vez infiere en que se esté presentando un gasto de tiempo excesivo en búsqueda de herramientas; además, se están presentando desplazamientos continuos entre máquinas y mobiliarios para acceder a

la herramienta requerida, situación que origina desperdicio de tiempo. En relación con estas causas, se han dado iniciativas para implementar medidas de mejora, sin embargo, estas no perduran y rápidamente se desechan.

Otro de los aspectos que se indican es que la asistente administrativa tiene poco tiempo disponible para apoyar al propietario, ya que sus servicios se centran exclusivamente al cobro por los trabajos a la clientela y el pago de las obligaciones económicas, la participación de esta persona se da únicamente al momento que la empresa requiera de esos servicios. Esta situación tiene relación con otra de las causas señaladas, la cual indica que el propietario está saturado de carga laboral.

Para evaluar el impacto de estas causas se realizó una toma de tiempos (ver anexo 5) como referencia, el resultado se detalla en la siguiente información:

- Apoyado en criterio técnico, se creó una lista de herramientas y accesorios requeridos para realizar un trabajo en la fresadora, dicha lista estaba compuesta de 8 componentes, la cual, posteriormente se le entregó a cada uno de los operarios para que la preparan y así poder medir el tiempo de duración, uno de ellos la preparó en 6 minutos, mientras que el otro tardó 11 minutos sin poderla completar ya que no encontró uno de esos accesorios. Consultando al propietario, indica que por semana se pueden realizar como mínimo 10 trabajos, es decir, si se mantiene ese tiempo de búsqueda se podrían estimar que se están utilizando más de 3 horas laborales por semana en la búsqueda de herramienta.

- En un trabajo realizado en el torno, se contabilizó la cantidad de ocasiones en que una de las personas operarias se desplazó de su puesto de trabajo para buscar herramientas de corte e instrumentos de medición. Este control se realizó durante 1 hora y se numeraron 5 desplazamientos, los cuales incluyen el paro de la máquina y la búsqueda de la herramienta y la reactivación de la máquina, en este caso en los 5 desplazamientos se invirtió un tiempo total de 12 minutos.

Con esta información se evidenciaron malas prácticas de trabajo, las cuales reducen considerablemente los tiempos de trabajo disponibles y en consecuencia, una disminución en la productividad.

La figura 27 muestra una fotografía en la cual se observa un armario para herramientas sobre el cual se tienen colocadas algunas llaves de sujeción, tornillos y unas piezas que se fabricaron, las cuales estaban listas para ser entregadas al cliente, al fondo se observa un panel que se tenía estimado para ubicar herramienta, lo cual nunca fue llevado a cabo.



Figura 27: Inexistencia de lugar asignado para ubicar herramientas

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Causas relacionadas con el medio

Las causas planteadas en esta área demuestran que el entorno no es el ideal, situación que se puede derivar en una baja productividad por parte de los empleados. Dentro de estas causas se indican que la planta presenta un aspecto desordenado, tornándose en un sitio desagradable para desempeñar las labores. Además, en ocasiones se presentan ingresos de personas externas al taller las cuales retrasan a los operarios, quienes en muchas ocasiones se ven obligados a detener las máquinas para que esas personas no se vean expuestas a chispas o virutas. Todas estas causas evidencian que el medio no presenta las condiciones adecuadas para desarrollar los trabajos de buena manera. En la figura 28 se observa una fotografía de la zona central del taller, evidenciando un aspecto desordenado y poco agradable, al fondo los 2 operarios quienes realizan sus labores.



Figura 28: Presentación de zona central del taller

Fuente: Elaboración propia

Otra de las causas que forman parte del medio es la inexistencia de áreas para pasillos, se da como consecuencia de no contar con áreas claramente definidas, así como equipos que obstaculizan muchos espacios, ocasiona que en muchos casos se deban movilizar máquinas y mobiliarios para facilitar la realización de determinados trabajos, además de incidir en que los operarios deban efectuar muchos desplazamientos.

Para evaluar si el equipamiento actual del taller es excesivo en relación con el espacio disponible se realizó un control de los equipos pertenecientes al taller, con el detalle del número de activos por cada equipo, el área requerida para su ubicación, así como el espacio necesario para que las personas puedan operar o acceder a la máquina o mobiliario respectivamente, de una forma cómoda y segura. La tabla 6 presenta el resultado de la información recopilada.

Tabla 6: Detalle de área requerida para ubicación de máquinas y equipos

ÁREA REQUERIDA PARA UBICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS							
Descripción del equipo	N° de activos	Espacio requerido para ubicación		Espacio requerido para operación		Total de área requerida(m2)	
		Frontal	Lateral	Frontal	Lateral		
A Armario móvil de herramientas manuales	1	0,75	0,5	0,75	1	1,125	
B Armario móvil de herramientas para fresadora	1	0,75	0,5	0,75	1	1,125	
C Armario móvil de herramientas para torno	1	0,75	0,5	0,75	1	1,125	
D Armario para equipo CNC	1	0,75	0,45	0,75	1	1,0875	
E Armario para equipo especializado	1	0,75	0,45	0,75	1	1,0875	
F Banco de trabajo para procesos generales	1	1,9	1,05	3,9	3,05	13,89	
G Banco de trabajo para precisión	1	0,75	1,3	2,75	3,3	10,05	
H Cabina para Sand Blasting	1	0,7	0,5	0,7	1	1,05	
I Compresor de aire horizontal	1	2	0,7	0	0	1,4	
J Dobladora	1	3,1	1	3,1	1	6,2	
K Esmeril de pedestal	2	0,75	0,5	0,75	1	2,25	
L Equipo de Acetileno	1	1,3	0,85	1,3	1	2,405	
M Fresadora CNC	1	3	1,95	3	1	8,85	
N Fresadora convencional	1	2,5	1,85	2,5	1	7,125	
O Máquina de soldar	2	0,65	1,1	0,65	1	2,73	
P Patín hidráulico	1	0,7	1,9	0,7	1	2,03	
Q Prensa hidráulica	1	1,65	0,8	1,65	1	2,97	
R Punto eléctrico	1	0,8	0,3	0,8	1	1,04	
S Sierra alternativa	1	1,3	0,5	1,3	6	8,45	
T Torno CNC	1	3,4	1,3	3,4	1	7,82	
U Torno convencional	1	3	1,1	3	1	6,3	
TOTAL (m2)						90,1	

Fuente: Elaboración propia

Esta información indica que el área requerida para la ubicación y operación de máquinas y mobiliario es de 90,1 metros cuadrados, mientras que el área de las instalaciones actuales es de 146 metros cuadrados.

Lo anterior da pie a afirmar que la distribución de planta sí es factible ya que el tamaño del local actual cubre el área requerida, incluso con un espacio a favor de 54 metros cuadrados.

La figura 30 presenta la distribución de planta actual del Taller Industrial Tomás Rojas, para una mejor comprensión, en la figura 29 se presenta la simbología utilizada en dicha distribución.

Simbología de figuras del plano			
Fresadora CNC		Torno CNC	
Torno convencional		Compresor de aire	
Fresadora convencional		Dobladora	
Armario de herramientas		Máquina de soldar	
Banco de trabajo		Prensa hidráulica	
Esmeril de pedestal		Patín hidráulico	
Sierra alternativa		Cábina sandblast	
Equipo de acetileno		Punto eléctrico	

Figura 29: Simbología de distribución de planta actual
Fuente: Elaboración propia

La figura anterior evidencia que la distribución actual presenta algunas deficiencias entre ellas, las siguientes:

- No existen zonas establecidas para el tránsito de personas.
- La ubicación de los armarios no es estratégica con respecto a la maquinaria.
- La ubicación actual de algunas máquinas dificulta su funcionamiento adecuado, por ejemplo, la sierra alternativa dificulta el corte de barras de mucha longitud.
- Contiguo al portón principal de la derecha se observa un esmeril, lo cual es peligroso en caso de que ingrese una persona externa sin la debida protección.
- Existe maquinaria de soldadura, al lado de equipo de mecánica de precisión (tornos y fresadoras), es perjudicial, ya que los procesos de soldadura generan residuos que deterioran los tornos y fresadoras en caso de hacer contacto con las mismas.
- El equipo de acetileno se encuentra ubicado de forma cercana al compresor de aire, lo cual representa un riesgo a propiciar un accidente.

4.3.6 Causas relacionadas con el material

Dentro de las causas relacionadas con el material se indica que se está presentando un almacenamiento excesivo de materia prima, una evidencia de esta situación se dio al revisar los armarios de herramienta, donde se encontraron cantidades mayores con respecto a las requeridas, entre ellas se hallaron 18 brocas de diámetro 9.5 mm, una cantidad excesiva si se considera que esta herramienta solamente se puede utilizar en

los tornos y fresadoras, por lo tanto, en una situación poco probable, como máximo se podrían llegar a utilizar 4 brocas de ese diámetro al mismo tiempo. Además, se tiene espacio acaparado por materiales y máquinas que no serán utilizados en un tiempo cercano, o bien, están obsoletos, ocasionando que se esté limitando el espacio disponible

En la figura 31 se observa una fotografía con una máquina llamada cepilladora mecánica (color gris), esta máquina tiene más de 8 años de no ser utilizada, ya que ahora el taller dispone de otras máquinas que realizan la misma función que realizaba la cepilladora mecánica de manera más ágil y segura, lo que ha ocasionado que se deje de utilizar esta máquina en la ejecución de los trabajos del taller. A pesar de este precedente, la cepilladora mecánica se mantiene dentro de las instalaciones, ocupando un área aproximada de 2.5 metros cuadrados, lo cual representa aproximadamente el 4% del espacio del taller, el cual tiene un área total de 146 metros cuadrados.



Figura 31: Espacio utilizado por maquinaria obsoleta
Fuente: Elaboración propia

4.4 ESTABLECIMIENTO DE CAUSAS CRÍTICAS

Con la herramienta anterior se establecieron las causas que originan el problema, sin embargo, al encontrar veinticinco causas fue necesario aplicar un proceso para encontrar cuáles de esas causas podrían catalogarse como las más representativas, y así plasmar una mejora más influyente con respecto al problema planteado.

Ante esta situación, se determinó aplicar una matriz de Vester, con la idea de encontrar las causas con mayor nivel de criticidad.

Esta evaluación se aplicó de manera conjunta con el propietario del taller y la asistente administrativa, considerando su experiencia en la empresa.

Como paso inicial en la aplicación de esta herramienta, se procedió a asignar un código a cada una de las causas planteadas, esta codificación se requería para su planteo posterior en la matriz. Esta designación se planteó con la letra "C" (causa) acompañada de un número, a partir de los códigos C1, C2 y así de forma consecutiva hasta el código C25.

La tabla 7 ilustra la codificación correspondiente a cada una de las causas en detalle.

Tabla 7: Codificación de causas para matriz de Vester

N°	Descripción de causa
C1	Cantidad excesiva de algunas herramientas con respecto al número requerido
C2	El personal no aplica normas de salud y seguridad ocupacional de manera constante
C3	El personal no practica normas de orden y limpieza
C4	El propietario del taller se encuentra saturado de labores
C5	En algunas ocasiones los operarios detienen sus labores por el uso del celular
C6	En ocasiones se detienen las máquinas para evitar que personas externas se vean expuestas a chispas o virutas
C7	Espacio acaparado por materiales y equipos que no se utilizan
C8	Exposición a riesgos por ubicación cercana entre algunas máquinas
C9	Inconstancia para implementar medidas de mejora
C10	La asistente administrativa cuenta con poco tiempo disponible para brindar apoyo
C11	La oficina proyecta una imagen inadecuada
C12	El taller presenta un aspecto desordenado
C13	La ubicación de algunas máquinas impide que puedan ser operadas de manera cómoda
C14	Las instalaciones no se presentan como un lugar agradable para trabajar
C15	Los operarios exceden sus tiempos de comida
C16	Los operarios no son puntuales con su horario de ingreso
C17	Los operarios presentan limitaciones en ciertas labores técnicas.
C18	No existe un control sobre las herramientas y materiales existentes en el taller
C19	No se controla el ingreso de personas externas
C20	No se controla la productividad de la compañía
C21	No se tiene un control de los gastos e ingresos de dinero
C22	No se tiene un espacio permanente designado para la ubicación de herramientas y materiales
C23	No se tienen definidas las áreas para pasillos
C24	Por momentos se consume mucho tiempo en la búsqueda de herramientas
C25	Se presentan desplazamientos continuos entre máquinas y mobiliario para acceder a herramientas y accesorios

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a la realización de dicha matriz, se efectuó el gráfico correspondiente, para clasificar las causas a partir de su ubicación. En la figura 33 se observa el gráfico de resultados de la matriz de Vester

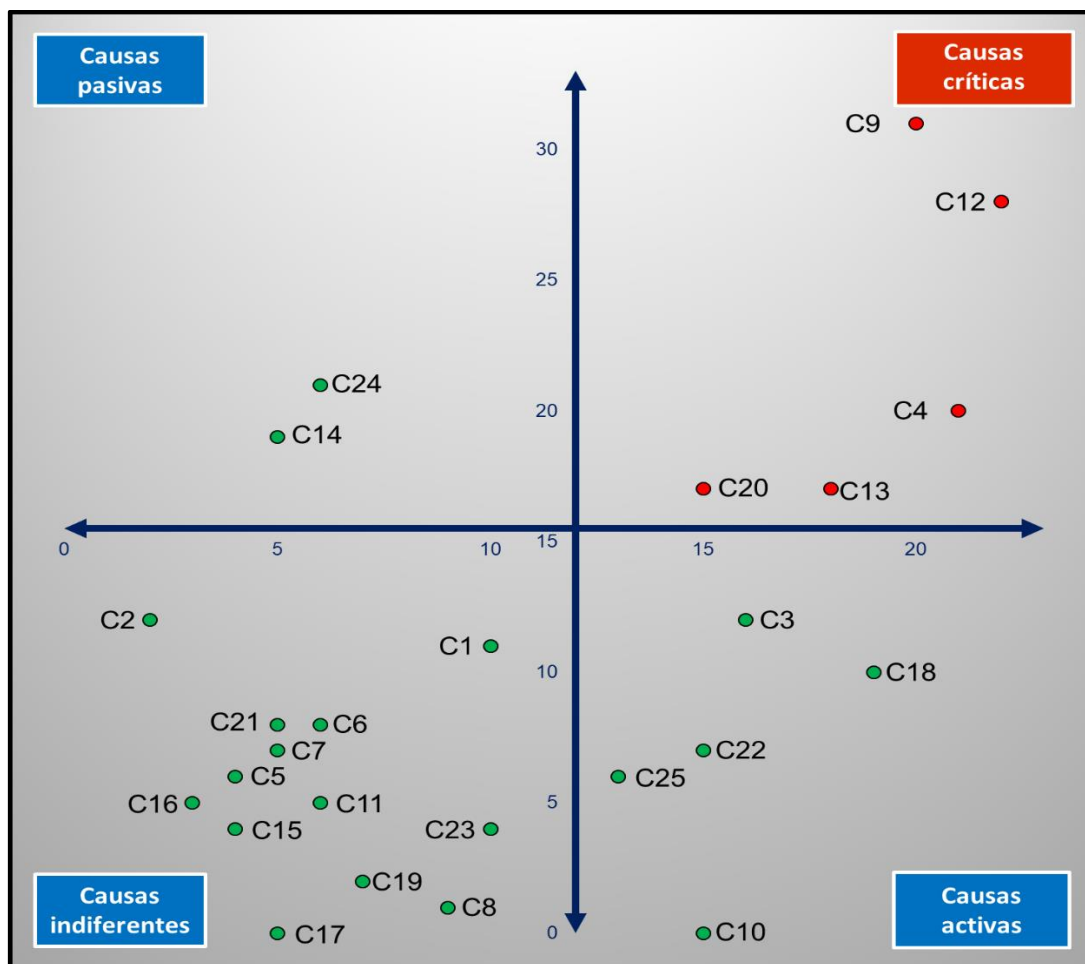


Figura 33: Gráfico de resultados de la matriz de Vester

Fuente: Elaboración propia

Según lo muestra el gráfico, tras evaluar las 25 acciones causantes, se determinó que las causas C4, C9, C12, C13 Y C20 son las más críticas.

Las causas críticas son las más influyentes y dependientes en relación con las demás, por lo tanto, al tomar acciones para ser contrarrestadas, por defecto se estarán

mermando muchas de las otras 20 causas.

En la tabla 8 se muestra el detalle de las causas más críticas.

Tabla 8: Descripción de causas críticas

N°	Descripción de causa
C4	El propietario del taller se encuentra saturado de labores
C9	Inconstancia para implementar medidas de mejora
C12	El taller presenta un aspecto desordenado
C13	La ubicación de algunas máquinas impide que puedan ser operadas de manera cómoda
C20	No se controla la productividad de la compañía
C21	No se tiene un control de los gastos e ingresos de dinero
C22	No se tiene un espacio permanente designado para la ubicación de herramientas y materiales
C23	No se tienen definidas las áreas para pasillos
C24	Por momentos se consume mucho tiempo en la búsqueda de herramientas
C25	Se presentan desplazamientos continuos entre máquinas y mobiliario para acceder a herramientas y accesorios

Fuente: Elaboración propia

4.4 CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO

Con la medición y evaluación de la productividad, se evidenció que la compañía no está siendo productiva, los resultados reflejan que los gastos correspondientes por el pago de mano de obra (recurso humano) no son rentables, con respecto a los ingresos obtenidos.

Con respecto a la identificación de las causas, inicialmente se encontraron 25 acciones causantes, las cuales fueron sometidas a una evaluación que determinó que existían 5 causas críticas, estas son las siguientes:

- El propietario del taller se encuentra saturado de labores.
- Inconstancia para implementar medidas de mejora.
- El taller presenta un aspecto desordenado.
- La ubicación de algunas máquinas impide que puedan ser operadas de manera cómoda.
- No se controla la productividad de la compañía.

En síntesis, el área de recurso humano es el sector con mayor injerencia en la baja productividad, por lo tanto, las oportunidades de mejora para elevar la rentabilidad de la compañía, deben aplicarse mediante estrategias dirigidas a contrarrestar las causas críticas con acciones que mejoren el desempeño del recurso humano.

CAPÍTULO 5

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 PLAN DE PROPUESTAS DE MEJORA

En la etapa anterior se determinó que existen 5 causas críticas, las cuales presentan un mayor nivel de influencia con respecto al problema planteado. Como respuesta a esta situación se establece un plan de mejora, el cual se basa en implementar herramientas que estén dirigidas a mitigar dichas causas.

En este caso, se propone hacer uso de tres herramientas, las cuales son: la metodología 5's, distribución de planta mediante el sistema SLP y diseño de una matriz para control de productividad. En la tabla 9 se especifican las causas hacia las cuales están enfocadas cada una de las herramientas del plan de mejora.

Tabla 9: Propuestas de mejora

Propuestas de mejora			
Causas críticas	Metodología 5's	Distribución de planta	Matriz de control de productividad
El propietario del taller se encuentra saturado de labores	✓	✓	
Inconstancia para implementar medidas de mejora	✓		
El taller presenta un aspecto desordenado	✓		
La ubicación de algunas máquinas impide que puedan ser operadas de manera cómoda		✓	
No se controla la productividad de la compañía			✓

Fuente: Elaboración propia

5.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5´S

Esta propuesta consiste en implementar la metodología 5s' en las instalaciones de la compañía. Para aplicar esta herramienta se propone desarrollar cada una de las etapas que conforman dicha metodología, manteniendo la trazabilidad entre dichas fases.

Esta propuesta se ha ido implementando de forma paralela al desarrollo de este proyecto, con lo cual se han evidenciado resultados positivos a corto plazo, sin embargo, esta metodología implica un desarrollo permanente, con lo cual se tendrá la oportunidad de obtener mayores resultados a largo plazo.

En los siguientes apartados se detalla el proceso aplicado para cada una de las fases de la metodología 5´s.

5.2.1 Etapa seiri (clasificar)

Para ejecutar esta etapa, inicialmente se elaboró una lista de los objetos (máquinas, accesorios, herramientas, materiales, sobrantes de materia prima) que no están siendo utilizados en el taller.

Posteriormente se creó un check list para clasificar las causas por las cuales cada objeto no está siendo utilizado, se aplicó bajo los criterios de obsoleto, dañado e innecesario. La tabla 10 muestra los resultados de esta clasificación.

Tabla 10: Clasificación de objetos sin utilizar

Objetos sin utilizar	Clasificación		
	Obsoleto	Dañado	Incensario
Aceiteras		✓	
Aparato divisor		✓	
Cajas (madera y cartón)			✓
Cepilladora Mecánica	✓		
Cobertor de procesadora de queso			✓
Cubetas vacías			✓
Discos cortadores de esmeriladora	✓		
Electrodos de soldadura		✓	
Fluorescentes		✓	
Fresas (herramienta de corte)		✓	
Guantes para soldar		✓	
Indicador de caratula		✓	
Insertos de corte		✓	
Mangueras para aire comprimido		✓	
Máquina de soldar		✓	
Máscaras de soldar	✓		
Micrómetro		✓	
Pie de rey		✓	
Piedras abrasivas de esmeril	✓		
Pistola de aire neumática	✓		
Prensa de banco		✓	
Residuos de máquinas reparadas			✓
Visualizador de cotas	✓		

Fuente: Elaboración propia

Luego de establecer la clasificación anterior, se agruparon los objetos pertenecientes a cada criterio para establecer el plan de acción correspondiente, los cuales se detalla a continuación.

- **Plan para objetos obsoletos:** estos elementos no se utilizan ya que fueron reemplazados por otros objetos que emulan su funcionamiento de una manera más eficiente, lo que ocasiona que no sean aprovechables dentro del funcionamiento de la empresa. Por lo anterior, la acción recomendable es que este tipo de objetos sean retirados del taller, ya sea a través de venta, donación o descarte.

En la tabla 11 se detalla la acción realizada con los objetos obsoletos

Tabla 11: Plan de acción para objetos obsoletos

Objetos sin utilizar	Acción por realizar
Cepilladora Mecánica	Vender
Discos cortadores de esmeriladora	Desechar
Máscaras de soldar	Donar
Piedras abrasivas de esmeril	Desechar
Pistola de aire neumática	Donar
Visualizador de cotas	Donar

Fuente: Elaboración propia

Como parte de estas acciones se realizó la venta de la cepilladora mecánica a otro taller que la necesitaba. En la figura 34 se observan las fotografías del antes y después de la venta y traslado de dicha máquina.



Figura 34: Traslado de cepilladora mecánica

Fuente: Elaboración propia

- **Plan de acción para objetos dañados:** estos elementos no están siendo utilizados ya que en algún momento dejaron de funcionar y no se valoró su reparación. Para este grupo de objetos se recomienda valorar cada caso de manera individual y determinar si se repara, se desecha o se dona a alguna persona o entidad que le sea de utilidad. En tabla 12 se detalla la acción realizada.

Tabla 12: Plan de acción para objetos dañados

Objetos sin utilizar	Acción por realizar
Aceiteras	Desechar
Aparato divisor	Reparar
Electrodos de soldadura	Desechar
Fluorescentes	Desechar
Fresas (herramienta de corte)	Donar
Guantes para soldar	Desechar
Indicador de caratula	Desechar
Insertos de corte	Desechar
Mangueras para aire comprimido	Desechar
Máquina de soldar	Desechar
Micrómetro	Desechar
Pie de rey	Desechar
Prensa de banco	Desechar

Fuente: Elaboración propia

- **Plan de acción para objetos innecesarios:** estos elementos no tienen utilidad en el taller, ya que son saldos (material sobrante) de trabajos realizados, o material de empaque la materia prima adquirida. Estos objetos deben ser retirados del taller, para lo cual se debe valorar si se pueden donar, vender o desechar. En tabla 13 se detalla la acción realizada con los objetos dañados.

Tabla 13: Plan de acción para objetos innecesarios

Objetos sin utilizar	Acción por realizar
Cajas (madera y cartón) de equipos adquiridos	Donar
Cobertor de máquina procesadora de queso	Donar
Cubetas vacías	Donar
Residuos de máquinas reparadas	Donar

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Etapa seiton (ordenar)

Esta etapa consiste en ubicar y ordenar estratégicamente todos los objetos (maquinaria, equipos, mobiliario), que se han considerado necesarios, este proceso se llevó a cabo, tomando en cuenta los siguientes principios:

- **Destinar un lugar fijo para cada objeto:** se asignó un lugar permanente para ubicar cada objeto, incluyó destinar mobiliarios para cada accesorio, ubicación fija para cada herramienta, asignación de un área adecuada para la ubicación de material inflamable, así como designar un espacio para colocar los equipos y productos de limpieza.

Cabe mencionar que una de las tareas complementarias de este principio fue que el propietario del taller conversara con el personal para solicitarles que mantengan los objetos en la ubicación establecida

- **Ubicación según frecuencia de uso:** los objetos se acomodaron de forma estratégica, facilitando el acceso de aquellos que se utilizan con mayor frecuencia, por ejemplo, en el caso de las herramientas que se emplean comúnmente en las máquinas, se ubicaron en unos armarios, los cuales se posicionaron de forma cercana a dicha dichas máquinas.

- **Ubicación según características:** para ordenar los objetos, tomando en cuenta las condiciones requeridas según sus características, por ejemplo, en caso de los instrumentos de metrología (pie de rey, micrómetro, entre otros), estos requieren conservarse en un lugar fijo donde no se expongan.

Como complemento a esta etapa se habilitaron recipientes para ubicar y clasificar los residuos generados (aluminio y bronce, material por desechar) en el caso del bronce y el aluminio son materiales factibles de reciclar.

En las figuras 35 y 36 se observan fotografías comparativas con algunos ejemplos de los momentos previos y posteriores a la implementación de esta etapa.



Figura 35: Fotografías del antes y después de ordenar el área entre torno y fresadora
Fuente: Elaboración propia



Figura 36: Fotografías del antes y después de ordenar armario de accesorios

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Etapa seiso (limpiar)

Esta etapa consiste en aplicar y mantener limpio el lugar de trabajo, para su implementación se diseñó un plan de limpieza que indica las tareas por realizar, su frecuencia de ejecución y personas responsables. En la tabla 14 se muestra el resultado de dicho plan.

Tabla 14: Plan de limpieza

Tareas de limpieza	Frecuencia			Responsable		
	D	S	M	O1	O2	P3
Limpieza de bancos de trabajo.	✓			✓	✓	
Limpieza de torno convencional (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de fresadora convencional (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de torno CNC (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de fresadora CNC (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de sierra alternativa (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de esmeriles de pedestal (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de máquinas de soldar (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de equipo de acetileno (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de dobladora (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de patín hidráulico (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de prensa hidráulica (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de cabina para Sand blasting (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de punto eléctrico (*).	✓			✓	✓	
Limpieza de pasillos.	✓			✓	✓	
Verificación de la disponibilidad de accesorios de limpieza.		✓				✓
Limpieza de oficina.		✓				✓
Limpieza de ventanas.			✓		✓	
Limpieza del sistema de iluminación (lámparas y cobertores).			✓		✓	
Limpieza, revisión y lubricación de tornos y fresadoras.			✓	✓		
Revisión y limpieza de esmeril de pedestal y sierra alternativa.			✓		✓	
Revisión y limpieza de cabina de sand blasting y punto eléctrico.			✓		✓	
Revisión y limpieza de dobladora y prensa hidráulica.			✓		✓	
Revisión y limpieza del sistema de aire a presión.			✓		✓	
Revisión y limpieza de los armarios y su contenido.			✓	✓		

D (diario), S (semanal), M (mensual), O (operario), P (propietario)
(*) Esta tarea se realizará al finalizar la jornada por parte de la persona que utilizó el equipo.

Fuente: Elaboración propia

Como complemento a este plan, los empleados detendrán sus labores operativas 20 minutos antes de finalizar su jornada para realizar las actividades correspondientes al aseo diario, además se destinará un día por mes para disponer del tiempo requerido para efectuar las tareas mensuales. En las figuras 37 y 38 se observan fotografías comparativas con algunos ejemplos de los momentos previos y posteriores a la implementación de las primeras tres fases de la metodología 5's.



Figura 37: Fotografías del antes y después de implementar las primeras tres etapas

Fuente: Elaboración propia

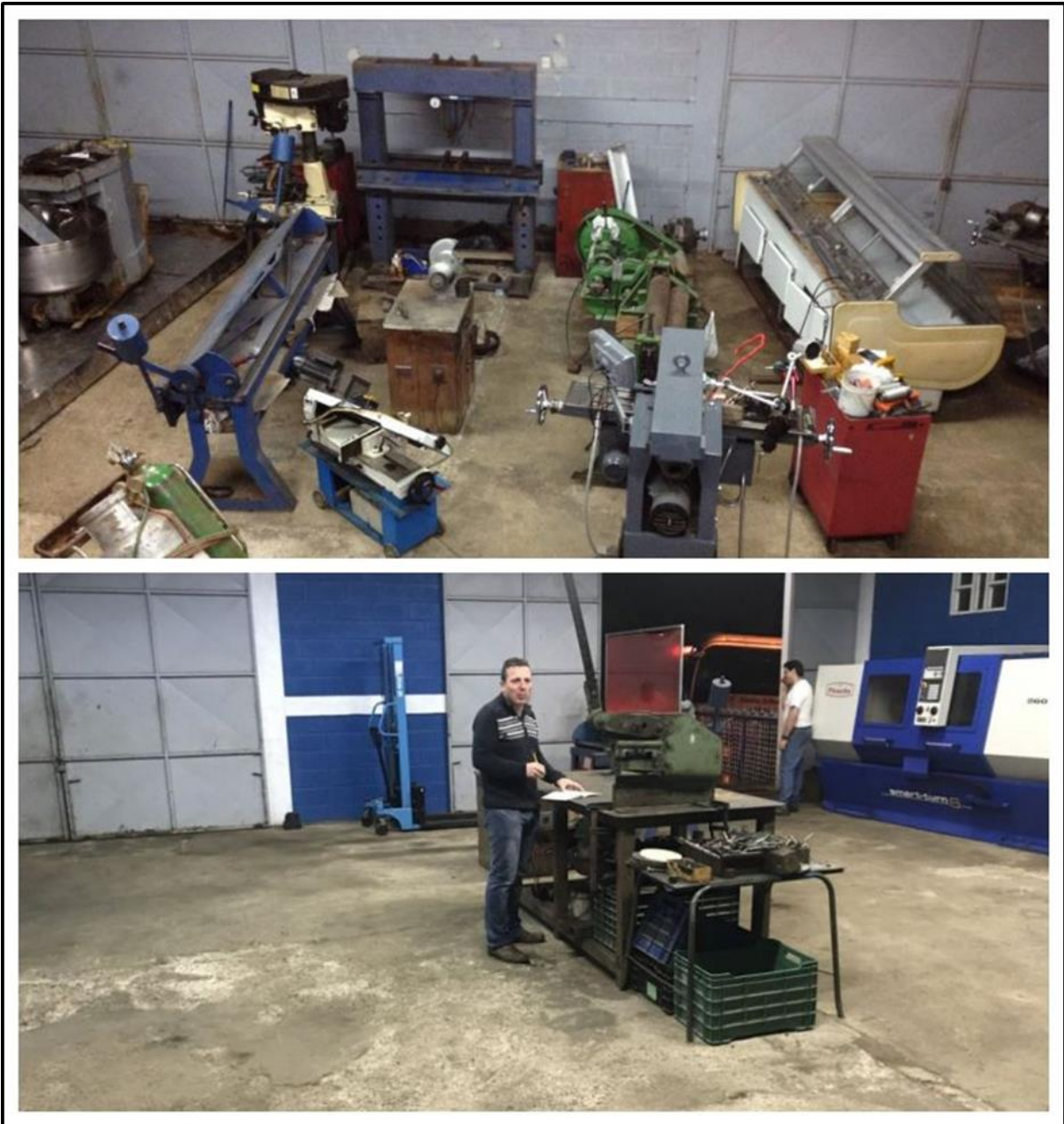


Figura 38: Fotografías del antes y después de implementar las primeras tres etapas
Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Etapa seiketsu (estandarizar)

En esta fase se establecen estrategias que brinden sostenibilidad y a la vez fortalezcan los resultados derivados de las 3 fases anteriores.

Las tareas que se plantean desarrollar para implementar esta fase son las siguientes:

- Pintar en el piso las líneas de demarcación para tránsito de personas (pasillos), para implementar esta tarea se requiere comprar la pintura y los accesorios correspondientes, la adquisición de estos productos representa un monto de ₡23,365. (ver detalle en anexo 6)
- Colocar etiquetas rotuladas en los armarios y estantes de herramienta con el fin de señalar el espacio asignado para cada objeto. En la tabla 15 se especifica la descripción de las etiquetas que se recomiendan colocar en los lugares correspondientes.

Tabla 15: Lista de descripciones para etiquetado

Lista de descripciones para etiquetado	
1.	Accesorios de apoyo general
2.	Accesorios de fresadora convencional
3.	Accesorios de soldadura
4.	Juego de bridas
5.	Accesorios de sujeción
6.	Accesorios de torno convencional
7.	Accesorios de trazo
8.	Accesorios de verificación de formas
9.	Accesorios para engranajes
10.	Armario de herramientas CNC
11.	Armario de herramientas para fresadora
12.	Armario de herramientas para torno
13.	Boquillas de fresadora
14.	Bridas de sujeción
15.	Brocas de carbide
16.	Brocas de centro
17.	Brocas HSS
18.	Cuchillas HSS
19.	Herramienta abrasiva
20.	Herramienta de percusión
21.	Herramienta de roscado manual
22.	Herramienta neumática
23.	Herramientas abrasivas
24.	Herramientas de corte para fresadora
25.	Herramientas de corte para torno
26.	Insertos de corte
27.	Instrumentos de medición

Fuente: Elaboración propia

Para crear estas etiquetas se recomienda comprar papel autoadherible para diseñar e imprimirlas de una manera sencilla, la compra de dicho papel tiene un costo de ¢6,490 (ver detalle en anexo 7).

- Acondicionar un panel que se tiene a disposición para colocar las herramientas de uso general y así establecer una ubicación fija mediante el dibujo de la silueta. En la figura 39 se observa una fotografía con dicho panel.



Figura 39: Panel disponible para ubicación de herramienta

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Etapa shitsuke (autodisciplina)

La implementación de esta etapa se basa en el desarrollo de mecanismos que propicien la continuidad y el mejoramiento de la metodología en forma general, para lo cual los colaboradores de la compañía ostentan un papel trascendental.

Las tareas que se plantean desarrollar para implementar esta fase y establecer mejoramiento general en la disciplina son las siguientes:

- Realizar reuniones periódicas para informar al personal los resultados suscitados con la implementación de la metodología 5's, tomar en cuenta que en este tipo de reuniones es importante que exista apertura para que los empleados propongan oportunidades de mejora.
- Hacer una reunión con el personal laboral para crear conciencia e impulsar el cumplimiento de las normas de salud ocupacional, como parte de este tema se sugiere dotar al personal de calzado de seguridad, la compra de dichos zapatos tiene un costo total de ₡43,392 (ver detalle en anexo 8).
- Adquirir e instalar un reloj marcador de huella digital para controlar que el personal empleado cumpla con los horarios establecidos, por tanto, se propicie una disminución de los tiempos improductivos, la compra de dicho accesorio tiene un costo de ₡73,600 (ver detalle en anexo 9).
- Establecer normas de limpieza correctiva al momento de suceder un acontecimiento imprevisto.

- Establecer incentivos dentro de los cuales el personal laboral se vea beneficiado con una parte de los costos que se ahorren con la implementación de la metodología 5's.
- Implementar auditorías internas que evalúen el desarrollo y continuidad de cada una de las etapas de la metodología 5's.

Para el desarrollo de las auditorías internas se diseñó un instrumento que establezca los procedimientos a seguir y cuantifique los resultados según lo observado. Este instrumento se creó en el software Excel y busca medir el comportamiento de cada una de las etapas de la metodología 5's, a través de tablas que establecen una serie de buenas prácticas para ser valoradas entre 0 y 2 según su nivel de aplicabilidad

Este instrumento tiene la posibilidad de ser aplicado de manera digital o impresa, está conformado de 7 hojas, en la primera hoja se ofrece una descripción general del proceso por realizar. La segunda hoja se aplica para evaluar la etapa seiri (clasificar). La tabla 16 muestra el detalle de los ítems establecidos.

Tabla 16: Lista de ítems para evaluar seiri (clasificar)

SEIRI (CLASIFICAR)		
N° ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE (0-2)
1	El área de trabajo se encuentra libre de maquinaria o accesorios obsoletos	2
2	El área de trabajo se encuentra libres de objetos defectuosos	2
3	El área de trabajo se encuentra libre de objetos innecesarios	2
4	Existen estándares claros para eliminar excesos de materiales u otros	2
5	Los puestos de trabajo están libres de elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías	2
6	Los puestos de trabajo están libres de objetos o accesorios que pueden conducir a errores de interpretación o de actuación	2
7	Se controla la adquisición innecesaria de materiales	2
8	Se tienen criterios claros para identificar objetos innecesarios	2
9	Todas las máquinas y accesorios de trabajo se encuentran en uso regularmente	2
10	Todo lo que es necesario en el área de trabajo se puede distinguir a simple vista	2
TOTAL		20

Fuente: Elaboración propia

La tercera hoja del instrumento se aplica para evaluar la etapa seiton (ordenar).

La tabla 17 presenta el detalle de los 10 ítems establecidos para evaluar dicha etapa.

Tabla 17: Lista de ítems para evaluar seiton (ordenar)

SEITON (ORDENAR)		
N° ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE (0-2)
1	El lugar dispone de sitios adecuados para facilitar el acceso y retorno de herramientas y accesorios	2
2	El lugar dispone de sitios adecuados para ubicar los materiales inflamables	2
3	La ubicación de las herramientas agiliza su búsqueda	2
4	Las estanterías u otras áreas de almacenamiento se encuentran en condiciones aceptables	2
5	Las herramientas y accesorios se ubican estratégicamente de acuerdo con su frecuencia de uso	2
6	Los elementos de limpieza, basureros y depósitos de reciclaje se mantienen en una ubicación idónea y correctamente identificados	2
7	Los sistemas de cableado se encuentran bien colocados y ordenados de forma segura	2
8	Mantienes libre de obstáculos la salida de tu puesto de trabajo en caso de emergencia	2
9	Se cuenta con una cultura de mantener las cosas en su lugar luego de ser utilizadas	2
10	Se cuenta con una zona establecida para la ubicación de los artículos personales	2
TOTAL		20

Fuente: Elaboración propia

La cuarta hoja se aplica para evaluar la etapa seiso (limpiar). La tabla 18 presenta el detalle de los 10 ítems establecidos para evaluar dicha etapa.

Tabla 18: Lista de ítems para evaluar seiso (limpiar)

SEISO (LIMPIAR)		
N° ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE (0-2)
1	La luminaria de su puesto de trabajo se encuentra libre de defectos o suciedad	2
2	Los pisos se encuentran limpios y sin basura	2
3	Los puestos de trabajo mantienen un buen aspecto visual	2
4	Los puestos de trabajo se mantienen libres de suciedad	2
5	Se aplica limpieza diaria en los puestos de trabajo	2
6	Se busca eliminar constantemente las causas primarias de la suciedad	2
7	Se cuenta con los materiales de limpieza requeridos para mantener el lugar de trabajo limpio	2
8	Se cuenta con una zona establecida para ubicar los accesorios de limpieza	2
9	Se realiza limpieza general de manera periódica	2
10	Se tienen procedimientos establecidos para aplicar la limpieza	2
TOTAL		20

Fuente: Elaboración propia

La quinta hoja se aplica para evaluar la etapa seiketsu (estandarizar). La tabla 19 presenta el detalle de los 10 ítems establecidos para evaluar dicha etapa.

Tabla 19: Lista de ítems para evaluar seiketsu (estandarizar)

SEIKETSU (ESTANDARIZAR)		
N° ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE (0-2)
1	El personal de la compañía se encuentra capacitado en el dominio y manejo de la metodología 5's	2
2	Existe rotulación y señalización que fortalezca el uso de equipos de seguridad	2
3	Las personas que tienen participación en el lugar de trabajo conocen las normativas internas a seguir	2
4	Las rotulaciones existentes son visibles desde cualquier zona del lugar de trabajo	2
5	Los pisos tienen demarcación de las líneas para tránsito de personas (pasillos)	2
6	Se aplican auditorías internas de manera periódica para evaluar la implementación de la metodología 5's	2
7	Se implementa un seguimiento diario para controlar la limpieza y orden del lugar	2
8	Se tiene procedimientos establecidos para vaciar los recipientes de desechos y residuos de manera periódica	2
9	Se tiene rotulación o demarcación que ayude a mantener la ubicación de herramientas y equipos	2
10	Se tienen personas responsables del cuidado y mantenimiento para cada máquina	2
TOTAL		20

Fuente: Elaboración propia

La sexta hoja del instrumento se aplica para evaluar la etapa shitsuke (disciplina). La tabla 20 presenta el detalle de los 10 ítems establecidos para evaluar dicha etapa.

Tabla 20: Lista de ítems para evaluar shitsuke (disciplina)

SHITSUKE (DISCIPLINA)		
N° ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE (0-2)
1	El lugar cuenta con las condiciones requeridas para que los empleados cumplan con las normas establecidas	2
2	El personal aplica y cumple las normas de seguridad y salud ocupacional requeridas	2
3	Existe apertura para que los empleados propongan oportunidades de mejora	2
4	Existe una cultura de respeto ante la señalización y rotulación	2
5	La cultura laboral busca favorecer la convivencia sana, el respeto y el ejercicio efectivo de derechos y deberes	2
6	Las personas están conscientes y convencidas de la importancia de implementar un programa 5s	2
7	Las personas que tienen participación en el lugar de trabajo cumplen las normativas establecidas	2
8	Se cuenta con una cultura de limpieza correctiva al momento de suceder un imprevisto	2
9	Se realizan reuniones periódicas para informar al personal los resultados suscitados con la implementación de la metodología 5's	2
10	Todo el personal, incluyendo la alta dirección cumplen los procedimientos de la metodología 5's	2
TOTAL		20

Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicadas las hojas anteriores, se presenta la hoja final, en la cual se detalla la calificación general y se visualiza un gráfico radial que muestra el comportamiento de cada área con respecto al resultado de la auditoría. En la figura 40 se presenta el formato de dicha hoja.

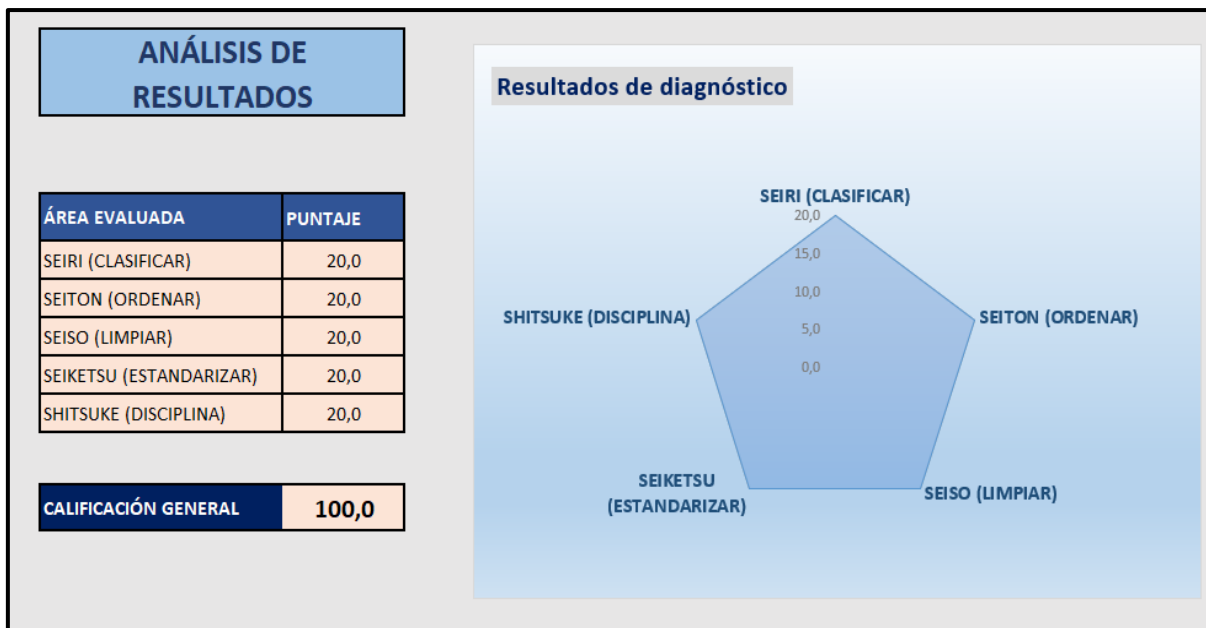


Figura 40: Hoja de análisis de resultados

Fuente: Elaboración propia

Se recomienda aplicar esta herramienta al menos 2 veces por año, con el objetivo de darle seguimiento, sostenibilidad y una mejora continua a la implementación de la metodología 5's.

5.2.6 Resultados obtenidos

Con la implementación de esta propuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

- El área de trabajo se encuentra libre de objetos que no se utilizaban.
- Las áreas de trabajo se encuentran menos saturadas.
- Todas las máquinas y accesorios de trabajo se encuentran en uso regularmente.
- Ingreso de dinero por venta de cepilladora mecánica, la cual se traspasó a otro taller por un monto de ₡800,000, además de aumentar el área disponible aproximadamente

4 metros cuadrados.

- Las instalaciones presentan un aspecto visual agradable.
- Los pisos se encuentran limpios y con mayor espacio.
- Disminución de riesgo de lesiones.
- Disminución de interrupciones atrasos por averías.
- Mejoría en el entorno de trabajo para los empleados.
- Control más más preciso para detección de fallas potenciales en los equipos de la compañía.
- Disminución de tiempos por reparación de maquinaria.
- Aumento de vida útil de los equipos del taller.
- Mejoría en la imagen proyectada ante la clientela.
- Fortalecimiento del sentido de pertenecía del personal empleado.

5.3 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Esta propuesta consiste en reubicar estratégicamente los equipos y mobiliarios pertenecientes al taller, a partir de un diseño de planta establecido con el método del SLP (planificación sistemática del diseño de planta). Con el fin de propiciar un uso efectivo del espacio disponible.

5.3.2 Análisis Producto Cantidad

Esta etapa es el proceso inicial del método SLP, a partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuada en el proceso, para su ejecución se procede a desarrollar una clasificación de los tipos de servicios que se ejecutan en el taller. Según la información recabada desde octubre del 2017 a junio del 2018, se brindaron 323 servicios. En la tabla 21 se muestra su clasificación.

Tabla 21: Detalle de tipos de servicio y cantidad

Tipo de servicio	Cantidad
Aplicación de soldadura MIG	22
Aplicación de soldadura por arco	21
Aplicación de soldadura TIG	23
Aserrado de piezas	11
Doblado de lámina industrial	21
Enderezado de piezas	20
Fabricación de engranajes	17
Fabricación de piezas cilíndricas en el torno	35
Fabricación de piezas planas en fresadora	31
Reconstrucción de piezas industriales	27
Reparación de aros de vehículo	24
Reparación de máquinas procesadoras	12
Soldadura con acetileno	22
Torneado de roscas	19

Fuente: Elaboración propia

A partir de la información generada en la tabla anterior se procede al análisis producto cantidad, para este proceso se generó la gráfica que se observa en la figura 41.

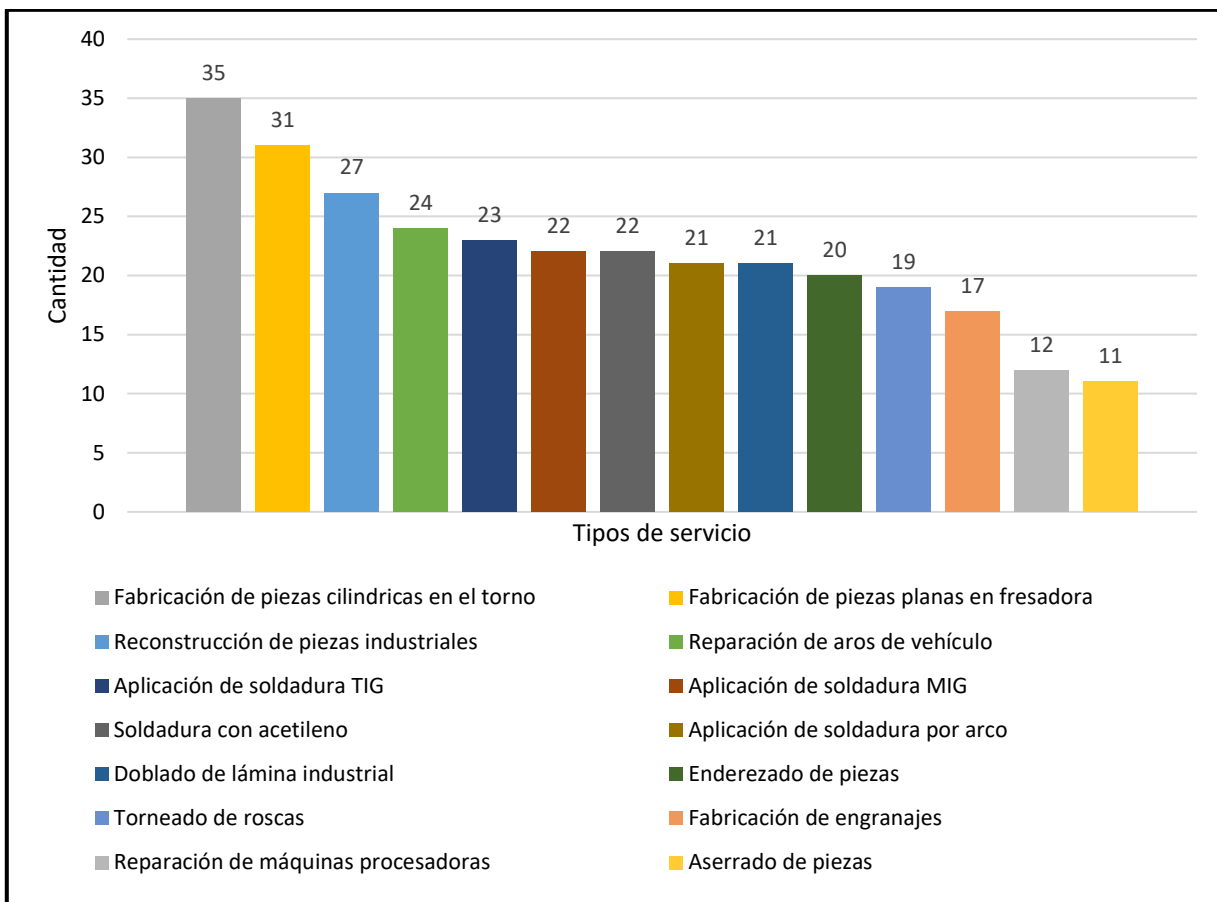


Figura 41: Gráfica de análisis producto cantidad

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de dicha gráfica se observa que existe una amplia cantidad de tipos de servicio, además sus niveles de producción no presentan diferencias drásticas, hace deducir que el tipo de distribución de planta adecuada para esta propuesta sería una distribución por proceso.

5.3.3 Matriz relacional de actividades

La etapa siguiente de esta distribución, conlleva realizar una matriz relacional de actividades, para lo cual se elabora una lista de los equipos y mobiliarios que conforman el taller, en este caso, se registran 21 equipos, los cuales se codifican de forma alfabética de la letra “A” hasta la “U”.

Con la aplicación de esta matriz se establecen los criterios de cercanía y lejanía entre los equipos, tomando como referencia la relación de sus actividades. En la figura 42 se observa el resultado de dicha matriz.

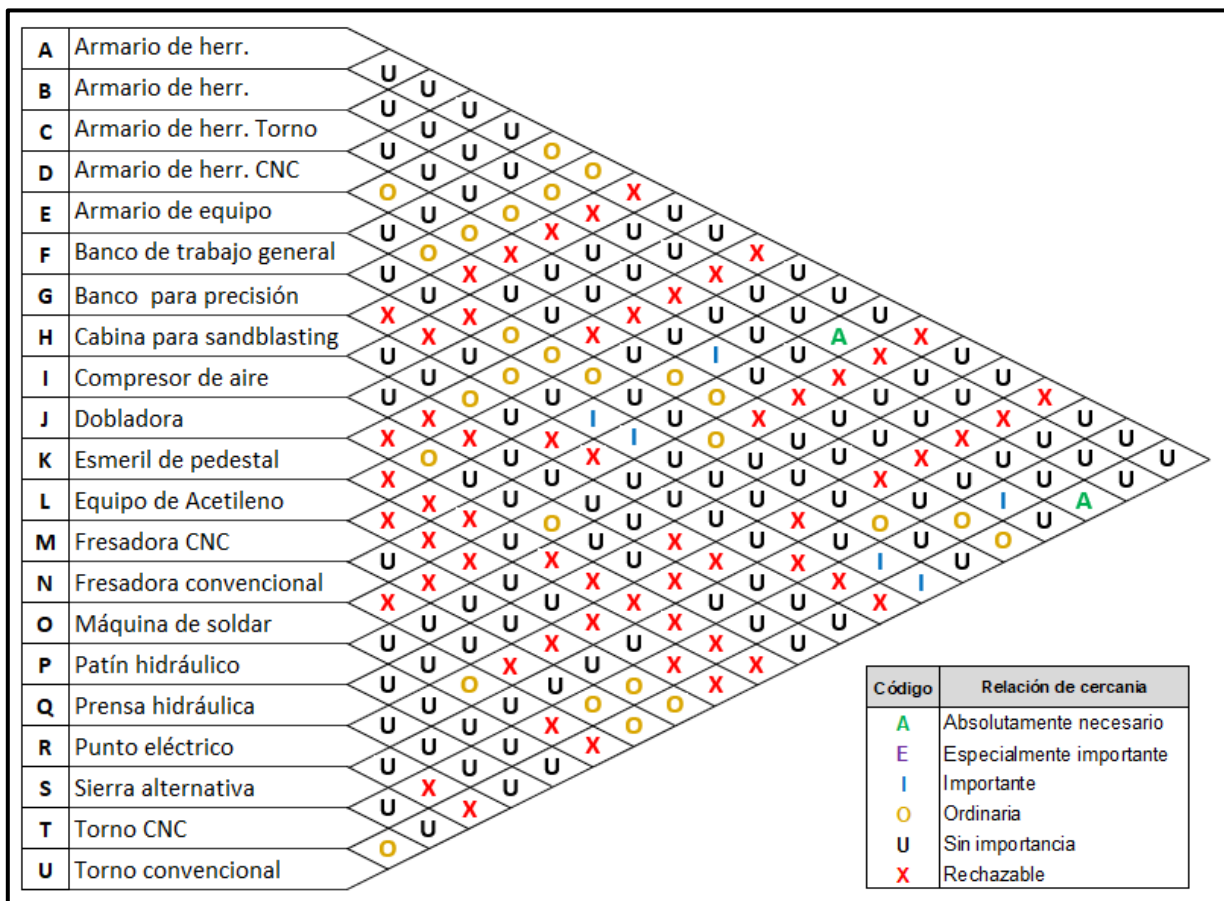


Figura 42: Matriz relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Diagrama relacional de actividades

A partir de los resultados plasmados en etapa anterior se procede a realizar el diagrama relacional de actividades, esta herramienta proyecta el posicionamiento de los equipos a partir de las relaciones establecidas. Para su ejecución cada equipo se representa como un nodo con su respectivo código. Estos nodos se posicionan y se conectan con hilos que tiene una longitud acorde al tipo de relación. En la figura 43 se observa el resultado de este diagrama.

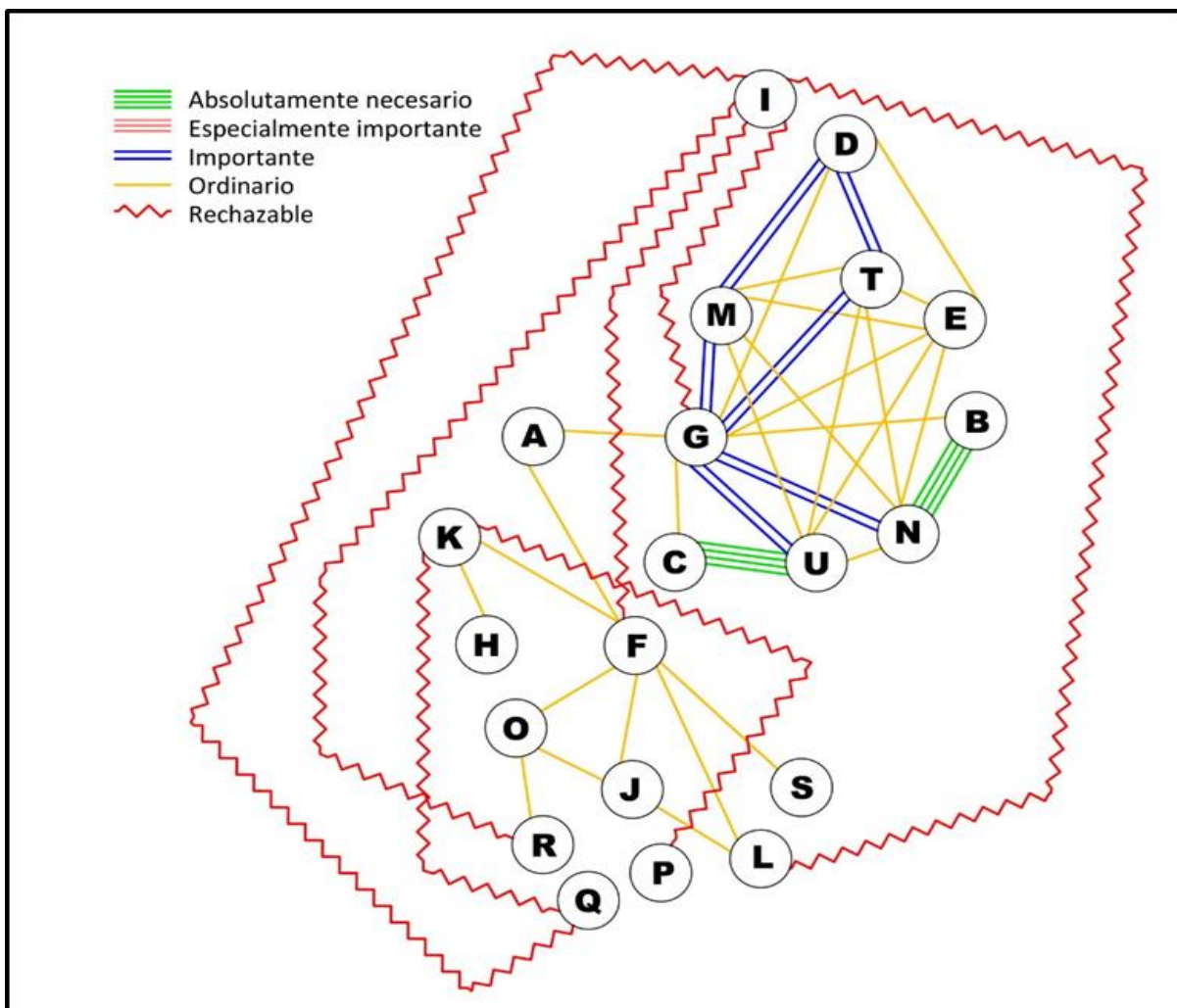


Figura 43: Diagrama relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

5.3.5 Diagrama relacional de espacios

Con este diagrama se ajustan las posiciones establecidas en la etapa anterior considerando el área de cada elemento. Esto se realiza a partir de una representación de cada nodo con rectángulos cuyas dimensiones son proporcionales al área real (a escala), en la figura 44 se aprecia el resultado del diagrama relacional de espacios.

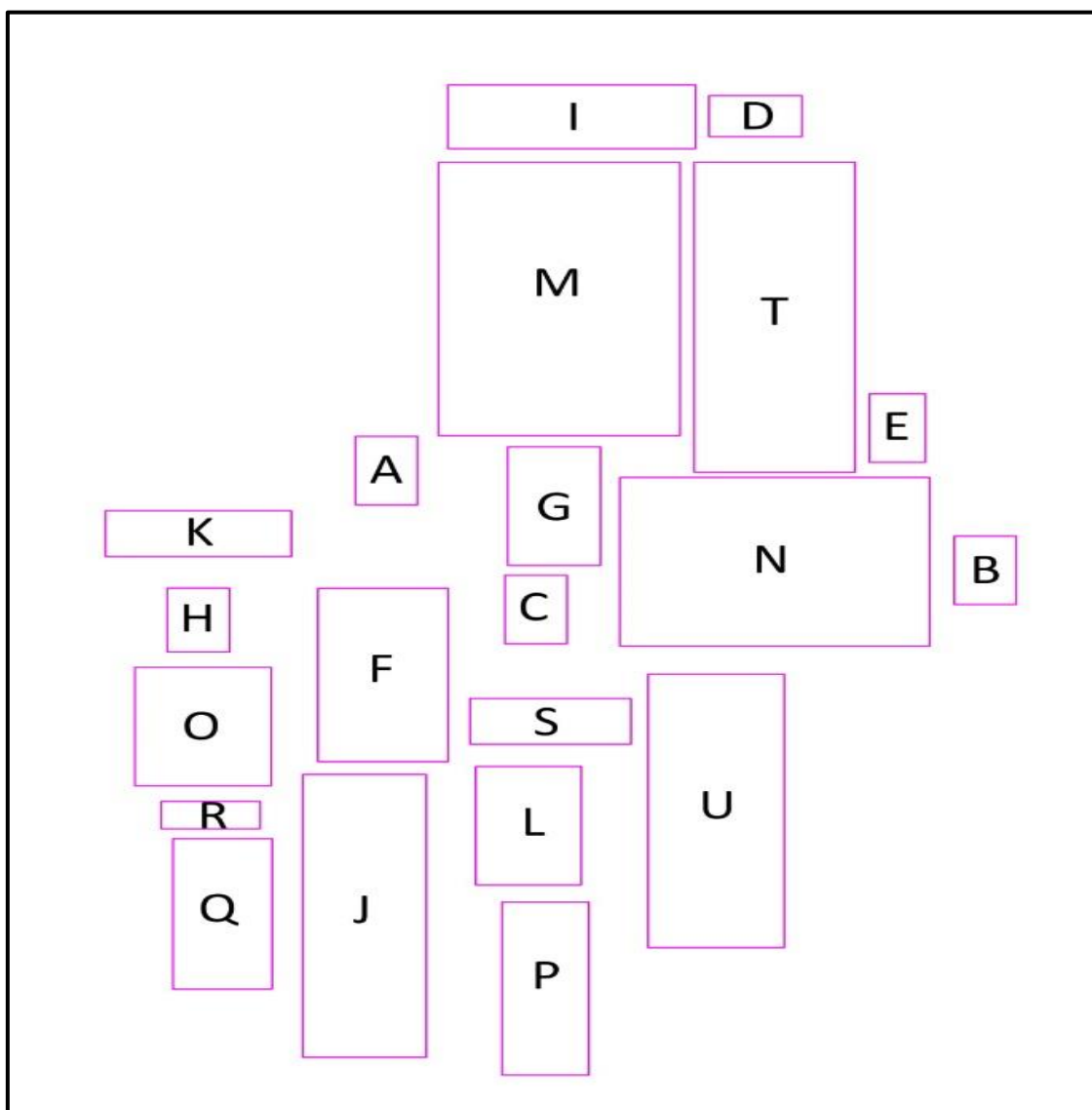


Figura 44: Diagrama relacional de espacios

Fuente: Elaboración propia

5.3.6 Distribución de planta propuesta

Como etapa final, se ubican los nodos dentro del layout de la planta disponible, buscando mantener las posiciones de la fase anterior. En la figura 45 se representa el resultado de esta etapa.

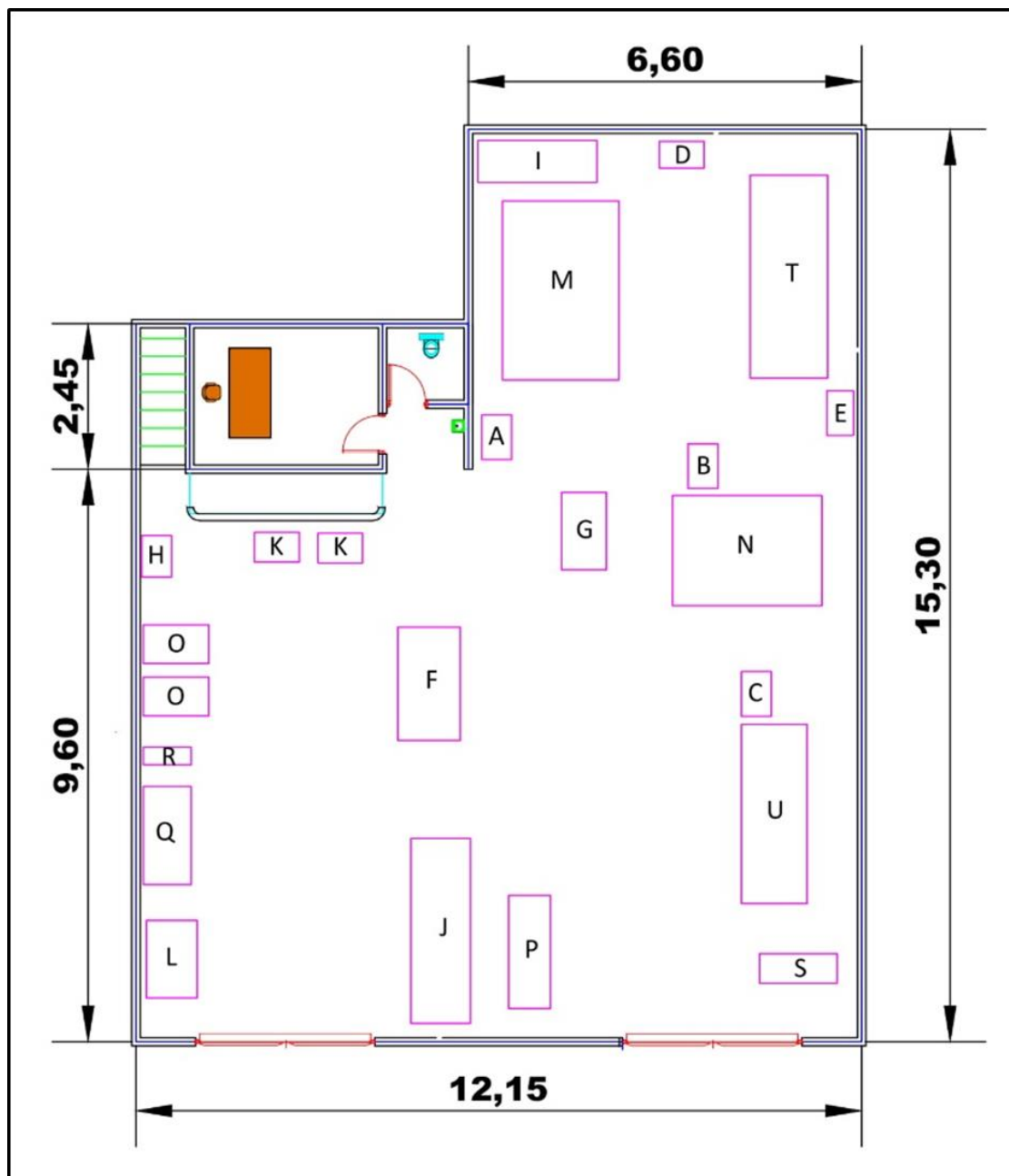


Figura 45: Distribución de planta propuesta

Fuente: Elaboración propia

Como complemento a esta etapa, se colocan los equipos con las figuras correspondientes según su simbología y se detalla el espacio para los pasillos, en las figuras 46 y 47 se presenta la distribución de planta final y su cuadro de simbologías respectivamente.

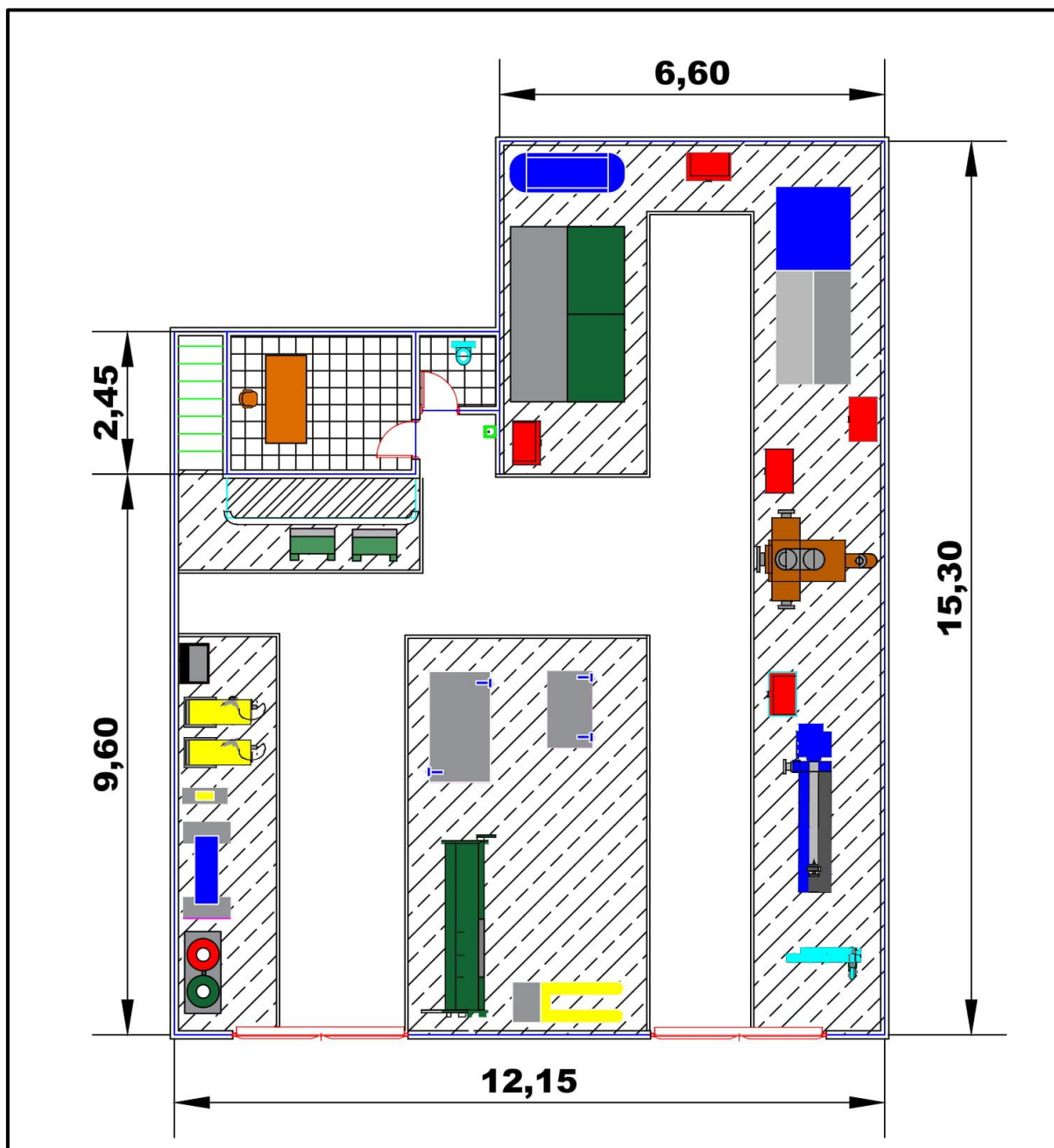


Figura 46: Distribución de planta final

Fuente: Elaboración propia

Simbología de figuras del plano			
Fresadora CNC		Torno CNC	
Torno convencional		Compresor de aire	
Fresadora convencional		Dobladora	
Armario de herramientas		Máquina de soldar	
Banco de trabajo		Prensa hidráulica	
Esmeril de pedestal		Patín hidráulico	
Sierra alternativa		Cábina sandblast	
Equipo de acetileno		Punto eléctrico	

Figura 47: Simbología de distribución de planta actual

Fuente: Elaboración propia

Para poder llevar a cabo esta propuesta se requiere del uso de una grúa y el traslado de las previstas eléctricas.

En el caso particular de esta empresa, el propietario es técnico en electricidad, de ahí que cuenta con las competencias requeridas para hacer el traslado de las previstas eléctricas, además tiene un socio comercial quien en anteriores ocasiones le ha facilitado el préstamo de un montacargas para la movilización de máquinas: Por lo tanto, la compañía no requiere hacer inversiones extra para poder llevar a cabo la distribución propuesta.

5.3.7Proyección de resultados

Con la aplicación de esta herramienta se espera obtener los siguientes resultados:

- Mejoría en las condiciones dadas para el control visual por parte del propietario.
- Mejoría en la apariencia del sitio al proyectar una imagen ordenada.
- Establecimiento de áreas de pasillo, las cuales a su vez tienen una funcionalidad como zonas de seguridad.
- Disposición de espacios adecuados para que la maquinaria sea operada de forma cómoda y segura.
- Reducción de tiempos en desplazamientos y búsqueda de herramienta.
- Prevención de riesgos por ubicación cercana entre algunas máquinas.

5.4 PROPUESTA DE MATRIZ PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD

En relación con esta propuesta se creó una plantilla en el software Microsoft Excel, la cual se diseñó con la intención de dotar a la empresa de una herramienta accesible y efectiva para medir y controlar el comportamiento de la productividad.

El funcionamiento de esta herramienta se basa en registrar datos de gastos e ingresos por periodos mensuales, esta información es integrada a través de fórmulas que originan indicadores de productividad total y parcial, los cuales a su vez son analizados mediante gráficos de series de tiempo.

Esta plantilla, además de mostrar el comportamiento productivo de la compañía, permite tener un registro de los movimientos económicos, considerando la descripción y fecha de ejecución, lo cual sería de gran utilidad si se requiere verificar algún movimiento económico.

Esta herramienta se halla compuesta por 15 hojas, las cuales se detallan a continuación:

- **Hoja de inicio:** esta hoja funciona como base y guía para la implementación de la herramienta, dentro de su contenido se incluyen las instrucciones de uso, además tiene incorporada una serie de casillas (macros) que facilitan el acceso a las otras páginas.

En la figura 48 se muestra la imagen del formato y contenido de dicha hoja.

CONTROLADOR DE PRODUCTIVIDAD			
Instrucciones Para implementar esta herramienta siga los siguientes pasos: 1 Elija el mes requerido en el botón correspondiente. 2 Ingrese la información (gastos e ingresos) 3 Guarde los cambios (Archivo- Guardar) 4 Click sobre el botón volver a inicio 5 Click sobre resultados para ver comportamiento 6 Si desea ver el flujo de efectivo de click en el boton datos			
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
RESULTADOS		DATOS	

Figura 48: Formato de hoja de inicio de la herramienta

Fuente: Elaboración propia

- Hoja de inserción de datos:** esta herramienta contiene 12 hojas de este tipo, una para cada mes del año, están diseñadas para que el usuario incorpore la información de los movimientos de gastos e ingresos, para ello el usuario debe acceder a la hoja de inicio e ingresar a la casilla correspondiente al mes en que se registró el movimiento, ya sea un gasto o ingreso. Para ingresar esta información la hoja tiene a disposición 3 columnas en las cuales se debe insertar una breve descripción del movimiento, la fecha de transacción y el monto correspondiente. En las figuras 49 y 50 se presenta el formato de estas hojas, parte 1 y 2 respectivamente.

- Hoja de flujo de efectivo:** esta hoja muestra el flujo de efectivo anual fraccionado en periodos mensuales, para lo cual se contempla la totalidad de gastos e ingresos ya que la misma incorpora la información de los movimientos registrados en las hojas de inserción de datos y a su vez, está complementada con una serie de gastos fijos que ya se tienen incluidos con anterioridad. En las figuras 51 y 52 se presenta el formato de estas hojas, parte 1 y 2 respectivamente.

DETALLE DE GASTOS DEL MES DE ENERO			
Desgloce de gastos por compra de herramientas	N° de factura o descripción de producto(s) adquirido(s)	Fecha de pago	Valor
Compra de herramienta 1			00.00
Compra de herramienta 2			00.00
Compra de herramienta 3			00.00
Compra de herramienta 4			00.00
Compra de herramienta 5			00.00
Compra de herramienta 6			00.00
Compra de herramienta 7			00.00
Compra de herramienta 8			00.00
Compra de herramienta 9			00.00
Compra de herramienta 10			00.00
Compra de herramienta 11			00.00
Compra de herramienta 12			00.00
Compra de herramienta 13			00.00
Compra de herramienta 14			00.00
Compra de herramienta 15			00.00
TOTAL			00.00
Desgloce de gastos por compra de materiales	N° de factura o descripción de producto(s) adquirido(s)	Fecha de pago	Valor
Compra de material 1			00.00
Compra de material 2			00.00
Compra de material 3			00.00
Compra de material 4			00.00
Compra de material 5			00.00
Compra de material 6			00.00
Compra de material 7			00.00
Compra de material 8			00.00
Compra de material 9			00.00
Compra de material 10			00.00
Compra de material 11			00.00
Compra de material 12			00.00
Compra de material 13			00.00
Compra de material 14			00.00
Compra de material 15			00.00
TOTAL			00.00
Desgloce de gastos por concepto de pagos de salario	Nombre de persona asalariada	Fecha de pago	Valor
Salario de Propietario			00.00
Salario de Asistente Adm.			00.00
Salario de Operario 1			00.00
Salario de Operario 2			00.00
TOTAL			00.00
Desgloce de gastos por pago de servicios públicos	Información a considerar(de ser necesario)	Fecha de pago	Valor
Agua			00.00
Electricidad			00.00
Teléfono			00.00
Internet			00.00
TOTAL			00.00

Figura 49: Formato de hoja de inserción de datos, parte 1 Formato de hoja de inserción de datos, parte 1

Fuente: Elaboración propia

DETALLE DE INGRESOS DEL MES DE ENERO							
Desglose de ingresos por prestación de servicios	N° de factura o descripción de proceso desarrollado	Fecha de pago	Valor	Desglose de otros ingresos	Descripción de ingreso	Fecha de pago	Valor
Ingresos por trabajo 1			00.00	Ingreso 1			00.00
Ingresos por trabajo 2			00.00	Ingreso 2			00.00
Ingresos por trabajo 3			00.00	Ingreso 3			00.00
Ingresos por trabajo 4			00.00	Ingreso 4			00.00
Ingresos por trabajo 5			00.00	Ingreso 5			00.00
Ingresos por trabajo 6			00.00	Ingreso 6			00.00
Ingresos por trabajo 7			00.00	Ingreso 7			00.00
Ingresos por trabajo 8			00.00	Ingreso 8			00.00
Ingresos por trabajo 9			00.00	Ingreso 9			00.00
Ingresos por trabajo 10			00.00	Ingreso 10			00.00
Ingresos por trabajo 11			00.00	Ingreso 11			00.00
Ingresos por trabajo 12			00.00	Ingreso 12			00.00
Ingresos por trabajo 13			00.00	Ingreso 13			00.00
Ingresos por trabajo 14			00.00	Ingreso 14			00.00
Ingresos por trabajo 15			00.00	Ingreso 15			00.00
TOTAL			00.00	TOTAL			00.00

VOLVER A INICIO

Figura 50: Formato de hoja de inserción de datos, parte 2
 Fuente: Elaboración propia

Desglose anual de insumos y resultados												
Detalle de gastos												
1. Recursos humanos	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.1 Salarios	€1,234,050	€1,399,889	€1,471,117	€1,572,872	€1,440,591	€1,471,117	€1,606,662	€1,552,521	€1,234,050	€1,471,117	€1,572,872	€1,440,591
1.2 Cargas sociales	€324,925	€368,591	€387,345	€414,137	€379,308	€387,345	€423,034	€408,779	€324,925	€387,345	€414,137	€379,308
1.3 Vacaciones	€47,500	€53,883	€56,625	€60,542	€55,450	€56,625	€61,842	€59,758	€47,500	€56,625	€60,542	€55,450
1.4 Días feriados	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600	€33,600
1.5 Aguinaldo	€102,838	€116,657	€122,593	€131,073	€120,049	€122,593	€133,889	€129,377	€102,838	€122,593	€131,073	€120,049
1.6 Cesantía	€54,628	€61,969	€65,122	€69,627	€63,771	€65,122	€71,123	€68,726	€54,628	€65,122	€69,627	€63,771
1.7 Póliza de seguros	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333	€25,333
Total	€1,822,874	€2,059,923	€2,161,736	€2,307,183	€2,118,102	€2,161,736	€2,355,483	€2,278,094	€1,822,874	€2,161,736	€2,307,183	€2,118,102
2. Recursos materiales	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
2.1 Herramienta y repuestos	€87,678	€55,425	€77,635	€157,598	€33,689	€26,431	€57,000	€86,715	€47,800	€77,635	€157,598	€33,689
2.2 Materia prima	€257,010	€376,583	€279,998	€167,843	€325,127	€210,748	€187,000	€53,000	€115,000	€279,998	€167,843	€325,127
Total	€344,688	€432,008	€357,633	€325,441	€358,816	€237,179	€244,000	€139,715	€162,800	€357,633	€325,441	€358,816
3. Servicios públicos	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
3.1 Electricidad	€40,000	€47,685	€52,687	€55,432	€61,847	€54,942	€57,200	€56,200	€42,300	€40,000	€47,685	€52,687
3.2 Agua	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000	€8,000
3.3 Teléfono	€10,000	€12,000	€10,500	€10,000	€7,800	€8,750	€11,500	€9,350	€10,400	€10,000	€12,000	€10,500
3.4 Basura	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000
3.5 Internet	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000	€12,000
Total	€82,000	€91,685	€95,187	€97,432	€101,647	€95,692	€100,700	€97,550	€84,700	€82,000	€91,685	€95,187

Figura 51: Formato de hoja del flujo de efectivo, parte 1

Fuente: Elaboración propia

4. Capital de trabajo	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
4.1 Maquinaria y herramientas	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859	€52,859
4.2 Edificio y terreno	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125	€174,125
4.3 Inventario de materiales	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617	€1,617
Total	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601	€228,601
5. Pagos tributarios y financieros	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
5.1 Bienes y muebles	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500	€10,500
5.2 Patente comercial	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500	€18,500
5.3 Limpieza de vías	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125	€7,125
5.4 Préstamos bancarios	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000	€755,000
Total	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125	€791,125
Detalle de ingresos												
6. Ingresos	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
6.1 Pago por prestación de servicios	€1,148,500	€1,770,000	€3,590,448	€1,994,000	€3,260,918	€2,644,200	€4,075,000	€4,282,000	€2,865,275	€1,770,000	€3,590,448	€1,994,000
6.2 Otros ingresos	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0
Total	€1,148,500	€1,770,000	€3,590,448	€1,994,000	€3,260,918	€2,644,200	€4,075,000	€4,282,000	€2,865,275	€1,770,000	€3,590,448	€1,994,000
Σ de gastos:	€3,269,288	€3,603,342	€3,634,282	€3,749,783	€3,598,291	€3,514,333	€3,719,909	€3,535,085	€3,090,100	€3,621,095	€3,744,036	€3,591,831
Σ de ingresos	€1,148,500	€1,770,000	€3,590,448	€1,994,000	€3,260,918	€2,644,200	€4,075,000	€4,282,000	€2,865,275	€1,770,000	€3,590,448	€1,994,000

Figura 52: Formato de hoja del flujo de efectivo, parte 2

Fuente: Elaboración propia

- **Hoja resultados:** en esta hoja se muestran los resultados obtenidos a partir de las cifras registradas en las hojas de inserción de datos.

Como parte de la información desplegada en esta hoja, se muestra una tabla que especifica la productividad total, en la cual considera la totalidad de insumos; así como la productividad parcial, que especifica los niveles productivos en las áreas de recursos humanos, recursos materiales, servicios públicos, capital de trabajo y pagos tributarios y financieros. En la figura 53 se observa el formato de dicha tabla.

Detalle de productividad total y parcial												
Productividad total	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Totalidad de insumos	0.35	0.49	0.99	0.53	0.91	0.75	1.10	1.21	0.93	0.49	0.96	0.56
Productividad parcial	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Recursos humanos	0.63	0.86	1.66	0.86	1.54	1.22	1.73	1.88	1.57	0.82	1.56	0.94
Recursos materiales	3.33	4.10	10.04	6.13	9.09	11.15	16.70	30.65	17.60	4.95	11.03	5.56
Servicios públicos	14.01	19.31	37.72	20.47	32.08	27.63	40.47	43.90	33.83	21.59	39.16	20.95
Capital de trabajo	5.02	7.74	15.71	8.72	14.26	11.57	17.83	18.73	12.53	7.74	15.71	8.72
Pagos tributarios y financieros	1.45	2.24	4.54	2.52	4.12	3.34	5.15	5.41	3.62	2.24	4.54	2.52

Figura 53: Formato de tabla de hoja de resultados

Fuente: Elaboración propia

La información desplegada en la tabla se complementa con la generación de dos graficas de series de tiempo que muestran el comportamiento productivo total y parcial. En las figuras 54 y 55 se muestran los formatos de gráfica de productividad parcial y total respectivamente.

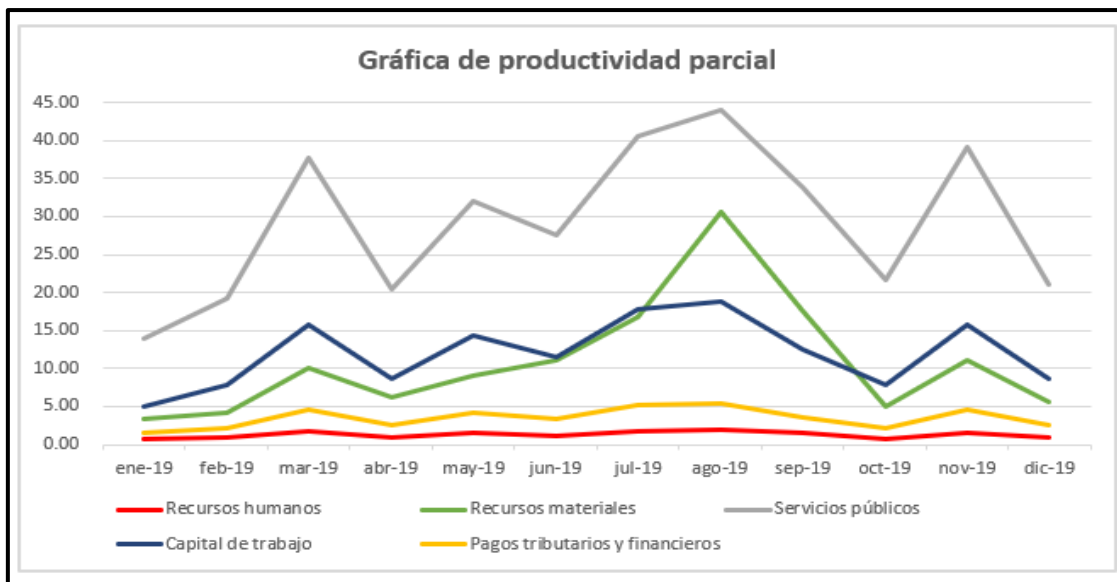


Figura 54: Formato de gráfica de productividad parcial

Fuente: Elaboración propia

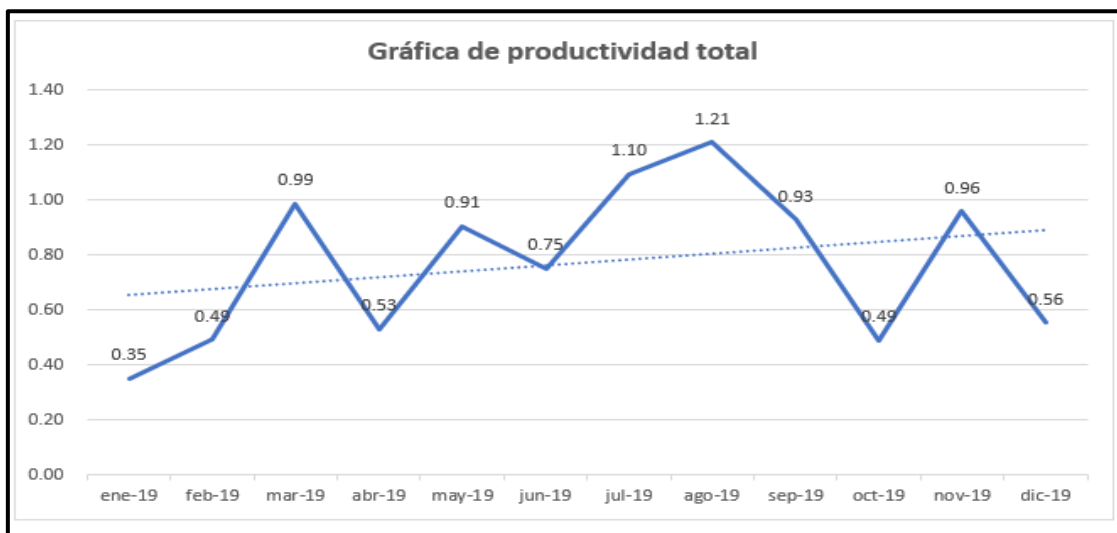


Figura 55: Formato de gráfica de productividad total

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de esta plantilla se prevé generar un control de la productividad con el objetivo de orientar al propietario en la toma de decisiones, considerando todas las áreas involucradas en el proceso. Para facilitar el uso de esta herramienta se creó un manual de usuario con las instrucciones pertinentes para aplicar el proceso de forma adecuada (ver apéndice 1).

5.5 EVALUACIÓN DE BENEFICIOS

Los siguientes apartados detallan los beneficios proyectados con la implementación de las propuestas de mejora.

5.5.1 Disminución de tiempos improductivos

- **Disminución de tiempos por desplazamientos:** con la implementación de la distribución de planta, se podrían disminuir considerablemente los desplazamientos entre maquinaria y mobiliario, ya que esta distribución propicia un acercamiento entre estos elementos. Actualmente estos tiempos de desplazamiento, contemplado el paro y reactivación de la máquina tardan alrededor de 1 minuto por cada ocasión (sin considerar el tiempo de búsqueda de la herramienta). Con la implementación de esta propuesta se reduciría dicho tiempo a 15 segundos, es decir, habría un ahorro de tiempo del 75% por cada desplazamiento.

Debido a la alta variedad de los trabajos que se realizan no hay un comportamiento estable de los desplazamientos que se efectúan al día, sin embargo, considerando el criterio del propietario, en todo trabajo se deben realizar como mínimo 1 desplazamiento por hora.

En la tabla 22 se ofrece el detalle comparativo entre el tiempo mínimo invertido, actualmente con respecto al tiempo que se tardaría aplicando la distribución de planta propuesta.

Tabla 22: Detalle de tiempo mínimo invertido en desplazamientos

Detalle de tiempo mínimo invertido en desplazamientos por mes			
Tiempo por cada operario con distribución de planta actual	Tiempo por cada operario con distribución de planta propuesta	Tiempo ahorrado por cada operario	Tiempo ahorrado por ambos operarios
6 horas con 58 minutos	52 minutos	6 horas con 6 minutos	12 horas con 12 minutos

Fuente: Elaboración propia

Esta información evidencia que la reducción de tiempos por desplazamientos equivale a más de 12 horas como mínimo. En relación con los salarios de los operarios, este tiempo equivale a un monto aproximado de ₡36,000.

- **Reducción de tiempos en búsqueda de herramienta:** con la aplicación de la metodología 5's, se agilizan los procesos de búsqueda y acceso a herramientas.

Como dato por recordar, durante el diagnóstico se demostró que ambos operarios conjuntamente tardaron más de 17 minutos en buscar y preparar una lista de herramientas dada. Dicha lista estaba conformada por 16 herramientas, lo que evidencia que en promedio se invierte 1 minuto de tiempo en la búsqueda de cada herramienta.

Según información suministrada por el propietario, al igual que en los desplazamientos, al menos se requiere acceder a herramientas 1 vez por hora. Con la implementación de esta metodología, el tiempo de búsqueda podría disminuir a 10 segundos por cada herramienta, lo que representa un ahorro de tiempo del 83% en la

búsqueda de cada herramienta.

En la tabla 23 se ofrece el detalle comparativo entre el tiempo mínimo invertido, actualmente con respecto al tiempo que se tardaría implementando la metodología 5's.

Tabla 23: Detalle de tiempo mínimo invertido en desplazamientos

Detalle de tiempo mínimo invertido en búsqueda de herramientas por mes			
Tiempo por cada operario sin implementación de 5's	Tiempo por cada operario sin implementación de 5's	Tiempo ahorrado por cada operario	Tiempo ahorrado por ambos operarios
6 horas con 58 minutos	35 minutos	6 horas con 23 minutos	12 horas con 46 minutos

Fuente: Elaboración propia

Esta información evidencia que la reducción de tiempos por búsqueda de herramienta equivale a más de 12,5 horas como mínimo. En relación con los salarios de los operarios, este tiempo equivale a un monto aproximado de ₡39,000.

- **Reducción de tiempos muertos por incumplimiento de horarios:** como parte de las medidas recomendadas para aplicar la etapa disciplina dentro la metodología 5's se sugiere controlar los tiempos de los empleados mediante la instalación de un reloj marcador de huella digital, con el fin de cumplir los tiempos establecidos.

Según se estableció en el capítulo anterior, al no existir un control permanente de tiempos, se presentan tiempos muertos que representan de 12 horas por mes, lo que equivale a un monto aproximado de ₡36,000 mensual.

5.5.2 Disminución de gastos

- **Reducción en consumo de servicios públicos:** al disminuir los tiempos de trabajo, por defecto se disminuyen los recursos energéticos, para obtener esta información se reduce el promedio de consumo energético de forma proporcional con la disminución de tiempos muertos.

El control realizado durante los 9 meses presentó un gasto promedio de ₡94,000 por pagos de servicios públicos, por lo tanto, con la implementación de la metodología 5's se tendrá una reducción aproximada de ₡9,000 mensuales.

- **Eliminación de pago por servicios para limpieza semanal de maquinaria:** previamente al desarrollo de este proyecto, el propietario contrataba los servicios de una persona externa que se encargaba de limpiar la maquinaria 1 día por semana, representaba un gasto de ₡40,000 mensuales. Con la implementación de estas propuestas se hace innecesario contratar ese servicio, por lo tanto, se ahorran dicho gasto.

- **Reducción de gastos por compra de herramientas:** como parte de los beneficios que se proyectan con la implementación de estas propuestas, se tendrá una mejoría considerable en el control de materiales y herramientas, con esto se evita la compra excesiva de materiales herramientas. Según los datos recabados durante los 9 meses, en promedio se gastan ₡289,000 colones mensuales por compra de herramienta y materiales, con la inclusión de estas propuestas se pretende reducir dicha inversión en un 10%, lo que representa un monto cercano a los ₡29,000 mensuales.

5.5.2 Inclusión de otros ingresos

- **Ingresos por venta de maquinaria obsoleta:** como parte de las medidas llevadas a cabo, se vendió la cepilladora mecánica, con la venta de este equipo se generó un ingreso de ₡800,000
- **Ingreso de dinero por venta de residuos sólidos de bronce y aluminio:** dentro de los procesos operativos que se implementan en la empresa, en muchos de ellos se deben mecanizar piezas de bronce y aluminio. Como parte de las propuestas de mejora, se asignaron recipientes para depositar los residuos de estos materiales.

Tanto el bronce como el aluminio son materiales que adquieren las empresas de fundición para su comercialización, por lo tanto, se recomienda su venta para generar ingresos. Las empresas que adquieren estos residuos pagan alrededor de ₡600 por el kilo de aluminio y ₡1,000 por el mismo peso en bronce.

Según lo detalla el propietario, como mínimo, en un mes se pueden generar alrededor de 5 kilos de bronce y 10 de aluminio. Esto representa un ingreso de ₡11,000 mensuales.

5.5.3 Evaluación de beneficios

- **Relación costo beneficio con implementación de propuestas de mejora:** La implementación de este proyecto implica realizar gastos una única vez, mientras que los beneficios están proyectados para verse reflejados constantemente en periodos mensuales. La tabla 24 se presenta el detalle de la relación costo beneficio de este

proyecto.

Tabla 24: Relación costo beneficio de propuestas de implementación

Costos de implementación		Beneficios de implementación	
Compra de pintura y accesorios	₡23,365	Disminución de tiempos en desplazamientos	₡36,000
Impresión de etiquetas	₡6,490	Disminución de tiempos en búsqueda de herramienta	₡39,000
Adquisición de zapatos de seguridad	₡43,392	Disminución de tiempos muertos por incumplimiento de horarios	₡36,000
Compra de reloj marcador	₡73,600	Reducción de consumos energéticos	₡9,000
		Eliminación de gastos por servicios de limpieza	₡40,000
		Reducción de gastos por compra de materiales	₡29,000
		Generación de ingresos por venta de residuos sólidos	₡11,000
COSTO TOTAL	₡146,847	BENEFICIO TOTAL	₡200,000

Fuente: Elaboración propia

Tal y como lo demuestra la tabla, la implementación de las propuestas planteadas presentan una baja inversión en relación con sus costos. Con base en esta información se puede considerar que la inversión se recuperaría con creces el primer mes, de manera que si se implementan estas propuestas de manera constante se podría proyectar un beneficio mínimo de ₡2, 400,000 cada año.

- Estimación de beneficios en relación con el problema planteado:** Para estimar el efecto de los beneficios en relación con el problema inicial (productividad ineficiente) se realizó una comparativa entre la productividad presentada en el periodo de evaluación y la misma productividad, incorporando los costos que se obtienen con la implementación de las propuestas. La figura 56 muestra un gráfico de barras, comparando los promedios productividad parcial de las áreas establecidas.

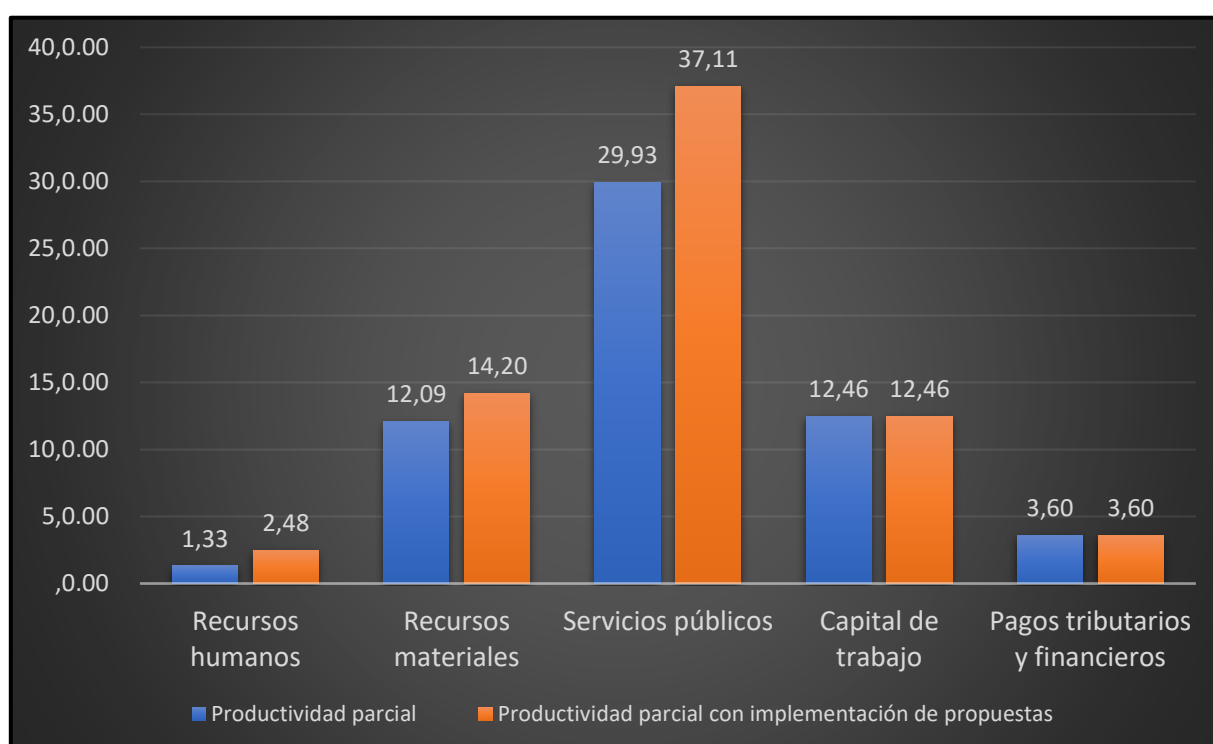


Figura 56: Promedios de productividad parcial versus promedios proyectados con implementación de mejoras

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se demuestra que la implementación de las propuestas de mejora tiene una influencia en la productividad parcial de las áreas de recursos humanos, recursos materiales y servicios públicos; esta situación se da en consecuencia a que dichas propuestas presentan acciones relacionadas directamente con el funcionamiento de estas áreas. En el caso de capital de trabajo y pagos tributarios, su productividad parcial se mantiene con el mismo valor, ya que

corresponden a costos fijos que no pueden ser reducidos.

Con respecto a la productividad total, en la figura 57 se observa un gráfico de series de tiempo que compara el comportamiento de la productividad total en relación con la implementación de las propuestas de mejora.

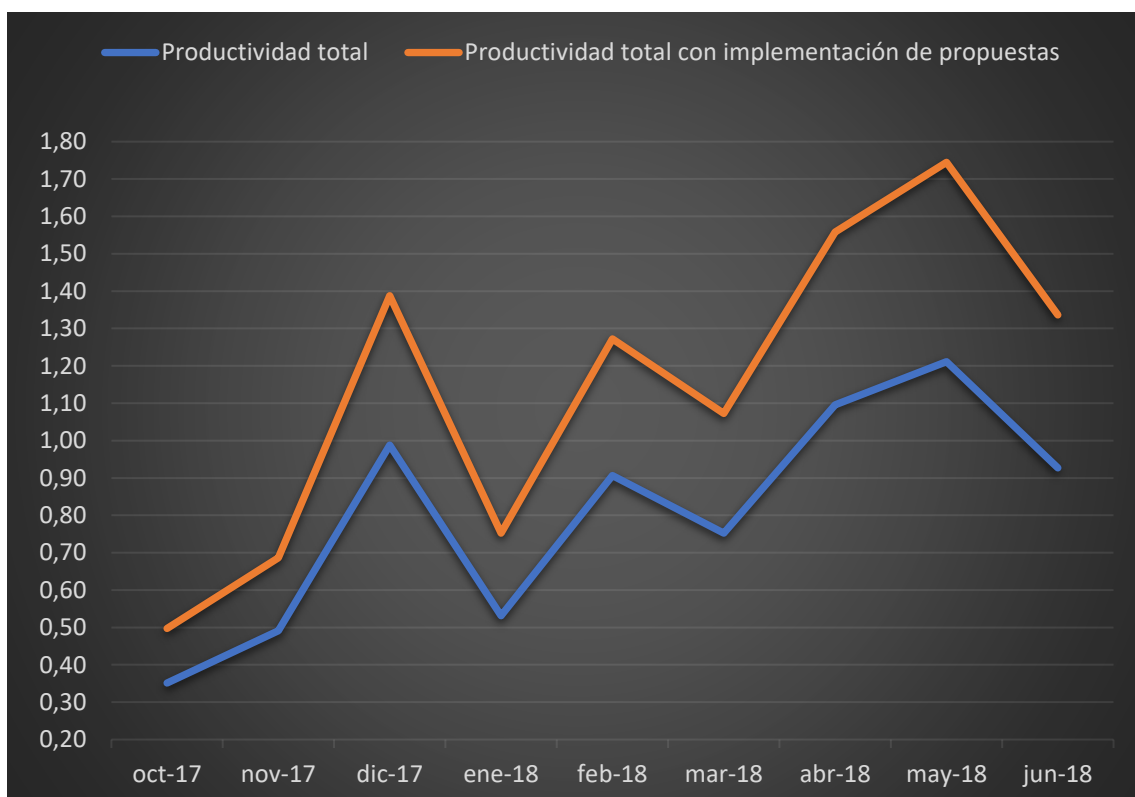


Figura 57: Productividad total versus productividad proyectada con implementación de mejoras

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se muestra una mejoría constante en todos los periodos, además se observa que en el control inicial se obtuvo productividad positiva en 2 de los 9 periodos registrados, mientras que la productividad proyectada con la implementación de propuestas presenta 6 periodos con productividad positiva, lo que representa un beneficio considerable.

Lo anterior evidencia que las propuestas de mejora inciden de manera positiva, tanto en la productividad total como en la productividad parcial.

CAPÍTULO 6
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto involucró la aplicación de una serie de herramientas ingenieriles orientadas a la obtención de resultados en el diagnóstico, análisis y mejora del problema planteado, producto de este trabajo se plasmaron los siguientes resultados:

- Se evidenció que la compañía está presentando una baja productividad, se logró mediante la implementación de un control de movimientos económicos, el cual arrojó datos que promediaron una productividad de 0,84, demostrando que la compañía no estaba siendo autosuficiente.
- Se determinó que el recurso humano es el área con menor productividad en la empresa, su productividad parcial representa un 1,32, siendo la menor las 5 áreas establecidas.
- En relación con la identificación de causas, se encontraron 5 causas críticas, esto se logró mediante la aplicación de la lluvia de ideas y la matriz de Vester respectivamente.
- Como plan de propuestas de mejora se estableció hacer uso de tres herramientas, las cuales fueron: la metodología 5's, distribución de planta mediante el sistema SLP y diseño de una matriz para control de productividad. Su elección se basó en aplicar herramientas dirigidas directamente a las causas críticas.
- Se implementó la metodología de la herramienta 5s, con lo cual se han obtenido

resultados positivos a corto plazo, sin embargo, esta metodología implica un desarrollo permanente, por lo tanto, se tendrá la oportunidad de obtener mayores resultados a largo plazo.

- Se aplicó una clasificación a los objetos que no están siendo utilizados en el taller, con lo cual se establecieron las acciones por realizar para cada objeto (vender, desechar o donar).
- Se ordenó el lugar de trabajo de forma estratégica, considerando un lugar fijo para cada objeto, la frecuencia del uso y sus características.
- Se diseñó una matriz para establecer un programa de limpieza periódica, en la cual se detallan las tareas por realizar, los periodos de ejecución y las personas responsables.
- Se diseñó una herramienta mediante la cual la empresa pueda medir el comportamiento de cada una de las etapas de la metodología 5's. Esta herramienta se efectuó en el software Excel, y tiene un funcionamiento simple y efectivo.
- Se diseñó una distribución de planta con el método SLP, considerando los espacios requeridos, los criterios de cercanía entre equipos, la relación de actividades y las características del espacio disponible.
- Se establecieron áreas para señalar la zona de tránsito de personas (pasillos).
- Se diseñó una herramienta para que la empresa pueda controlar sus movimientos económicos y a la vez, obtenga información respecto al comportamiento de la

productividad total y parcial. Esta herramienta se realizó en el software Excel y puede ser utilizado desde cualquier computadora.

- Como parte de los beneficios percibidos con las propuestas de implementación, se proyectó un ahorro mínimo de ₡200,000 mensuales, este monto podría aumentar según las condiciones del trabajo
- Se generó un ingreso de ₡800,000 por la venta de la máquina cepilladora mecánica, este equipo tenía varios años sin ser utilizada debido a que no se necesitaba contar con máquinas más eficientes.
- Se estableció un proceso para almacenar los residuos de bronce y aluminio con el objetivo de ser vendidos posteriormente, se proyecta que dicha venta generará un ingreso mínimo de ₡11,000
- Mediante la relación costo beneficio se determinó la viabilidad del proyecto, ya que se demostró que la inversión se recuperaría el primer mes.
- Se evidenció que las propuestas de mejora tienen un efecto directo sobre la productividad, para ello se realizó una comparativa entre la productividad presentada en el periodo de evaluación y la misma productividad, incorporando los costos que se obtienen con la implementación de las propuestas.

6.2 RECOMENDACIONES

En complemento con las conclusiones presentadas se señalan las siguientes recomendaciones:

- Establecer de una cultura de aseo diario, para lo cual se recomienda que los empleados detengan sus labores operativas 20 minutos antes de finalizar su jornada para realizar las actividades correspondientes al aseo.
- Pintar en el piso las líneas de demarcación para tránsito de personas (pasillos),
- Comprar papel auto adherible para imprimir las etiquetas requeridas.
- Acondicionar un panel que se tiene a disposición para colocar las herramientas de uso general y así establecer una ubicación fija mediante el dibujo de la silueta.
- Hacer una reunión con el personal laboral para crear conciencia e impulsar el cumplimiento de las normas de salud ocupacional.
- Equipar al personal operario con calzado de seguridad.
- Realizar reuniones periódicas para informar al personal los resultados suscitados con la implementación de la metodología 5´s.
- Adquirir e instalar un reloj marcador de huella digital para controlar que el personal empleado cumpla con los horarios establecidos.
- Establecer normas de limpieza correctiva al momento de suceder un acontecimiento imprevisto.
- Implementar auditorías internas que evalúen el desarrollo y continuidad de cada una de las etapas de la metodología 5´s.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Y. (2014). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las PYMES (Tesis inédita de maestría)*. Universidad Nacional de Colombia: Medellín.
- Bances, R. (2017). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay aceros S.A (Tesis inédita de Licenciatura)*. Universidad César Vallejo: Perú.
- Cordoba, F. (2012). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta (Tesis inédita de Licenciatura)*. Universidad Católica del Perú: Lima.
- Cruz, J. (2010). *Manual para la implementación sostenible de las 5s*. Santo Domingo: INFOTEP.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: Mc Graw Hill.
- Hay, E. (2003). *Justo a tiempo*. México: Editorial Norma.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Imai, M. (2001). *Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa*. México: Compañía Editorial Continental.
- Jones, D., & Womack, J. (2012). *Lean thinking*. Madrid: Grupo Planeta.
- Lange, K. (2001). *Análisis de modos y efectos de fallas potenciales*. México: AIAG.
- Liker, J., & Meier, D. (2008). *El talento Toyota*. México: McGraw Hill.
- Maldonado, G. (2008). *Herramientas y técnicas de Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo: México.

- Martí, J., & Torrubiano, J. (2013). *Lean Process: Mejorar los procesos para ser mas competitivos*. Madrid: OGallar Consulting.
- Muñoz, J. (2014). *Diagnóstico y propuestas de mejora en los procesos productivos de la empresa Distribuidora Cristal (Tesis inédita de Licenciatura)*. Universidad hispanoamericana: San José.
- Muñoz, K. (2014). *Estudio y desarrollo de propuestas para el mejoramiento del sistema de producción de la empresa LEOGAR S.A (Tesis inédita de Licenciatura)*. Universidad Hispanoamericana: San José.
- Murría, C., & García, F. (2010). *Excelencia en las operaciones: La mejora continua*. Valencia: LeanSis productividad.
- Núñez, J. (2015). *Mejora integral de los procesos de manufactura del area de molino de DEMASA división arroz para el aumento de la productividad (Tesis inédita de Licenciatura)*. Universidad Hispanoamericana: San José.
- Obando, V. (2012). *Evaluación y mejoramiento de la productividad en el taller de embalaje de la corporación venezolana de las guayanas de aluminios (Tesis inédita de Licenciatura)*. Universidad Hispanoamericana: San José.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso*. México: Editorial Norma.
- Sumanth, D. (1990). *Ingeniería y Administración de la productividad*. México: Mc Graw Hill.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing Guía básica*. México: Editorial Limusa.
- Zamora, L. (2012). *Evaluación y propuesta de mejora de los procesos de producción*

de la empresa Edificar (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana: Heredia.

APÉNDICES

Apéndice 1

Manual de Procedimientos de cómo utilizar el controlador de productividad

A continuación, se indica las instrucciones para implementar esta herramienta, para conseguirlo siga los siguientes pasos:

1. Elija el mes requerido en el botón correspondiente:

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

2. Ingrese la información (gastos e ingresos), según los datos que se soliciten:

DETALLE DE GASTOS DEL MES DE ENERO

Desglose de gastos por compra de herramientas	N° de factura o descripción de producto(s) adquirido(s)	Fecha de pago	Valor
Compra de herramienta 1			00,00
Compra de herramienta 2			00,00

Desglose de gastos por compra de materiales	N° de factura o descripción de producto(s) adquirido(s)	Fecha de pago	Valor
Compra de material 1			00,00
Compra de material 2			00,00

Desglose de gastos por concepto de pagos de salario	Nombre de persona asalariada	Fecha de pago	Valor
Salario de Propietario			€0,00
Salario de Asistente Adm.			€0,00

Desglose de gastos por pago de servicios públicos	Información a considerar(de ser necesario)	Fecha de pago	Valor
Agua			€0,00
Electricidad			€0,00

DETALLE DE INGRESOS DEL MES DE ENERO

Desglose de ingresos por prestación de servicios	Nº de factura o descripción de proceso desarrollado	Fecha de pago	Valor
Ingresos por trabajo 1			€0,00
Ingresos por trabajo 2			€0,00

Desglose de otros ingresos	Descripción de ingreso	Fecha de pago	Valor
Ingreso 1			€0,00
Ingreso 2			€0,00

3. Guarde los cambios (Archivo- Guardar)

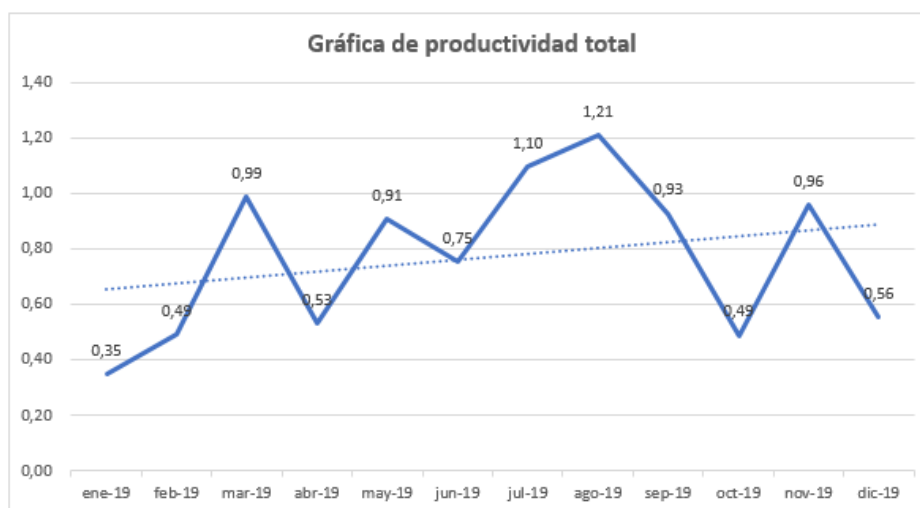
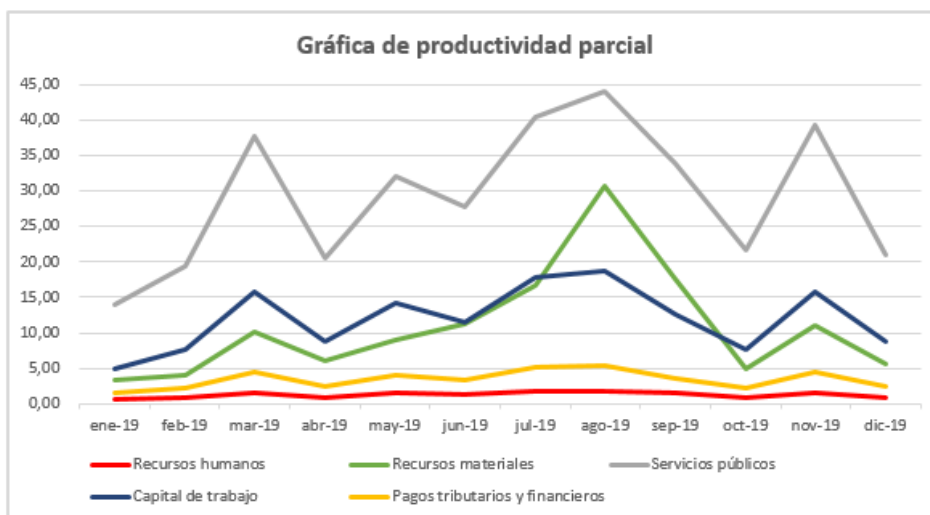
4. Click sobre el botón volver a inicio

VOLVER A INICIO

5. Click sobre resultados para ver comportamiento

RESULTADOS

Detalle de productividad total y parcial											
ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
0,35	0,49	0,99	0,53	0,91	0,75	1,10	1,21	0,93	0,49	0,96	0,56
ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
0,63	0,86	1,66	0,86	1,54	1,22	1,73	1,88	1,57	0,82	1,56	0,94
3,33	4,10	10,04	6,13	9,09	11,15	16,70	30,65	17,60	4,95	11,03	5,56
14,01	19,31	37,72	20,47	32,08	27,63	40,47	43,90	33,83	21,59	39,16	20,95
5,02	7,74	15,71	8,72	14,26	11,57	17,83	18,73	12,53	7,74	15,71	8,72
1,45	2,24	4,54	2,52	4,12	3,34	5,15	5,41	3,62	2,24	4,54	2,52



6. Si desea ver el flujo de efectivo de click en el botón datos

DATOS

Desglose anual de insumos y resultados												
Detalle de gastos												
1. Recursos humanos	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
1.1 Salarios	€1.234.050	€1.399.889	€1.471.117	€1.572.872	€1.440.591	€1.471.117	€1.606.662	€1.552.521	€1.234.050	€1.471.117	€1.572.872	€1.440.591
1.2 Cargas sociales	€324.925	€368.591	€387.345	€414.137	€379.308	€387.345	€423.034	€408.779	€324.925	€387.345	€414.137	€379.308
1.3 Vacaciones	€47.500	€53.883	€56.625	€60.542	€55.450	€56.625	€61.842	€59.758	€47.500	€56.625	€60.542	€55.450
1.4 Días feriados	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600	€33.600
1.5 Aguinaldo	€102.838	€116.657	€122.593	€131.073	€120.049	€122.593	€133.889	€129.377	€102.838	€122.593	€131.073	€120.049
1.6 Cesantía	€54.628	€61.969	€65.122	€69.627	€63.771	€65.122	€71.123	€68.726	€54.628	€65.122	€69.627	€63.771
1.7 Póliza de seguros	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333	€25.333
Total	€1.822.874	€2.059.923	€2.161.736	€2.307.183	€2.118.102	€2.161.736	€2.355.483	€2.278.094	€1.822.874	€2.161.736	€2.307.183	€2.118.102

Detalle de ingresos												
6. Ingresos	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
6.1 Pago por prestación de servicios	€1.148.500	€1.770.000	€3.590.448	€1.994.000	€3.260.918	€2.644.200	€4.075.000	€4.282.000	€2.865.275	€1.770.000	€3.590.448	€1.994.000
6.2 Otros ingresos	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0	€0
Total	€1.148.500	€1.770.000	€3.590.448	€1.994.000	€3.260.918	€2.644.200	€4.075.000	€4.282.000	€2.865.275	€1.770.000	€3.590.448	€1.994.000
Σ de gastos:	€3.269.288	€3.603.342	€3.634.282	€3.749.783	€3.598.291	€3.514.333	€3.719.909	€3.535.085	€3.090.100	€3.621.095	€3.744.036	€3.591.831
Σ de ingresos	€1.148.500	€1.770.000	€3.590.448	€1.994.000	€3.260.918	€2.644.200	€4.075.000	€4.282.000	€2.865.275	€1.770.000	€3.590.448	€1.994.000

GLOSARIO

- **Fresadora:** máquina herramienta utilizada para el mecanizado de piezas mecánicas con perfiles planos.
- **Matriz:** ordenación rectangular de elementos algebraicos que pueden sumarse y multiplicarse de varias maneras.
- **Mudas:** Desperdicios generados durante un proceso productivo.
- **Piñón:** rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas, ya sea en una transmisión directa por engranaje o indirecta a través de una cadena de transmisión o una correa de transmisión dentada.
- **Torno:** máquina herramienta utilizada para el mecanizado de piezas mecánicas con perfiles cilíndricos.

ANEXOS

Anexo 1

Project Charter

Datos administrativos		Revisión General	
Nombre de la iniciativa	Implementación de un plan de mejora para los procesos productivos del taller industrial tomas rojas durante el primer semestre del año 2018	Caso de Negocio:	Se espera que mediante este proyecto la empresa logre establecer una cultura de calidad ligada a un control detallado de sus procesos, esto con el fin de ordenar y controlar sus actividades para disminuir gastos y aumentar la productividad en general
Región	Zarcero (Costa Rica)	Problema:	Actualmente no se tiene control alguno en sus procesos, se denota la existencia de mucho desperdicio, lo cual está afectando la productividad en las diferentes actividades del taller.
Area de mejora	Procesos generales del taller	Metas:	Mejorar la productividad de las labores generales del taller
País	Costa Rica	Enfoque y alcance:	Para dicho proyecto no se cuenta con un presupuesto asignado, por lo tanto se trabajaran en propuestas que no generen gastos adicionales
Fecha de Inicio	06 de abril del 2018		
Fecha de Finalización	06 de agosto del 2018		
"Charter" aprobado por:	Ing. Héctor Ramírez Mora, M.Eng		
Equipo de Trabajo			
Sponsor	Taller Industrial Tomas Rojas		
Champion	Luis Rojas		
Owner Process	Luis Rojas		
Team member	César Zúñiga Vargas		
Fecha de Inicio	06 de abril del 2018		
Fecha de Finalización	06 de agosto del 2018		
"Charter" aprobado por:	Luis Rojas		

Anexo 2

Cronograma			Mes - semana : año 2018																				
Etapa de DMAIC		Actividad	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Definir	1	Realizar el Project charter	■	■																			
	2	Establecer cronograma del proceso			■																		
	3	Diseñar instrumento para diagnóstico				■																	
	4	Realizar diagnóstico					■																
	5	Hacer el mapeo del proceso						■	■														
	6	Definir variables y métricas del proceso						■	■														
Medir	7	Definir plan de recolección de datos								■	■	■											
	8	Recolectar información								■	■	■											
	9	Analizar datos									■	■	■										
Analizar	10	Identificar causas potenciales											■	■									
	11	Validar causas											■	■									
	12	Priorizar y seleccionar causas												■	■								
Mejorar	13	Definir acciones de mejora													■	■	■						
	14	Implementar acciones de mejora													■	■	■						
	15	Validar resultados de mejora													■	■	■						
Controlar	16	Estandarizar e integrar las mejoras																■	■				
	17	Definir mecanismos de control																■	■				
	18	Cierre de proyecto																■	■	■			

Anexo 3

Lista de posibles causas del problema

- 1 Cantidad excesiva de algunas herramientas con respecto al número requerido
- 2 El area de trabajo no es agradable
- 3 El jefe de taller se mantiene muy ocupado
- 4 El personal no aplica normas de salud y seguridad ocupacional de manera constante
- 5 El personal no practica normas de orden y limpieza
- 6 El propietario del taller se encuentra saturado de labores
- 7 El taller presenta un aspecto desordenado
- 8 En algunas ocasiones los operarios detienen sus labores por el uso del celular
- 9 En ocasiones se detienen las máquinas para evitar que personas externas se vean expuestas a chispas o virutas
- 10 Espacio acaparado por materiales y equipos que no se utilizan
- 11 Exposición a riesgos por ubicación cercana entre algunas máquinas
- 12 Incomodidad para desplazarse
- 13 Inconstancia para implementar medidas de mejora
- 14 La asistente administrativa cuenta con poco tiempo disponible para brindar apoyo
- 15 La oficina proyecta una imagen inadecuada
- 16 La ubicación de algunas máquinas impide que puedan ser operadas de manera cómoda
- 17 Las instalaciones no se presentan como un lugar agradable para trabajar
- 18 Llegadas tardías de operarios
- 19 Los operarios exceden sus tiempos de comida
- 20 Los operarios no son puntuales con sus hora de ingreso
- 21 Los operarios presentan limitaciones en ciertas labores técnicas.
- 22 Materiales que estorban para realizar trabajos
- 23 Mucho desorden
- 24 No existe un control sobre las herramientas y materiales existentes en el taller
- 25 No se contabiliza el dinero que ingresa
- 26 No se controla el ingreso de personas externas
- 27 No se controla la productividad de la compañía
- 28 No se cuidan las máquinas
- 29 No se tiene un control de los gastos e ingresos de dinero
- 30 No se tiene un espacio permanente designado para la ubicación de herramientas y materiales
- 31 No se tienen definidas las áreas para pasillos
- 32 Perdidas de herramienta
- 33 Perdidas de tiempo buscando herramienta
- 34 Perdidas de tiempo en paros de máquina
- 35 Por momentos se consume mucho tiempo en la búsqueda de herramientas
- 36 Se presentan desplazamientos continuos entre máquinas y mobiliario para acceder a herramientas y accesorios
- 37 Uso excesivo del celular

Anexo 4

HOJA DE CONTROL DE TIEMPOS

Control de hora de ingreso		
	Operario 1	Operario 2
Día 1	7:09 a. m.	7:10 a. m.
Día 2	7:11 a. m.	7:16 a. m.

Control de tiempo de desayuno				
	Operario 1		Operario 2	
	Hora de salida	Hora de llegada	Hora de salida	Hora de llegada
Día 1	9:00 a. m.	9:21 a. m.	9:00 a. m.	9:21 a. m.
Día 2	9:00 a. m.	9:25 a. m.	9:00 a. m.	9:25 a. m.

Anexo 5

HOJA DE CONTROL DE TIEMPOS EN BUSQUEDA DE HERRAMIENTA

Lista de herramientas:

Broca de centro n°6
 Fresa de 3/4" HSS
 Inserto trigón de desbaste
 Micrómetro 25-50 mm
 Indicador de carátula
 Fresa de carbide de 12 mm
 Broca Hss de 6.5 mm
 Lima plana de grano fino

Control de tiempo en búsqueda de herramienta

		Operario 1		Operario 2	
Duración	6 minutos	Completa (X)	11 minutos	Completa ()	Incompleta(X)
		Incompleta()		Incompleta(X)	

Anexo 6

CORPORACION COMERCIAL EL LAGAR S.A

02/09/2018 11:21:32AM

3-101-303248

Proforma

Sucursal: LAGAR DESAMPARADOS

Fecha: 02/09/2018

Proforma: 348,405

Vence: 04/09/2018

Tipo: Contado

Cliente: Cesar Zuñiga vargas

Vendedor: Telem Melvin Delgado Sanabria

Articulo	Nombre	Cantidad
7998213	BROCHA PROFESIONAL 3" CERDA MIX CAFÉ CHPTB08703 INGCO	3.00
6034002	PINTURA P/TRANSITO #407-100-06 AMARILLA GALON SUR	1.00
Total Líneas : 2		Subtotal: 20,676.99
Total Peso : 0.00 (KLF)		Descuento: 0.00
		Impuesto: 2,688.01
		Servicio: 0.00
		Total: 23,365.00

Anexo 7

Office DEPOT
.CO.CR

¡Bienvenido a Office Depot Costa Rica! [Iniciar sesión](#) / [Registrarse](#) | [Ubicar tienda](#)

Busca aquí los artículos que tú necesitas ...


[PAPEL](#) [OFICINA](#) [MUEBLES Y DECORACIÓN](#) [CÓMPUTO](#) [ELECTRÓNICA](#) [IMPRESIÓN](#) [ESCOLARES, ARTE Y DISEÑO](#) [VIAJES](#)

[Mi cuenta](#)

[/](#) [CATEGORÍA](#) / [TODAS](#) / [OFICINA](#) / [ETIQUETAS](#) / [PAPEL AUTOADHERIBLE](#) / [PAPEL AUTOADHERIBLE 50 HOJAS BLANCO 50H](#)

PAPEL AUTOADHERIBLE 50 HOJAS BLANCO 50H

★★★★★ / [Califica este producto](#)



Precio exclusivo por internet
₡6,490.⁰⁰

Cantidad:

Modelo: 704-75-111 SKU: 10942

VERIFICAR DISPONIBILIDAD

Ver disponibilidad en tienda

Mis listas de Compras

[Agregar este producto a mi lista](#)

Anexo 8



AGENTES DE MERCADOTECNIA AMECSA, S.A.
 Ced. Jur. 3-101-037902
 Tel. (506) 2231-0202
 Zona Industrial de Pavas
 San José, Costa Rica
 E-mail: amecsa@amecsa.cr
 http://www.amecsa.cr

Proforma
 N° SO013953

Fecha: 14-08-2018


Vendedor: Kattia Cordero Valverde

Dirección de facturación:

Taller Industrial Tomas Rojas
 Santa Elena de San Josecito de san Isidro de Heredia
 H
 Costa Rica

Dirección de envío:

Taller Industrial Tomas Rojas
 Santa Elena de San Josecito de san Isidro de Heredia
 H
 Costa Rica

Imagen	Cantidad	Código	Descripción	Impuestos	Precio unidad	%Desc.	Precio	Total
	3.00 Und(s)	BAH2500N39	[BAH2500N39] Calzado de Seguridad BAH2500N39 (FOX BR)	0 Sales Tax	12,800.000	0.00	€ 38,400.00	€ 38,400.00

								
ESTE ES UN DOCUMENTO DE PROFORMA, NO REPRESENTA UNA FACTURA FORMAL.								
							SUBTOTAL DESCUENTO IMP.VENTAS TOTAL	€ 38,400.00 € 0.00 € 4,992.00 € 43,392.00

Puede realizar transferencias o depósitos mediante las siguientes Cuentas Bancarias de AMECSA:

BANCO NACIONAL COLONES
 Cuenta: 100-01-600-003011-6
 CC: 1510641001308111

BANCO NACIONAL DÓLARES
 Cuenta: 100-02-600-003103-5
 CC: 15106410029001034

BAC COLONES
 Cuenta: 901112381
 CC: 10290004911-02013

BAC DÓLARES
 Cuenta: 40901-599
 CC: 10290004900-02995

Transferencias desde el extranjero

BANK OF AMERICA: MIAMI | Moneda: USD \$ Dólares Americanos

Credito a través de: BANK OF AMERICA: MIAMI

Cuenta: 19013-0502 (entre BAC San José y Bank of America) | No. ABA: 00000553 SWIFT BOFAUS33

Transferir a: BAC San José (entre Banco San José, S.A.) | SWIFT: BOPICR5J

Nombre de Beneficiario: AGENTES DE MERCADOTECNIA AMECSA, S.A. | Cuenta de Beneficiario:

300001599

CONFIRMACIONES: Para enviar confirmaciones de depósitos Correo: credito@amecsa-cr.com | Fax: (506) 2231-4271

Anexo 9

STEREN ESCAZU

SAN RAFAEL, TREJOS MONTEALEGRE 2
 ESCAZU
 SAN JOSE Costa Rica San Jose
 TEL: 2228-9129 FAX: 2228-9130
 escazu@steren.cr



Cotización: 1104390

Cliente : 950000

CLIENTE MOSTRADOR

SAN RAFAEL, TREJOS MONTEALEGRE 2 2

ESCAZU SAN JOSE SJ CR

Tel: Fax:

Vendedor: EDUARDO SANCHEZ

Fecha: martes, 14 de agosto de 2018

Email: escazu@steren.cr

Validez: martes, 21 de agosto de 2018

At'n a:

Teléfono:

Cons	Material	Descripción	Cant	Precio Unit	Importe
10	CLK-915	RELOJ CHECADOR DE HUELLA DIGITAL	1	65,132.74	65,132.74
20	MOV-125	BATERIA DE RESPALDO CIRCULAR ULTRADELGA	1	0.00	0.00

Subtotal:	¢65,132.74
IVA:	¢8,467.26
Total:	¢73,600.00

Nota: Estos precios estan sujetos a cambio sin previo aviso.

En espera de su pronta respuesta, quedamos a sus órdenes