

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
JOYAS PARA EL INCREMENTO DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN
EN UNA JOYERÍA DE LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

ALICIA STEFANY LOPEZ RODRIGUEZ

ASESOR

MARTHA ELINA TESÉN ARROYO

<https://orcid.org/0000-0002-4366-8516>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE JOYAS PARA EL INCREMENTO DEL
NIVEL DE PRODUCCIÓN EN UNA JOYERÍA DE
LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:

ALICIA STEFANY LOPEZ RODRIGUEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Joselito Sánchez Pérez

PRESIDENTE

Maximiliano Arroyo Ulloa

SECRETARIO

Martha Elina Tesén Arroyo

VOCAL

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada ante todo a Dios por protegerme y bendecirme en todo momento, durante toda mi vida universitaria y mi vida cotidiana.

A mis padres y hermana, los cuales se esforzaron por apoyarme desde un principio, por ser mi guía en cada paso que doy y mi motivo para ser mejor cada día.

Agradecimientos

Agradezco a la Mgtr. Ing. Vanessa Lizet Castro Delgado por apoyarme y guiarme durante el desarrollo de toda mi investigación.

A mis padres por siempre apoyarme, aconsejarme, preocuparse en todo momento. Gracias a su esfuerzo y sacrificio que han tenido en todos estos años.

A mi hermana por siempre preocuparse y apoyarme en la culminación de esta investigación.

A mis amigos dentro y fuera de la universidad, que me apoyaron con palabras de aliento y buenos consejos

Índice

Resumen	14
Abstract.....	15
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes del problema	18
2.2. Fundamentos Teóricos	23
2.2.1. Producción artesanal.....	23
2.2.2. Plata	23
2.2.3. Taller artesanal de un joyero.....	23
2.2.4. Tipo de talleres	23
2.2.4.1. Taller familiar	23
2.2.4.2. Taller con operarios	24
2.2.5. Proceso de producción	24
2.2.6. Indicadores de productividad.....	24
2.2.6.1. Productividad	24
2.2.6.2. Eficiencia de materia prima.....	25
2.2.6.3. Eficiencia económica.....	25
2.2.6.4. Productividad laboral.....	25
2.2.7. Diagrama de Proceso.....	25
2.2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
2.2.9. Metodología para realizar un diagnóstico en la empresa	26
2.2.9.1. Medición del trabajo.....	26
2.2.9.2. Estudio de trabajo.....	27
2.2.9.2.1. Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación	27
2.2.9.2.2. Procedimiento básico para el estudio del trabajo	27
2.2.10. Procesos productivos	28
2.2.10.1. Proceso de Modelado	28
2.2.10.2. Proceso de fundición	28
2.2.10.3. Proceso de estirado o laminado.....	29
2.2.10.4. Proceso de repujado y cincelado.....	29
2.2.10.5. Proceso de pulido.....	29
2.2.11. Estudio de tiempos	30
2.2.12. Técnica Microfusión	30
2.2.13. Fundición	30
III. RESULTADOS.....	31
3.1. Diagnóstico de situación actual de la empresa	31
3.1.1. La empresa	31
3.2. Descripción del sistema de producción	33
3.2.1. Productos.....	33
3.2.2. Materiales	35
3.2.2.1. Materia prima principal: Plata 950	35
3.2.2.2. Materiales Indirectos	36
3.2.3. Insumos.....	36

3.2.3.1.	Mano de obra	36
3.2.3.2.	Maquinaria y equipos.....	37
3.2.3.3.	Financieros	38
3.2.3.4.	Suministros	38
3.2.3.5.	Desperdicio	39
3.2.3.6.	Desechos	39
3.2.3.7.	Subproductos.....	39
3.2.3.8.	Resultados del cuestionario.....	39
3.2.4.	Proceso de producción	43
3.2.4.1.	Recepción de la materia prima	43
3.2.4.2.	Fundición	43
3.2.4.3.	Laminado.....	43
3.2.4.4.	Diseño y corte	44
3.2.4.5.	Soldado.....	45
3.2.4.6.	Decapado.....	45
3.2.4.7.	Enjuague y grabado.....	46
3.2.4.8.	Lijado	46
3.2.4.9.	Pulido	46
3.2.4.10.	Empaquetado.....	46
3.2.5.	Sistema de producción	47
3.2.6.	Análisis para el Proceso de Producción.....	47
3.2.6.1.	Diagrama de bloque.....	47
3.2.6.2.	Diagrama de flujo	48
3.2.6.3.	Diagrama de operaciones de proceso	48
3.2.6.4.	Cursograma Analítico del Proceso	50
3.2.6.5.	Diagrama de recorrido	52
3.2.6.6.	Diagrama bimanual:.....	54
3.2.7.	Indicadores Actuales de Producción y Productividad	56
3.2.7.1.	Producción de la sortija de plata 950	56
3.2.7.2.	Productividad: Materiales, mano de obra, económico	56
3.2.7.3.	Eficiencia.....	57
3.2.7.4.	Capacidad: Real, utilizada, ociosa.....	57
3.2.7.4.1.	Tiempo estándares.....	58
3.2.7.4.2.	Cuello de botella	58
3.2.7.5.	Tiempo ciclo actual	58
3.3.	Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas.....	59
3.3.1.	Causa I: Tiempos elevados de producción	59
3.3.2.	Causa II: Distribución inadecuada de las áreas de trabajo.....	62
3.4.	Desarrollo de propuestas en el sistema de producción	64
3.4.1.	Desarrollo de Mejoras	64
3.4.1.1.	Mejora I: Desarrollo de técnicas y actividades para mejorar los tiempos de producción.	64
3.4.1.1.1.	Implementación de técnica para mejorar la producción.....	64
3.4.1.1.2.	Realizar un programa de capacitación.....	74
I.	Objetivo.....	75
II.	Aspectos para la implementación	75
III.	Cursos para la capacitación	75
IV.	Cronograma de Capacitación	75
V.	Procedimiento del programa de capacitación:	76

3.4.1.1.3.	Propuesta para el cálculo de un tiempo estándar:	77
3.4.1.2.	Mejora II: Adecuada distribución de las áreas de trabajo	85
3.4.1.3.	Mejora III: Ordenamiento del ambiente de trabajo.	89
3.4.2.	Nuevos Indicadores de Producción y Productividad	92
3.4.3.	Cuadro comparativo de Indicadores	94
3.5.	Análisis costo- beneficio.....	95
3.5.1.	Proyección de ventas	95
3.5.2.	Beneficio de la propuesta	97
3.5.3.	Inversión en la propuesta.....	98
3.5.4.	Flujo de caja	103
3.5.5.	Relación costo-beneficio	106
3.6.	Planes de acción para la mejora	107
IV.	CONCLUSIONES.....	108
V.	RECOMENDACIONES.....	109
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
VII.	ANEXOS	112

Lista de tablas

Tabla 1. Instrumentos y técnicas de recolección de datos	26
Tabla 2. Demanda del "cliente fiel" (2016-2018).....	34
Tabla 3. Descripción de la sortija de compromiso de la joyería.....	35
Tabla 4. Tipo de Plata para joyas	35
Tabla 5. Materiales indirectos	36
Tabla 6. Personal en el área de Producción	36
Tabla 7. Materiales y herramientas en la joyería.....	37
Tabla 8. Equipos usados en la joyería	38
Tabla 9. Resumen de DOP actual.....	49
Tabla 10. Cuadro de datos para la elaboración del diagrama de operación	49
Tabla 11. Cuadro de datos para la elaboración del diagrama de operación	54
Tabla 12. Cuadro de problemas encontrados en la joyería.....	58
Tabla 13. Tiempo ciclo total de Sortija de compromiso Plata 950.....	58
Tabla 14. Cuadro de las causas encontrados en la joyería.....	59
Tabla 15. Demanda vs Producción de joyas de Plata 950 del 2016 - 2018.....	60
Tabla 16. Producción deseada para satisfacer la demanda	62
Tabla 17. Elección de la impresora 3D.....	65
Tabla 18. Insumos para el molde de silicona polimerizable.....	65
Tabla 19. Materiales para formar el molde.....	66
Tabla 20. Ficha técnica de la Silicona de elasticidad media + Catalizador.....	66
Tabla 21. Equipos a emplear en la nueva distribución del taller joyero.....	68
Tabla 22. Criterios de selección de una maquina Inyectora de cera.....	69
Tabla 23. Ficha técnica de la Inyectora de ceras	70
Tabla 24. Ficha técnica de soldadura de cera	70
Tabla 25. Criterio de selección de cilindro microfusión	71
Tabla 26. Cilindro perforado de acero refractario	71
Tabla 27. Selección de horno para microfusión	71
Tabla 28. Ficha técnica de un Horno de microfusión.....	72
Tabla 29. Selección de fundidora multifuncional.....	73
Tabla 30. Ficha técnica de Fundidora Multifuncional.....	73
Tabla 31. Elección de capacitadores en SST	74
Tabla 32. Elección de capacitadores en el armado del árbol de cera	74
Tabla 33. Programa de capacitación.....	75
Tabla 34. Cronograma Anual de Capacitación.....	76
Tabla 35. Procedimientos del programa de capacitación	76
Tabla 36. Factor de calificación según Sistema Westinghouse.....	77
Tabla 37. Nuevos tiempos por cada operación en la técnica micro fusión- sortija de compromiso	78
Tabla 38. Guía para realizar un molde de silicona polimerizable.	80
Tabla 39. Guía para realizar la inyección de cera en el molde	81
Tabla 40. Guía para realizar el montaje del árbol.....	82
Tabla 41. Guía para realizar el Revestimiento	83
Tabla 42. Guía para realizar el Quemado	84
Tabla 43. Áreas de trabajo.....	86
Tabla 44. Códigos según el tipo de producto	91
Tabla 45. Ejemplo de codificación de dijes.....	92
Tabla 46. Comparación de indicadores sin mejora y con la propuesta de mejora	94
Tabla 47. Proyección de ventas de sortijas de compromiso	96

Tabla 48. Incremento de unidades aplicando la propuesta.....	97
Tabla 49. Ingreso por venta	98
Tabla 50. Inversión de propuesta.....	99
Tabla 51. Selección de Mascarilla polvos/partículas.....	100
Tabla 52. Selección de Lentes de seguridad.....	100
Tabla 53. Selección Delantal	101
Tabla 54. Selección Guantes de cuero.....	101
Tabla 55. Costos de equipos de protección personal.....	102
Tabla 56. Costos de materiales de capacitación	102
Tabla 57. Maquinaria para la microfusion.....	102
Tabla 58. Costos de materiales para microfusion.....	103
Tabla 59. Costos de producción	104
Tabla 60. Flujo de caja de la propuesta	105
Tabla 61. Valor actual neto de ingresos y egresos	106
Tabla 62. Planes de acción para la mejora.....	107

Lista de gráficos

Gráfico 1. Organigrama de la empresa.....	31
Gráfico 2. Ventas de productos 2016-2018.....	33
Gráfico 3. Ventas de la Sortija de compromiso Plata 950.....	33
Gráfico 4. Grado de instrucción	39
Gráfico 5. Conocimiento para operar máquinas.....	40
Gráfico 6. Capacidad de operar otra máquina	40
Gráfico 7. Facilidad para encontrar materiales de trabajo.....	40
Gráfico 8. Mobiliario del taller permite realizar labores cómodamente.....	41
Gráfico 9. Capacitaciones recibidas	41
Gráfico 10. Necesidad de capacitación.....	41
Gráfico 11. Conocimiento de enfermedades ocupacionales.....	42
Gráfico 12. Utilización de equipo de protección personal en el área de lijado.	42
Gráfico 13. Utilización de equipo de protección personal en el área de fundido.....	42
Gráfico 14. Diagrama de bloques del proceso general de la sortija de compromiso de Plata 950	47
Gráfico 15. Proceso de Fabricación de la sortija de compromiso de Plata 950	48
Gráfico 16. Diagrama de Operaciones del proceso de una sortija de plata 950	50
Gráfico 17. Cursograma Analítico del Proceso de sortija de compromiso de Plata 950	51
Gráfico 18. Diagrama Bimanual Actual del cuello de botella- Laminado	55
Gráfico 19. Demanda vs Producción de joyas de Plata 950 del 2016-2018.....	61
Gráfico 20. Diagrama de Operaciones de la mejora de la sortija de compromiso 950 con Tiempo estándar	79
Gráfico 21. Matriz diagonal de análisis de cercanía.....	86
Gráfico 22. Diagrama de hilos.....	87
Lámina 5. Diagrama de recorrido de la empresa joyera- Mejora	
Gráfico 23. Diagrama de hilos	87
Gráfico 24. Disposición óptima de superficies según las restricciones.....	87
Gráfico 25. Proyección de la demanda.....	96

Lista de láminas

Lámina 1. Distribución del taller de la empresa joyera.....	12
Lámina 2. Diagrama de recorrido actual de la empresa joyera	53
Lámina 3. Diagrama de recorrido actual con obstáculos.....	63
Lámina 4. Molde de Silicona Polimerizable	67
Lámina 5. Diagrama de recorrido de la empresa joyera- Mejora.....	88
Lámina 6. Estante de fierro.....	90

Lista de imágenes

Imagen 1. Fundición de la Plata 950	43
Imagen 2. Artesano realizando la operación de laminado	44
Imagen 3. Corte con una segueta	45
Imagen 4. Artesano puliendo la sortija de compromiso	46

Lista de anexos

ANEXO 1. Ventas de los productos de la empresa joyera 2016-2018 (unidades).....	112
ANEXO 2. Cuestionario al taller de la empresa joyera.....	113
ANEXO 3. Número recomendado de ciclos de observación.	115
ANEXO 4. Muestra de estudio de tiempo	116
ANEXO 5. Producción deseada para satisfacer la demanda en la empresa joyera	117
ANEXO 6. Formato de Registro de Asistencia a Capacitaciones	118
ANEXO 7. Sistema Westinghose.....	119
ANEXO 8. Suplementos para el cálculo de tiempo estándar.	120
ANEXO 9. Cursograma Analítico del Proceso de Sortija de compromiso Plata 950- Mejora.....	121
ANEXO 10. Consumo de energía con la aplicación de mejora	122
ANEXO 11. Costo de Mano de Obra.....	123
ANEXO 12. Costos directos de producción.....	124

Resumen

La presente investigación se fundamentó en formular una mejora del proceso productivo en la empresa joyera que se encuentra ubicada en el la Provincia de Chiclayo, la cual se encarga del diseño, elaboración y comercialización de joyas de manera artesanal.

La empresa al no satisfacer la demanda de su producto, debido a la poca capacidad producción que tiene en su taller, presenta pérdidas elevadas, así como también problemas en su entorno laboral y distribución de áreas. Debido a esta problemática, se diagnosticó el sistema productivo actual de la joyería para luego presentar propuestas y así revertir dicha situación, como el implementar la técnica de microfusión o fundición a la cera perdida, mejorar la distribución de las áreas de trabajo y capacitar al personal. La implementación del sistema mejorara cuantiosamente la capacidad de producción mensual y el aprovechamiento en su totalidad la plata 950.

Con la investigación se concluyó que la producción de joyas se mejoró en 276 % al día con respecto a lo actual, el análisis costo-beneficio arrojó que por cada sol invertido se generará una ganancia de S/3,36 soles, la inversión de implementación es de 39'520,18 soles y el periodo de recuperación de inversión es de aproximadamente 10 meses y 3 días. Todo lo propuesto apunta al crecimiento y posicionamiento de la empresa en el mercado.

Palabras Clave: Microfusión, Producción, Distribución, Fundición, Joyería.

Abstract

This research is based on proposing an improvement of the production process in the jewelery company that is located in the department of Lambayeque, which is in charge of the design, elaboration and commercialization of jewelery in an artisanal way.

The company does not satisfy the demand for its product, due to the low production capacity it has in its workshop, presents high losses, as well as problems in its work environment and distribution of areas. Due to this problem, the current jewelry production system was diagnosed and then proposals were presented and thus reversed the situation, such as implementing the investment casting or investment casting technique, improving the distribution of work areas and training staff. . The implementation of this system will considerably improve the monthly production capacity and take full advantage of the 950 silver.

With the investigation it was concluded that the production of jewelry improved by 276% per day compared to the current situation, the cost-benefit analysis showed that for each sun invested a profit of S / 3.36 soles will be generated, the implementation investment It is 39.520.18 soles and the investment recovery period is approximately 10 months and 3 days. Everything proposed points to the growth and positioning of the company in the market.

Keywords: Microfusion, Production, Distribution, Foundry, Jewelry.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo de la joyería, existe una gran competitividad empresarial en la cual se ha transformado en un componente concluyente para muchas empresas joyeras, pues en un mundo con avances tecnológicos más modernos se observan cada vez más y superiores productos, beneficiando esto al consumidor final y requiriendo esfuerzos mayores por parte de las joyerías para poder contender en dicho mercado.

La ruta correcta para que un negocio o empresa crezca y aumente su rentabilidad es incrementando su nivel de productividad, es decir, aumentar en la producción por hora de trabajo.

Actualmente, en el mundo gran cantidad de las empresas buscan operar más efectivamente. Es por ello que dirigen sus esfuerzos al descenso de costos a través del perfeccionamiento de la productividad.

Al optimizar los adelantos tecnológicos, el comercio de las joyas aumento espectacularmente, de tal forma que las personas de cualquier status social alcancen acceder a variados modelos de las joyas más bellas.

En el Perú, la exportación de la joyería sumo 58,4 millones de dólares entre enero y agosto de este año, 10% más que igual periodo 2015, por la mayor demanda de Estados Unidos y la identificación de nuevos mercados [1].

Una de estas empresas que se encargan de producir y exportar estas joyas de oro y plata 950, está ubicada en la provincia de Chiclayo - Lambayeque, el cual cuenta con un registro en INDECOPI desde el año 2009. Sus productos son entregados con un certificado en donde cerciora la calidad de sus productos. Además, son elaboradas artesanalmente siguiendo un minucioso proceso de fabricación con un grupo de profesionales que se encargan de diversas técnicas como la fundición, laminado, lijado, entre otros. La joyería cuenta con tres tiendas ubicadas en la ciudad de Chiclayo.

La empresa en estudio trabaja bajo pedidos, cuenta con una variedad de productos, por ejemplo: aretes, pulseras, dijes, sortijas con diseño, sortijas de compromiso, aros o alianzas, collares, y cadenas, en donde dependen del modelo (diseño) de la joya para poder ver el tiempo en que se dedica el artesano en elaborarla.

Actualmente los artesanos trabajan 8 horas diarios por 6 días a la semana, hay ocasiones en donde sube la demanda y los artesanos tienen que trabajar horas extras, y esto debido a que, según el diseño de algunas joyas se requiere más tiempo de producción por los detalles que pueden tener, o por la cantidad de pedidos que les pueden solicitar a esta joyería.

La producción que tiene esta joyería es diaria, cuentan con clientes de diferentes lugares del país. Además, cuenta con un cliente que es una empresa que se encarga de tercerizar sus productos, al que de ahora en adelante lo llamaremos “cliente fiel”. Esta empresa hace pedidos a diferentes maestros artesanos para ser vendidos en su página web, hoy en día cuenta con más de 30 000 obras de artesanía de arte. El producto que es solicitada por este cliente fiel es la sortija de compromiso de Plata 950.

Según los registros que se obtuvieron la empresa joyera no ha cumplido con la demanda de este cliente fiel que le viene haciendo pedidos desde junio del 2016 y no han sido atendidos en su totalidad, teniendo una pérdida monetaria de casi S/ 1 100 495,00, este dinero podría aprovecharse por la empresa joyera para incrementar sus ingresos.

Frente a lo anteriormente descrito surge la pregunta ¿Mediante la propuesta de mejora del proceso de fabricación de joyas en una joyería del departamento de Lambayeque, se logrará incrementar la producción? Para resolver esta interrogante se plantea como objetivos: realizar un análisis de la situación actual del proceso productivo de la empresa para identificar el problema principal, luego de esto se procederá a hacer la propuesta de mejora y últimamente el análisis costo- beneficio de esta, para verificar la viabilidad de las soluciones planteadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Entre los numerosos estudios y bibliografía coherente con el tema: “PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE JOYAS PARA EL INCREMENTO DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN EN UNA JOYERÍA DE LAMBAYEQUE” tenemos:

Arroyo, Quezada y Vásquez. 2012. “Mejorando la Competitividad de la Pyme a través de la tecnología: Caso empresa N&P Atelier SAC”. Revista de ingeniería Industrial, Vol. 6, no. 1, pp. 14-19: Academia Journals.

Como sostienen los autores del artículo, el trabajo muestra las mejoras que se vienen dando como parte de la adquisición de tecnología para mejorar los procesos en la empresa N&P Atelier S.A.C. Dicha mejora conlleva al crecimiento cuantitativo y cualitativo (de las personas, del capital, etc.) y de todos aquellos que contribuyen a la mejora productiva de las empresas, como es el caso de FINCyT. ATEILER ha iniciado el uso del sistema CAD como herramienta de innovación que le permita optimizar el tizado y la reducción de mermas; y las primeras aplicaciones ha permitido obtener resultados alentadores al disminuir los costos del producto. El sistema adquirido es el plotter ALYS30 de la compañía LECTRA, con el objetivo de mejorar las impresiones de patrones y seriaciones en el desarrollo del producto a través de un trazador de alta velocidad de impresión. El plotter ha permitido mejorar los tiempos de desarrollo del producto reduciendo el tiempo de 16 horas a 8 horas, que a su vez tiene un impacto positivo en el aprovechamiento de la materia prima, como son las telas, cuyas mermas se han reducido al 15% (anteriormente eran del orden del 30%), y en el caso del modelo en estudio, los costos en los que se incurría anteriormente eran de 13,44 nuevos soles/prenda y comparado con los costos actuales de 11,55 nuevos soles/prenda representan una disminución de 250 nuevos soles por lote de 132 prendas [2].

El estudio en la empresa se ha basado en el análisis del conjunto de actividades que forman parte de la línea de proceso del área de tejido de punto para identificar los puntos que influyen negativamente en la productividad y permitió implementar acciones correctivas. Así mismo, se muestra el planteamiento de la perspectiva de la empresa en relación a su desarrollo tecnológico con factores competitivos, costos industriales, conflictos sociales y flexibilidad de producción [2].

Chacón, Ibarra, Ríos y Saucedo. 2012. “Programación pieza-molde-máquina en planeación de la producción”. Revista Científica *Ciencia UANL* vol. 15, no. 58, pp. 59-65: Universidad Nacional de Nuevo León.

En el estudio ya mencionado, realizaron una modelación representativa de un sistema real de manufactura mediante un programa entero lineal. El objetivo fue maximizar la ponderación de la demanda cumplida, considerando el tiempo disponible de máquina y respetando la compatibilidad de equipo. Debido a la complejidad del problema y la necesidad de obtener soluciones de manera rápida y sin costear programas especializados de optimización, se utilizó la heurística Búsqueda local iterativa (BLI). Finalmente se generaron resultados de “buena” calidad para instancias con pocas asignaciones potenciales de pieza-molde. El método de solución propuesto permitió cumplir un alto porcentaje de la demanda, al compararse con las cotas encontradas [3].

Juan, Ortiz, Alvarado, Arrijoja y Vásquez. 2015. “Metodología para la fabricación de Gages en una empresa automotriz”. Revista de ingeniería Industrial, Vol. 9, no. 1, pp. 15-32: Academia Journals.

Nos muestra la aplicación de una metodología que analiza dos alternativas para la obtención de un mejor aprovechamiento de los recursos: seguir comprando o empezar a fabricar un Gage para verificación de rutas de curvado y ensamble de dos productos que manufactura una empresa automotriz. La metodología propuesta utiliza la tecnología CAD/CAM y CNC, CAD para generar el diseño de la pieza en un entorno 3D con la ayuda de software Solidworks de acuerdo a las especificaciones y tolerancias por parte del cliente. CAM para generar toolpaths que den la forma deseada a la pieza, realizar una simulación virtual del maquinado, obtener factores del método y calcular los parámetros del proceso para optimizar el maquinado. El CNC para la ejecución del maquinado del Gage en una fresadora CNC. Los resultados muestran que, si la empresa decide aplicar la metodología propuesta, le generaría un ahorro de aproximadamente el 90% respecto al costo actual por compra del Gage con proveedor, y se obtendría una reducción de tiempo en la actividad de lanzar una nueva línea de producción [4].

Martinez, Lozada, Flores y Moras. 2012. “Aplicación de simulación y SLP en la empresa “La vieja molienda de Santa Maty” para mejorar la distribución de sus

componentes y el uso de los espacios”. Revista de ingeniería Industrial, Vol. 6, no. 1, pp. 29-50: Academia Journals.

Muestra la utilidad de la integración de dos técnicas como son la simulación y la distribución en planta, mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP). La empresa presenta problemas debido a que no tiene una organización efectiva en la planta, lo que provoca la mala utilización de los recursos y espacios disponibles, ocasionando pérdidas de tiempo y retrasos en el proceso productivo, factores que impiden el correcto desarrollo de la empresa. Al aplicar la mejora producían 91 toneladas por mes con un tiempo de 16,5 horas por día de trabajo, cuando antes se tenía una cantidad de 39 toneladas por mes en un tiempo de 15,5 horas por día de trabajo [5].

Sánchez, Sánchez, Sánchez, y Cruz. 2014. “Innovación y Productividad Manufacturera”. Artículo Científico vol. 9, no. 3: SciELO.

A través de su investigación, la innovación es una fuente de productividad y nuestros resultados así lo recogen en función de los estudios previos. Para ello, hemos estudiado datos a 1872 empresas de 20 industrias en 2010, mediante la estimación de un modelo de función de producción que explica los factores de innovación determinantes del valor añadido. Dicha función de producción incluye el efecto de los siguientes factores de innovación sobre la productividad en las empresas manufactureras españolas: actividades I+D, gastos I+D, patentes, innovaciones de producto, innovaciones de proceso, organización interna de la innovación, externalización de las actividades de I+D, financiación pública de los gastos de I+D y colaboración exterior de la innovación. Además, las innovaciones en el proceso permiten tener mejores herramientas para llevar a cabo la actividad. Así, ratificamos que dicho proceso innovador favorece la aplicación y producción de conocimiento necesario para la mejora de la productividad [6].

Vásquez Gervasi. 2015. “Mejora del Proceso en la fabricación de joyas de plata para el incremento de la productividad mediante la aplicación de la técnica de microfusión en la empresa Tendencia Perú E.I.R.L”. Tesis Doctoral: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

El autor aplico la técnica de microfusión en su investigación Mejora del Proceso en la fabricación de joyas de plata para el incremento de la productividad mediante la aplicación de la técnica de microfusión en la empresa Tendencia Perú E.I.R.L, elaboro

lotes de 20 sortijas, en donde requirió de 133 gr de Plata 950 como materia prima, obteniendo sortijas con un peso de 4,44 gr cada uno, y un desecho de plata de aproximadamente de 44,20 gr, el cual es reutilizable ya que todo ese se junta, por lo que no existe mermas. Además, nos dice el proceso puede producir diariamente 58,66 joyas/día. Por lo que, si se trabaja un turno de 8 horas al día, y 20 días al mes, podemos concluir que la capacidad real de producción es de 1 160 joyas/mes. Cuando antes de la mejora tenía una producción de 26,27 joyas/turno. Por lo que si hubo una mejora con respecto a su producción [7].

Muñoz y Sánchez. 2016. “El impacto de la impresión 3D en la joyería”. Revista Digital de la Facultad de Ingenierías Lámpsakos vol. 16, pp. 89-97: Universitaria Luis Amigó

Nos muestran que esta impresora 3D ha impactado en diferente sectores como ciencia, industria como el transporte particular en donde el LM3D Swin de Local Motors es un carro fabricado a base de la impresión 3D o también la moto eléctrica VOLTA que también se diseñó con esa tecnología haciendo que la empresa logre reducir aprox. el 30% de los costos de producción, alimentación en donde la comida es capaz de preparar alimentos a base de ingredientes frescos, en la orfebrería se fabricaron réplicas de la estatuilla original realizada en los años 20 para la ceremonia de la academia, entre otros. La aparición de la impresión 3D impacta el proceso de producción optimizando la productividad, la calidad en los detalles de la joya, vigorizando procesos de producción en serie y de joyería personalizada, accediendo la producción de diseños que a mano no se realizarían, entre muchas otras ventajas. Su aplicación tiene como resultado la gran variedad de piezas exactas de cera en la joyería con acabados que no podrían ser trabajados de manera artesanal, la materia prima que se usa debe ser capaz de derretirse para poder trabajar con la técnica de cera perdida [8].

Sharma, Kasana, Kumar, y Goel. 2013. “Analysis the Properties of Lost Wax Process and Its Use ability Exploring Possibilities”. Revista de ingeniería vol. 02, no. 02, pp. 32-35: International Journal of Engineering Science Invention.

A través de su investigación nos dan a conocer que el éxito en la producción de piezas de fundición de alta calidad en el metal de elección depende de la producción de patrones de alta calidad y ensambles de corredores. Como el material de patrón más utilizado, debido a su capacidad para ser moldeado en estados líquidos, semi plásticos o plásticos,

la cera es el componente clave. Si el patrón de cera es incorrecto, la fundición será incorrecta: se deduce que la elección correcta del tipo y producto de cera es fundamental. Una vez que se ha acordado una especificación, es esencial que el cumplimiento de los límites sea mantenido y respaldado por el proceso y el control de calidad. Este material se puede reciclar con importantes beneficios ambientales y económicos. El proceso implica devolver cera de autoclave de la fundición al fabricante de cera para su procesamiento [9].

Dev et al. 2015. "Overall Productivity Impairment in Casting Industry by Using Various Industrial Engineering Techniques". Revista de ingeniería vol. 04, no. 01, pp. 13-21: International Journal of Engineering Science Invention.

Nos da a conocer que la compañía donde realizan su investigación tiene un diseño inadecuado y movimientos no sistemáticos de hombre y material debido a los cuales el total de viajes la distancia en la disposición de la planta existente es de aproximadamente 188.5311 m, mediante el uso de la planificación de diseño sistemático (SLP), "forma de U" diseño de líneas, trabajo y estudio de movimiento en el nuevo diseño de la planta, la distancia aproximada se reduce a 92.7662 m por componente fabricación y despacho. Por lo tanto, la reducción total de la distancia es de 95.7649 m, lo que significa que la distancia al 49.2047% es reducido. Los problemas de almacenamiento se eliminan al proporcionar salas de almacenamiento y rechazo. Manejo de materiales e impropios los movimientos del material se evitan mediante el uso de transpaletas. Y también al proporcionar ventiladores turbo el rendimiento de los trabajadores pueden mejorar. Por lo tanto, tales problemas surgen en las industrias de pequeña escala se pueden minimizar mediante el uso de técnicas de ingeniería industrial [10].

Yelo Sánchez. 2014. "Proyección de la Tecnología en la Joyería". Investigación científica: Universidad Politécnica de Catalunya.

Con su investigación busca descubrir de que forma la tecnología puede facilitar el trabajo en el proceso de diseño y fabricación de joyas. Por ello se realizó un estudio con cuatro distintos procesos para la producción de joyas, una de ellas es el calado tradicional en donde la imagen inicial es un trazado a mano alzada, el material de trabajo a emplear es la plata, se necesita a un joyero para realizar el trabajo, el tiempo de joyero es de 100 minutos, es ideal para pieza única, y tiene un precio final de 38,00 € En el fresado en

metal blando la imagen inicial es un Archivo.cdr, el material de trabajo es un Peltre, en el taller es necesario un fresador, molde, fundidor y un joyero, el tiempo del joyero es de 20 minutos, es ideal para realizar una seriación de la joya, el precio final es 42,00 € En el calado con láser la imagen inicial es un Archivo.cdr, el material de trabajo es metacrilato, en el taller es necesario un láser, fundidor y joyero, el tiempo de joyero es de 25 minutos, este método es ideal para pieza única y/o seriación, el precio final es de 28,00 € Y por último la impresión 3D se necesita de un Archivo.stl, el material de trabajo es cera calcinable, en el taller es necesario tener un fundidor, impresión y el joyero, el tiempo de joyero es de 10 minutos, es ideal para pieza única y/o seriación, y tiene un precio final de 25,00 €[11].

2.2. Fundamentos Teóricos

2.2.1. Producción artesanal

Se realiza en forma manual y con poca o ninguna intervención de energía mecánica. La producción artesanal regularmente usa los recursos y materias locales, además en talleres familiares o comunitarios es en donde las actividades se llevan a cabo.

2.2.2. Plata

Elemento químico metálico, blanco, brillante, muy dúctil y maleable, excelente conductor de calor y electricidad, escaso en la corteza terrestre, y que se utiliza como catalizador, así como en la fabricación de herramientas y monedas, joyería, fotografía y odontología.

2.2.3. Taller artesanal de un joyero

Se explica que herramientas son usadas por el artesano son:

Armazón de sierra, Balanza, Cajón de joyero, Crisoles, Hileras, Motos de pulir y abrillantadas, Pinzas, Tenacillas, Tijeras, Soplete de fundir, Soplete de soldar.

2.2.4. Tipo de talleres

2.2.4.1. Taller familiar

Está integrado por familiares donde cada uno colabora a elaborar las joyas, está situado en el hogar, su producción es muy limitada y es hecho a mano toda la joya. Cuenta con las herramientas básicas como: pinzas, soplete y el cajón del joyero.

2.2.4.2. Taller con operarios

Conformado por cinco o seis trabajadores en donde el maestro es el dueño, se trabaja por obra, cuenta con mejor equipamiento (laminadoras, prensas, taladro eléctrico, motores para abrillantar, soplete de oxígeno, etc.). tiene una producción mayor hecho tanto manual como tecnológica, cuenta con su propio capital e impone sus precios a las joyas.

2.2.5. Proceso de producción

Conjunto de procedimientos propuestos a transformar una materia en producto terminado. Usualmente un proceso productivo se identifica con una línea o red de producción formada por un número dado de estaciones de trabajo y un tiempo predeterminado en cada una de ellas.

2.2.6. Indicadores de productividad

2.2.6.1. Productividad

El concepto de productividad es aplicable a una empresa industrial o de servicios, a una industria o al agregado de la economía. Es decir, nos indica cuánto producto generan los recursos utilizados en una actividad económica. Esta medida expresada como un índice permite ver cómo ha cambiado esa relación entre productos y recursos a través del tiempo, es decir, si se ha vuelto más eficiente o no la transformación de los recursos en el producto [7].

Si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto – insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

-) Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
-) Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
-) Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente

[7] La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Insumos}$$

2.2.6.2. Eficiencia de materia prima

Examina la relación entre el producto generado y la cantidad de un determinado insumo utilizado para la generación de este, se expresa en porcentaje [12].

$$\text{Eficiencia} = \text{Producción obtenida} / \text{entrada de materia prima}$$

2.2.6.3. Eficiencia económica

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta [12].

$$\text{Eficiencia económica} = \text{Ventas (ingresos)} / \text{Costos (Inversiones)}$$

2.2.6.4. Productividad laboral

Mide la relación entre la cantidad de trabajo en el proceso productivo y la producción obtenida, existen dos procedimientos para poder medirla [12].

$$\text{Producción media/ hora hombre} = \text{Producción} / \text{Horas hombre trabajadas.}$$

2.2.7. Diagrama de Proceso

Representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones [13].

2.2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se puede definir como el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, el proceso se realiza mediante un plan explícito y organizado con el fin de clasificar y frecuentemente cuantificar los datos disponibles en términos del concepto que el investigador tiene en mente [7].

Tabla 1. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Instrumentos	Técnicas
Diagrama de Operaciones de Proceso	Observación Directa
Guion de entrevistas	Entrevistas, encuestas
Diagrama Causa - Efecto	Tormenta de ideas

Fuente propia

2.2.9. Metodología para realizar un diagnóstico en la empresa

2.2.9.1. Medición del trabajo

[14] La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea, definida por el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo en condiciones normales es decir considerando un rendimiento preestablecido. Tiene como objetivos: Incrementar la eficiencia del trabajo y proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos de programación de la producción, supervisión, etc.

2.2.9.1.1. Importancia y necesidad de la medición del trabajo

[14] Esta importancia radica en la creciente necesidad de aprovechar mejor la mano de obra y reducir los costos de la producción, siendo necesaria para una mejor utilización de los recursos humanos y materiales. Al analizar los factores que conforman los costos industriales, se nota que además de las materias primas y los gastos de elaboración, juega un papel importante el costo de mano de obra, el supervisor siente la necesidad de saber si está empleando de manera eficiente el esfuerzo de los operadores y si cada una de las operaciones realizadas por éstos es ejecutado en el tiempo recto.

2.2.9.1.2. Desarrollo del estudio de tiempos y relación con la simplificación del trabajo

[14] Antes de hacer el estudio de tiempos se procede a analizar los movimientos empleados en la ejecución de una tarea, con el objetivo de eliminar aquellos que fueran innecesarios y ordenar los útiles, para así obtener la eficiencia máxima. Con el fin de simplificar el trabajo se puede hacer un análisis del mismo, que conduce a: eliminar todo trabajo innecesario, combinar las operaciones o sus elementos, cambiar la secuencia de operaciones, simplificar las operaciones.

2.2.9.2. Estudio de trabajo

2.2.9.2.1. Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación

[14]La expresión estudio de trabajo comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo. Estableciendo así que el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras. Mientras que por otro lado la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Por ello que el estudio de métodos y la medición de trabajo están, pues, estrechamente vinculados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio, la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con está, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada, tal como ha sido determinada por el estudio de métodos.

2.2.9.2.2. Procedimiento básico para el estudio del trabajo

Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo:

Seleccionar: El trabajo o proceso que se ha de estudiar.

Registrar: O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso.

Examinar: Los hechos registrados con ánimo crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace.

Establecer: El método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión.

Evaluar: Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.

Definir: El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método.

Implantar: El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general aceptada con el tiempo fijado.

Controlar: La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

2.2.10. Procesos productivos

2.2.10.1. Proceso de Modelado

Garantizar que, mediante la construcción del modelo, la construcción del molde se realice en las condiciones planificadas y cumpla con las especificaciones requeridas.

Las primordiales actividades son:

Preparar las herramientas, productos, útiles, y accesorios necesarios para el modelado.

Fabricar el prototipo en el material elegido (cera, metal): labrar, taladrar, pulir, afilar, soldar, serrar, lijar, esmerilar, etc. (En el caso de control numérico aplicado al modelado: programación de la máquina). Fabricación del molde individual (en caucho, silicona, ...).

Revisar las indicaciones o requisitos dados a través de Órdenes de Trabajo, Hojas de Diseño u otro soporte.

2.2.10.2. Proceso de fundición

Avalar que las piezas derivadas mediante fundición (a la cera perdida o micro fusión) se realizan en las condiciones planificadas que permitan el cumplimiento de las especificaciones requeridas.

Las principales actividades son:

Construcción y montaje del anillo de cera.

Preparación de revestimiento.

Construcción del molde del anillo.

Inyección de metal y fabricación de piezas de cera en serie.

Horneado o cocción de la cera (descere).

Conservación y mantenimiento de primer nivel de las máquinas y útiles utilizados.

Limpieza del material y útiles.

2.2.10.3. Proceso de estirado o laminado

Garantizar que la deformación del metal hasta convertirlo en un cilindro, hilo o lámina con unas características dimensionales determinadas se realiza en las condiciones planificadas que permitan el cumplimiento de las especificaciones requeridas.

Las principales actividades son:

Fundición del metal, mezcla del metal con ligas para obtener diferentes kilates y colores, recocido del metal o recocho, estirado o laminado del metal.

Seguir y medir este proceso a través de indicadores.

2.2.10.4. Proceso de repujado y cincelado

Garantizar que repujado y el cincelado (para dar al dibujo el realce y la forma adecuados) se realizan en las condiciones planificadas que permitan el cumplimiento de las especificaciones requeridas. Las principales actividades son:

Fijar la pieza a la superficie, calentar la pieza para ablandar, recubrir la pieza con pez rubia o material adecuado para amortiguar los golpes, trabajar la pieza con cincel o punzón.

Seguir y medir este proceso a través de sus indicadores.

2.2.10.5. Proceso de pulido

Garantizar que el pulido se realiza en las condiciones planificadas que permitan acatar las especificaciones establecidas (especialmente en cuanto a aspectos dimensionales, visuales y táctiles).

Las principales actividades son:

Preparación del equipo o máquina necesaria para el pulido (impregnación de los cepillos de la máquina con pasta abrasiva adecuada según el nivel de pulido deseado, llenado y preparación de los bombos con material adecuado según el nivel de pulido deseado -arena, piezas de porcelana, bolas metálicas, etc.-, preparación del baño para electropulido, etc.)

Introducción de la pieza en la máquina, bombo, baño de electropulido, etc.

Electropulido, pulido magnético, pulido de planos, pulido manual, pulido mecánico con vibradora, bombo, turbo, etc.

Desengrase.

2.2.11. Estudio de tiempos

Medio o instrumento necesario para el funcionamiento eficaz de los negocios. El estudio de tiempos es una técnica mediante la cual se determina el tiempo requerido por una persona calificada y debidamente entrenada para ejecutar la operación por medio de un método específico mientras trabaja a un ritmo normal, con la finalidad de determinar el tiempo fijo para ejecutar un trabajo [7].

2.2.12. Técnica Microfusión

Proceso más común para reproducir piezas de joyería. En todo taller artesanal es habitual realizar piezas, en cera u otros materiales, con la finalidad de transformarlas en oro o en plata. Se podría decir que el proceso en sí es una fundición a la cera perdida. Consiste en obtener diversas ceras a partir de un mismo modelo e introducir las conjuntamente en un molde de revestimiento capaz de aguantar altas temperaturas. Una vez en el interior de este revestimiento, se elimina la cera mediante calor y se introduce el metal en el espacio dejado por la cera. [15]

2.2.13. Fundición

Todo proceso de fundición consiste en fundir un metal e introducirlo en una cavidad donde se solidificará. Tras eliminar la cera, tan sólo habrá que fundir el metal e introducirlo en el espacio dejado por ésta. [15]

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de situación actual de la empresa

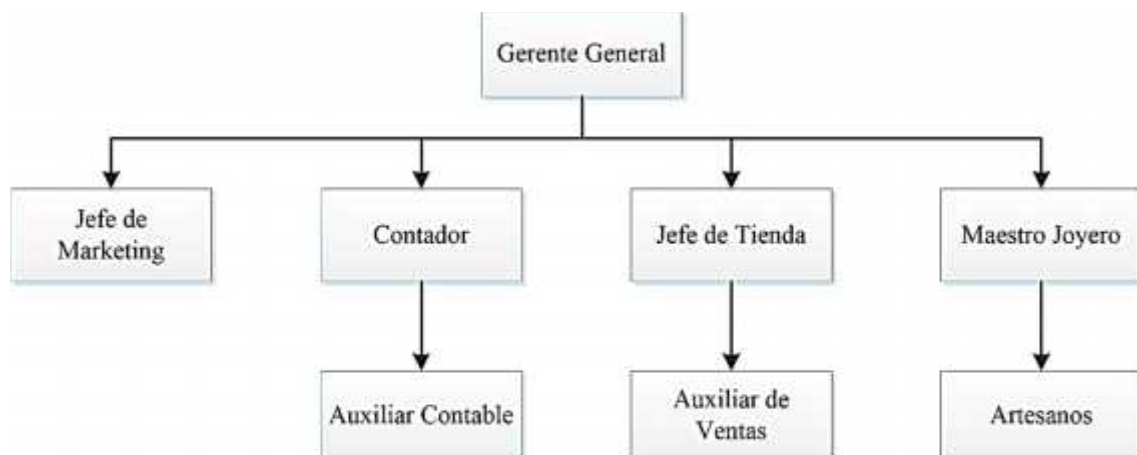
3.1.1. La empresa

La compañía joyera es una empresa familiar, registrada en INDECOPI desde el año 2009 ubicada en la ciudad y provincia de Chiclayo en el departamento de Lambayeque.

La empresa ha obtenido varios reconocimientos en su poco tiempo de vida, los cuales motivan e impulsan a ser cada vez más competitivos, entre ellos se tienen: el premio “Primero los clientes” – en la categoría “Ejecución de Garantías” otorgado por el INDECOPI 2014; premio “Patronado Plata del Perú” –categoría Joyería 2013; primera joyería en el departamento de Lambayeque con la autorización de la Marca Perú, entre otros. La empresa se encuentra dentro de la clasificación económica de la industria en el sector secundario o manufacturero, sub sector metalúrgico – orfebre.

En el gráfico 1, se muestra la estructura orgánica de la empresa, en el que la gerente general es una de las propietarias de la empresa.

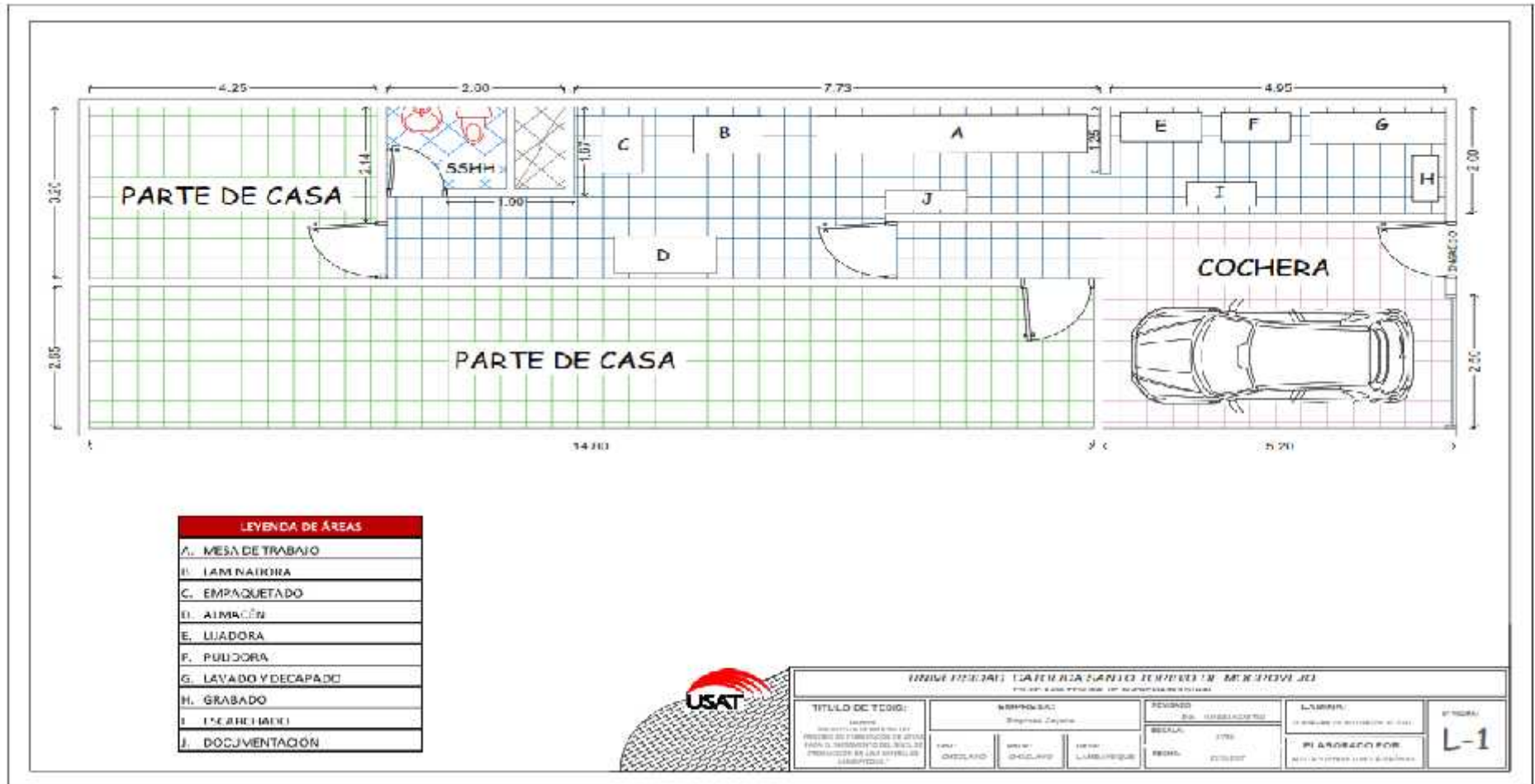
Gráfico 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Empresa joyera

Cabe mencionar que la empresa cuenta con 3 tiendas ubicadas en diferentes partes de la ciudad de Chiclayo y un taller en donde se encargan de fabricar las joyas que ofrece la empresa joyera. Este último tiene un área de 23,43 m², así como se muestra en la siguiente lámina.

Lámina 1. Distribución del taller de la empresa joyera



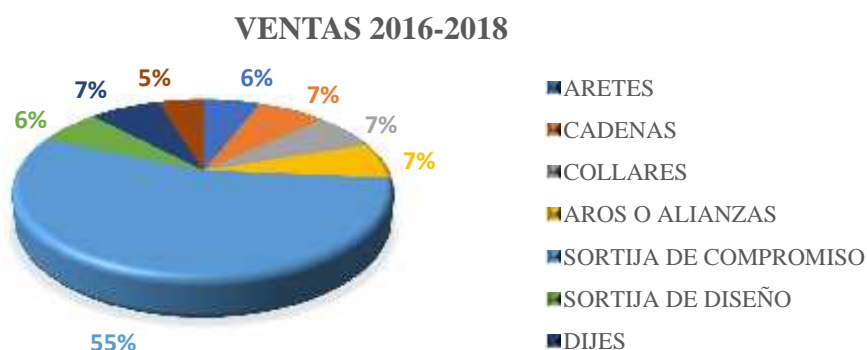
Fuente: Propia

3.2. Descripción del sistema de producción

3.2.1. Productos

La empresa cuenta con una amplia línea de joyas finas elaboradas de Oro y Plata 950 (cadenas, aretes, pulseras, dijes, sortija de diseño, sortijas de compromiso, aros o alianzas y collares), en donde sus diferentes modelos cuentan con diseños exclusivos que son acorde a la tendencia actual y contemporánea. Además de contar con un cliente que todos los meses les hace pedidos de sortijas de compromiso, al cual denominaremos “cliente fiel”.

Gráfico 2. Ventas de productos 2016-2018

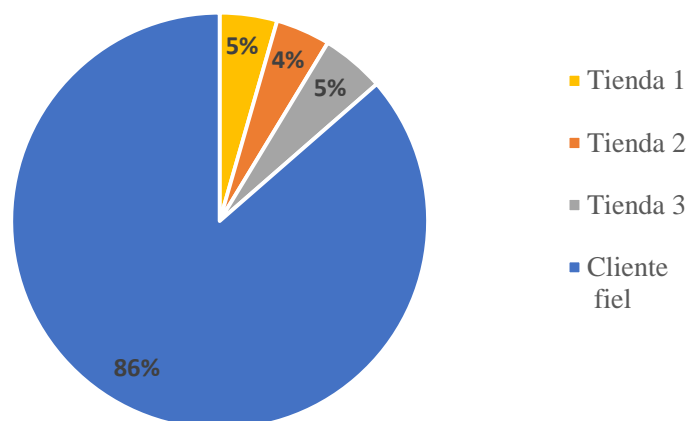


Fuente: Propia

En el gráfico 2, se muestran la variedad de productos vendidos durante junio del 2016 e incluidas las ventas realizadas hasta febrero 2018, en el cual se muestra que al producto estrella en la empresa joyera son las sortijas de compromiso con un 55% de las ventas totales.

Gráfico 3. Ventas de la Sortija de compromiso Plata 950

VENTAS SORTIJA DE COMPROMISO PLATA 950



Fuente: Propia

En el gráfico 3 se estima lo que representa el cliente fiel dentro de las ventas de la empresa en referencia a las sortijas de compromiso, siendo este un 86% de las ventas totales de sortijas de compromiso. Convirtiéndose así en un gran cliente con una demanda cada vez más alta. (Ver Anexo 1)

Como se puede ver en la tabla 2, desde junio del 2016 hasta febrero del 2018 en todos estos meses la empresa joyera no cumple con la demanda que le solicita su cliente fiel, siendo un total de 13 298 unidades sin ser vendidas.

Tabla 2. Demanda del "cliente fiel" (2016-2018)

Mes	Producción Mensual (und)	Demanda Mensual (und)	Variación (und)
jun-16	339	990	651
jul-16	325	1 005	680
ago-16	316	979	663
sep-16	326	990	664
oct-16	320	980	660
nov-16	334	990	656
dic-16	326	975	649
ene-17	322	985	663
feb-17	315	990	675
mar-17	312	980	668
abr-17	326	895	569
may-17	332	1 010	678
jun-17	323	976	653
jul-17	339	855	516
ago-17	331	894	563
sep-17	331	940	609
oct-17	319	930	611
nov-17	329	943	614
dic-17	316	954	638
ene-18	338	939	601
feb-18	334	951	617
TOTAL	6 853	20 151	13 298

Fuente: Propia

Es por ello que viendo el historial de ventas que se han realizado en los últimos meses se decidió realizar la investigación enfocándonos en la sortija de compromiso Plata 950, para lograr satisfacer la demanda del cliente fiel.

Tabla 3. Descripción de la sortija de compromiso de la joyería

Nombre del diseño	Sortija de compromiso
	CARACTERISTICAS
	Material
	Plata 950
	Peso
	4,19 g
Color	
Plata	

Fuente: Propia

3.2.2. Materiales

3.2.2.1. Materia prima principal: Plata 950

La Plata 950 constituye la materia prima principal para la elaboración de joyas, es una aleación de 95% de plata con 5% de cobre. Es la plata más pura que se encuentra en el mercado de la joyería, ideal para montar piedras preciosas o semipreciosas, altos relieves y rellenos en joyería de lujo.

En la siguiente tabla 4 se puede apreciar la aleación estandarizada según el tipo de plata que se utiliza.

Tabla 4. Tipo de Plata para joyas

Material	Característica
Plata	Aleación (para 100 g de plata)
Plata 950	95 g plata pura
	5 g cobre
Plata 925	92,5 g plata pura
	7,5 g de cobre

Fuente: Propia

3.2.2.2. Materiales Indirectos

Dentro de esta clasificación de materiales se tienen:

Tabla 5. Materiales indirectos

N°	Materiales indirectos
1	Aleación de plata y latón para soldar de punto de fusión medio.
2	Ácido sulfúrico al 10%
3	Bicarbonato de sodio
4	Lija de fierro #12
5	Pasta para pulir la plata
6	Cera para lubricar la segueta
7	Jabón en polvo
8	Empaque
9	Piedra Natural de 1 cm aprox. de diámetro

Fuente: Empresa joyera

Así mismo, también corresponde el respectivo certificado de calidad de la joya, en donde comunica al cliente de que el producto que adquirió es de buena calidad.

3.2.3. Insumos

3.2.3.1. Mano de obra

La mano de obra (artesanos), para poder realizar la producción de las joyas, es de crucial importancia, la empresa cuenta con 3 operarios en el área de producción, cuya jornada laboral es de 8 horas diarias y 6 días a la semana, cuentan con todos los beneficios establecidos de acuerdo a la ley.

Dos de ellos cuentan con estudios técnicos y el otro artesano cuenta solo con estudios secundarios, y no cuentan con una continua capacitación, la experiencia adquirida por estos artesanos ha sido en base a enseñanzas que le brindaron sus padres (artesanos).

En la tabla 6 se muestra el personal que se encuentra en el área de producción.

Tabla 6. Personal en el área de Producción

Puesto	Sexo	Edad	Nivel de estudios	Tiempo trabajando en la empresa(años)
Maestro joyero	Masculino	65	Técnico	35
Artesano 1	Masculino	46	Técnico	18
Artesano 2	Masculino	32	Secundaria	10

Fuente: Empresa joyera

3.2.3.2. Maquinaria y equipos

El taller cuenta con un mobiliario reducido para su trabajo, pero con equipos y herramientas adecuados que les ayuda con el proceso de producción de las joyas artesanales.

En la siguiente tabla se presentan las herramientas utilizadas en de producción de las joyas. Cabe indicar que cada mesa de trabajo cuenta con sus herramientas para mejorar el rendimiento del artesano. El estado de cada herramienta varía de acuerdo al uso que se le da.

Tabla 7. Materiales y herramientas en la joyería

N°	Materiales y herramientas	Tiempo de uso	Estado actual		Cantidad (und)
			Bueno	Deteriorado	
1	Anteojos de seguridad	7 meses	X		3
2	Anillera para la elaboración de anillos (medición del dedo)	3 años	X		5
3	Arco para segueta	1 año, 6 meses		X	5
4	Astillera (Corta y lima la plata)	1 año	X		5
5	Base vertical(lingotera)	2 años	X		2
6	Cepillo de limpieza	1 año		X	2
7	Cilindros de acero inoxidable	4 años	X		4
8	Crisol de fundición	1 año		X	5
9	Cuchara para inversión de metal	3 años	X		5
10	Espátula para mezclar	3 años	X		5
11	Guantes para fundición	7 meses	X		3
12	Martillo pequeño de 32 cm de largo, con cabeza de bola	3 años	X		5
13	Martillo de madera	3 años	X		5
14	Mesa de madera del joyero	5 años		X	5
15	Mesa para máquina de fundición	5 años		X	5
16	Pinza de relojero de punta fina	5 años	X		5
17	Pinza de punta plana	3 años	X		5
18	Pinza de punta redonda de 4 3/4"	3 años	X		5
19	Recipiente de metal para enfriar en agua de piezas calientes	1 año	X		2
20	Recipiente graduado	1 año	X		1
21	Tijeras para cortar metal de 20 y 10 cm de largo	1 año 6 meses	X		5
22	Varillas agitadores	2 años	X		5

Fuente: Empresa joyera

En la tabla 8 se describe el estado en el que se encuentran los equipos que usa la empresa joyera, por ejemplo, debido al mantenimiento que le dan a la laminadora esta se encuentra en buen estado, de igual manera con la máquina de grabado la cual solo es utilizada para poner el número de la pureza del metal o si el cliente quiere que agreguen en la parte interna grabado, el fuelle para fundir ha sido adquirido hace aproximadamente un año por lo que su estado es bueno.

Tabla 8. Equipos usados en la joyería

N°	Equipos	Tiempo de uso	Estado actual		Cantidad (und)
			Bueno	Deteriorado	
1	Pulidora	6 años		X	1
2	Laminadora	6 años	X		2
3	Taladro de mano para orificios en metal	5 años		X	5
4	Fuelle para fundir	1 año	X		5
5	Máquina de Grabado	3 años	X		1
6	Lijadora	5 años		X	1

Fuente: Empresa joyera

La pulidora, taladro de mano y la lijadora, son equipos que se utilizan en todo momento, por lo que su estado se encuentra deteriorado.

3.2.3.3.Financieros

La empresa actualmente se encuentra realizando sus ventas en el interior del país sus diferentes productos, y también a su “cliente fiel” la sortija de compromiso Plata 950. En el año 2016 hasta febrero del 2018, la empresa joyera no ha podido cubrir la demanda de las sortijas de compromiso 950 a su “Cliente Fiel”.

Actualmente el dueño de la joyería está en una búsqueda de mejorar su producción, con el fin de poder optimar el proceso y reducir los tiempos improductivos. Por lo que se desea minimizar costos innecesarios y usarlo para la ejecución de mejoras.

3.2.3.4.Suministros

En cuanto a su principal suministro es la gasolina, que alimenta el fuelle para fundir, asimismo se utiliza la electricidad, proveniente de la empresa Electro Norte (Chiclayo), para el pulido y la máquina de grabado.

3.2.3.5.Desperdicio

La empresa cuenta con cantidades pequeñas de desperdicios de Plata 950, por ejemplo, en la etapa de corte se obtiene aproximadamente 0,35 g, estos residuos son guardados para volver a ser fundido, también existe cantidades de agua residual que se obtiene del lavado de las joyas, esta agua es eliminada al desagüe.

3.2.3.6.Desechos

Se considera los de clasificación inorgánica como desechos, bolsas o los empaques que presentan alguna falla de fabricación, los cuales se consideran que no se pueden volver a utilizar.

3.2.3.7.Subproductos

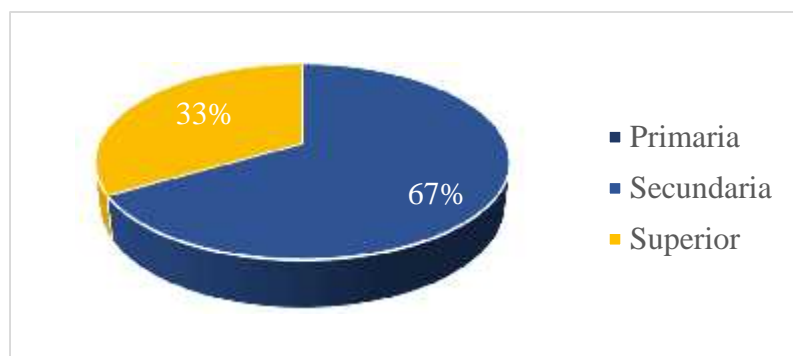
No existen, ya que toda la materia prima es utilizada para la elaboración de las joyas.

3.2.3.8. Resultados del cuestionario

Se realizó un cuestionario a los artesanos para establecer ciertas condiciones actuales de la empresa, como la capacidad que tienen los operarios para realizar sus labores, así como las condiciones en las que trabaja. El cuestionario se basa en 10 preguntas (Anexo 02) y se aplicó a 03 de los artesanos que se encuentran laboral en el taller, obteniendo como resultado lo siguiente:

En el gráfico 4, muestra que el 67% de los artesanos encuestados respondieron que el grado de instrucción que tienen son de nivel secundaria completa. Mientras que el 33% tienen estudios superiores.

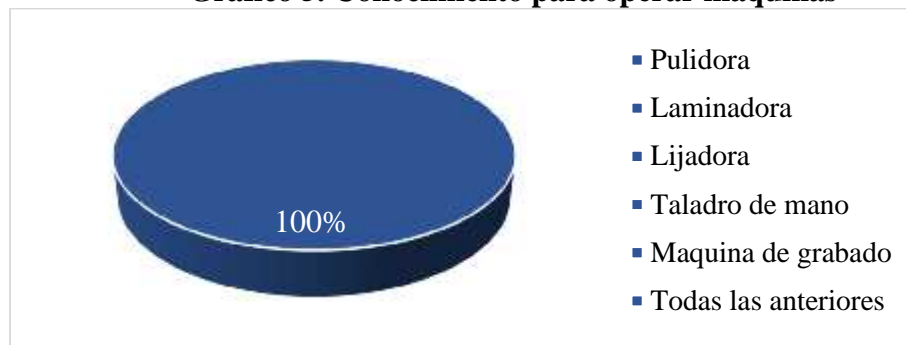
Gráfico 4. Grado de instrucción



Fuente: propia

El 100% de los operarios tienen conocimiento de cómo utilizar las máquinas que se encuentran en el taller (Ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Conocimiento para operar máquinas



Fuente: propia

En caso de inasistencia de algún operario. El 100% se encuentra con la capacidad de poder operar las diferentes máquinas para la realización de sus actividades (Gráfico 6).

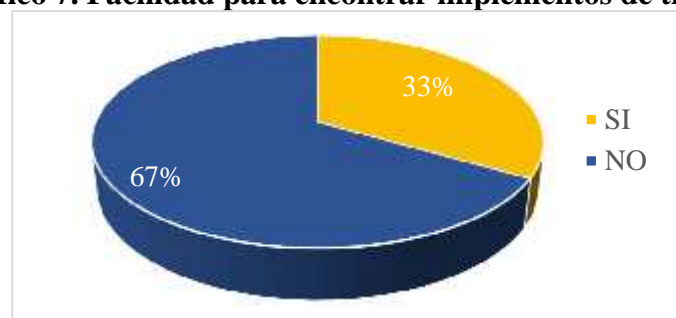
Gráfico 6. Capacidad de operar otra máquina



Fuente: propia

Las herramientas que utiliza son tijera, pinzas, recipientes u otros, no se hallan fácilmente cuando los artesanos lo requieren para la elaboración de sus joyas según un 67% (Gráfico 7).

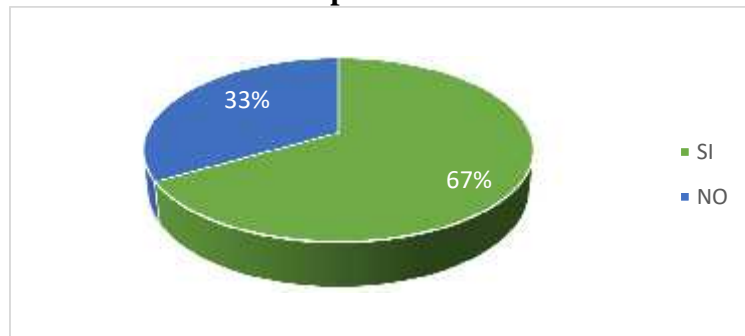
Gráfico 7. Facilidad para encontrar implementos de trabajo



Fuente: propia

En el gráfico 8, nos dice que el 67% de los operarios realizan sus labores sin ningún problema con el mobiliario que le brinda la empresa, mientras que un 33% manifiesta que el mobiliario con el que cuenta no le permite realizar sus labores cómodamente.

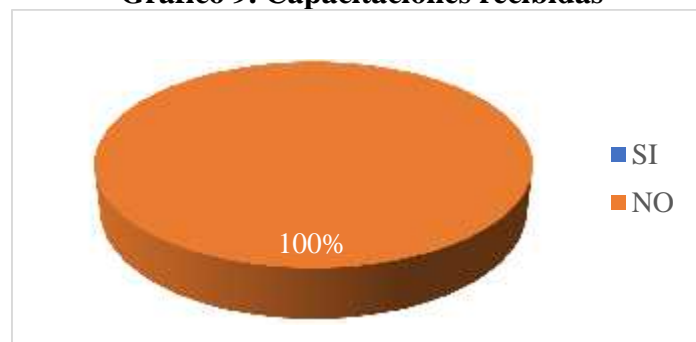
Gráfico 8. Mobiliario del taller permite realizar labores cómodamente.



Fuente: propia

Ningún operario del taller recibió capacitación al ingreso a trabajar a la empresa, ni durante el tiempo que laboran en las instalaciones. (Gráfico 9).

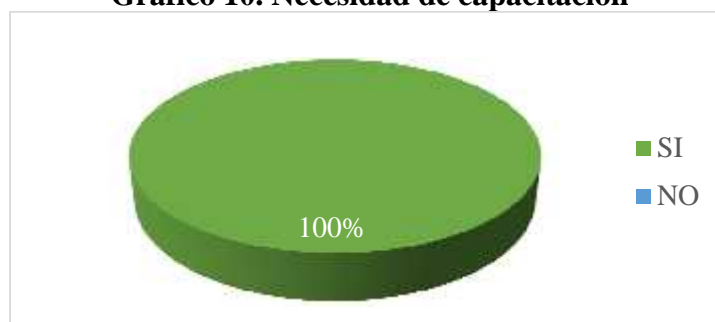
Gráfico 9. Capacitaciones recibidas



Fuente: propia

El 100% de los trabajadores expresó que, necesitan capacitarse, ya que sus conocimientos se han aprendido de forma empírica. (Gráfico 10)

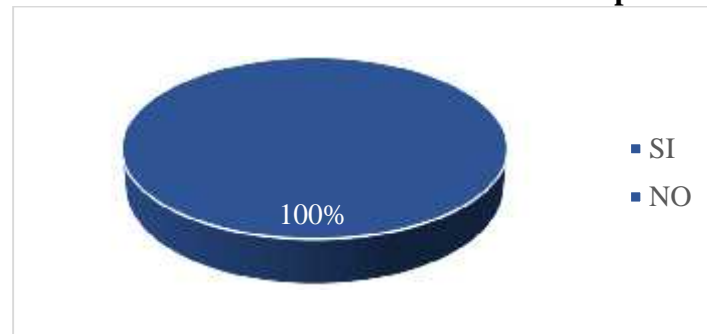
Gráfico 10. Necesidad de capacitación



Fuente: propia

El 100% de los artesanos desconocen las enfermedades ocupacionales a las cuales están expuestos por ejecutar sus labores. (Gráfico11).

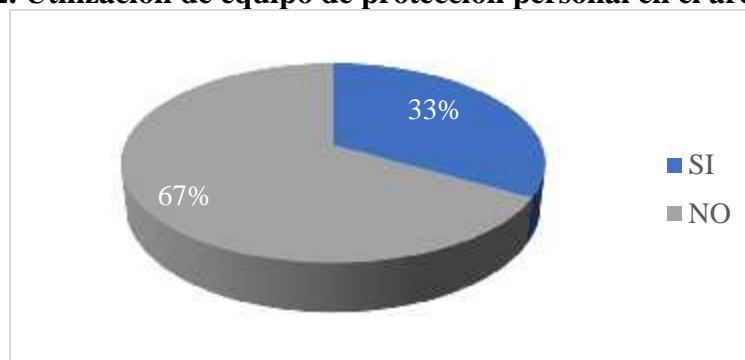
Gráfico 11. Conocimiento de enfermedades ocupacionales.



Fuente: propia

El uso de equipo de protección personal es importante durante la operación de lijado, solo uno utiliza la mascarilla al momento de realizar el lijado de la joya, siendo este el 33%. (Gráfico 12)

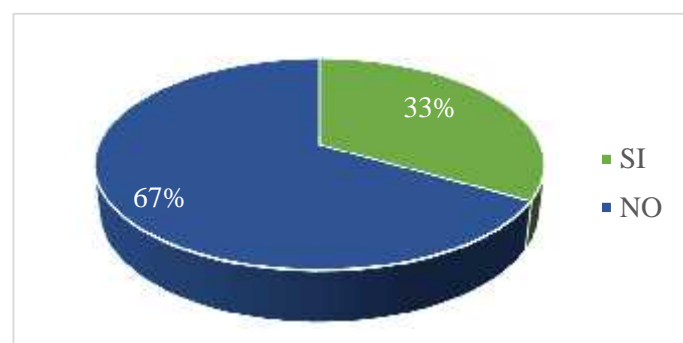
Gráfico 12. Utilización de equipo de protección personal en el área de lijado.



Fuente: propia

En el gráfico 13, muestra que el 67% de los artesanos no utilizan equipos de protección para el área de fundido.

Gráfico 13. Utilización de EPP en el área de fundido



Fuente: propia

3.2.4. Proceso de producción

3.2.4.1.Recepción de la materia prima

En una hoja bond se diseña el modelo de la sortija de compromiso con las especificaciones que solicita el cliente, y en un sobre se coloca la cantidad del componente principal a usarse. El maestro artesano lo verifica, mide la proporción de los metales, según los requerimientos específicos.

3.2.4.2. Fundición

Para realizar la correcta fundición de la plata, primero se unta ligeramente bicarbonato de sodio en las paredes del crisol para que la materia prima no se pegue. A continuación, se comienza a fundir la materia prima, aquí se le agrega el bicarbonato de sodio y ácido bórico 3 veces en porciones de 2 g. c/u, y salitre 3 veces en porciones de 1 g. c/u, esto hará que el material salga limpio y resplandeciente.

Para derretir la Plata se colocó en forma granulada en una cuchara de barro y la exponemos al fuego. Cuando la plata este plenamente fundida, procedemos al molde con ayuda de unas pinzas y guantes de protección, posteriormente a laminar.

Imagen 1. Fundición de la Plata 950



Fuente: propia

3.2.4.3.Laminado

Al trasladarse al área de laminado el artesano debe esquivar unas tablas que se encuentran en el camino, ocasionando una demora innecesaria y un posible accidente.

Se utiliza una máquina para comprimir el ancho y extender el lingote de metal para producir láminas para la fabricación de joyería. Inicialmente se ajusta la abertura de los rodillos al grosor del lingote de metal y acorde se va laminando se irá minimizando gradualmente dicha abertura con el fin de que el metal se vaya adelgazando y estirando.

Para la obtención de una lámina llana y uniforme, el metal se lamina por el mismo extremo y después de cada pasada se gira para laminar el lado inferior antes de reducir la hendidura de los rodillos.

Imagen 2. Artesano realizando la operación de laminado



Fuente: propia

3.2.4.4. Diseño y corte

El artesano previamente dibuja en un papel el diseño que solicitó el cliente y luego lo pega en la materia prima el diseño de la joya a fabricar, seguidamente comienza a cortar la plata encima de uno de los cajones de la mesa de trabajo para juntar los residuos de plata que deja al momento de realizar esta operación, la herramienta que utiliza es la segueta para cortar la plata, seguidamente verificara el peso de la joya con ayuda de una balanza. Con una lastra se dobla para dar la forma de un aro.

Cabe mencionar que los dibujos que ellos tienen en el papel son a mano, en donde los trazos no son exactos y el artesano se demora para darle la forma que corresponde al pedido del cliente.

En mucho de los casos se logra plasmar la creatividad del artesano en la mesa de trabajo sin un diseño.

La lámina es inspeccionada siguiendo con el procedimiento de inspección.

Imagen 3. Corte con una segueta



Fuente: propia

3.2.4.5.Soldado

Es importante que las piezas se hallen limpias y libre de grasa, de lo contrario la soldadura no adherirá. Una vez verificada la limpieza de la pieza, se realiza el soldado, para esto fue necesario una aleación de metal amarillo y plata para que pueda pegar la pieza y con un fuelle chico para dar calor uniforme a la joya hasta que la soldadura se vierta sobre todo lo que queremos soldar. Se inspecciona visualmente siguiendo con el procedimiento y verificando que la soldadura no presente grietas o fallas.

3.2.4.6.Decapado

Cuando se decapa la plata, ésta sale con un color blanco puro, el color resultante es debido a la plata pura que ha quedado en la superficie externa de la aleación argéntea. En esta etapa se baña la joya en una solución de decapado constituida por ácido sulfúrico al 10% y agua, dependiendo el tiempo del baño de la concentración del ácido y el volumen. Además, también se usa el bicarbonato de sodio para contrarrestar el ácido sulfúrico.

El ácido empleado disuelve el barniz y los óxidos, dejando la pieza en perfecto estado, a manera de un baño abrillantador.

3.2.4.7. Enjuague y grabado

Luego de haber realizado la anterior operación, pasara por un enjuague en donde se quitarán los químicos que tiene la joya por el decapado. Dependiendo del modelo de la joya se usa el grabado, para esto se hace con ayuda de una máquina de grabado que es utilizada por el artesano.

3.2.4.8. Lijado

La pieza es lijada con una máquina lijadora provista de una lija de fierro eliminando alguna rebaba, obteniendo una superficie suave y lisa, sin alguna imperfección. En esta etapa el artesano se toma mucho tiempo para lijar. La inspección se realiza visualmente.

3.2.4.9. Pulido

Se realiza en la maquina pulidora equipada de muelas rotativas con cepillos permutables de cerdas de variable dureza, fieltro o cuero, en las motas se colocó una de partículas de sílice cristalina rugosa. La finalidad del pulido sirve para mejorar el abrillantado de la joya. Una vez terminada pasa por una inspección visual.

Imagen 4. Artesano puliendo la sortija de compromiso



Fuente: propia

3.2.4.10. Empaquetado

Finalmente, el producto es inspeccionado por última vez, buscando que estas se encuentren en buen estado (sin grietas o fallas) y cumpliendo con las características especificadas. Es guardado en una caja y bolsa diseñado especialmente por la empresa joyera y con su certificado de calidad correspondiente.

3.2.5. Sistema de producción

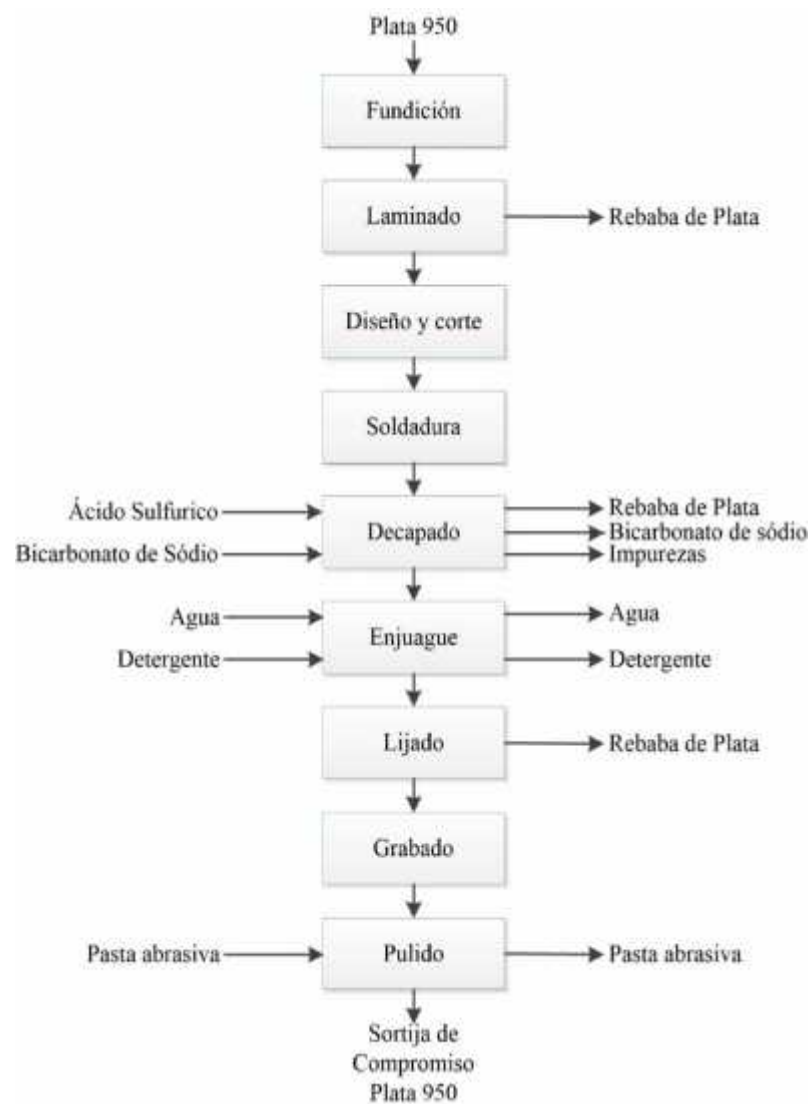
La producción es discontinua, es decir, la base del sistema de la joyería es el pedido del cliente, es, cada pedido tiene su propia secuencia de producción, tiempo de ejecución, su cantidad por producir y su retraso en la entrega.

Cabe mencionar que tiene un proceso de manufactura artesanal, la cual se conecta con el cambio de forma, aspecto y superficies del producto a elaborar.

3.2.6. Análisis para el Proceso de Producción

3.2.6.1. Diagrama de bloque

Gráfico 14. Diagrama de bloques del proceso general de la sortija de compromiso de Plata 950

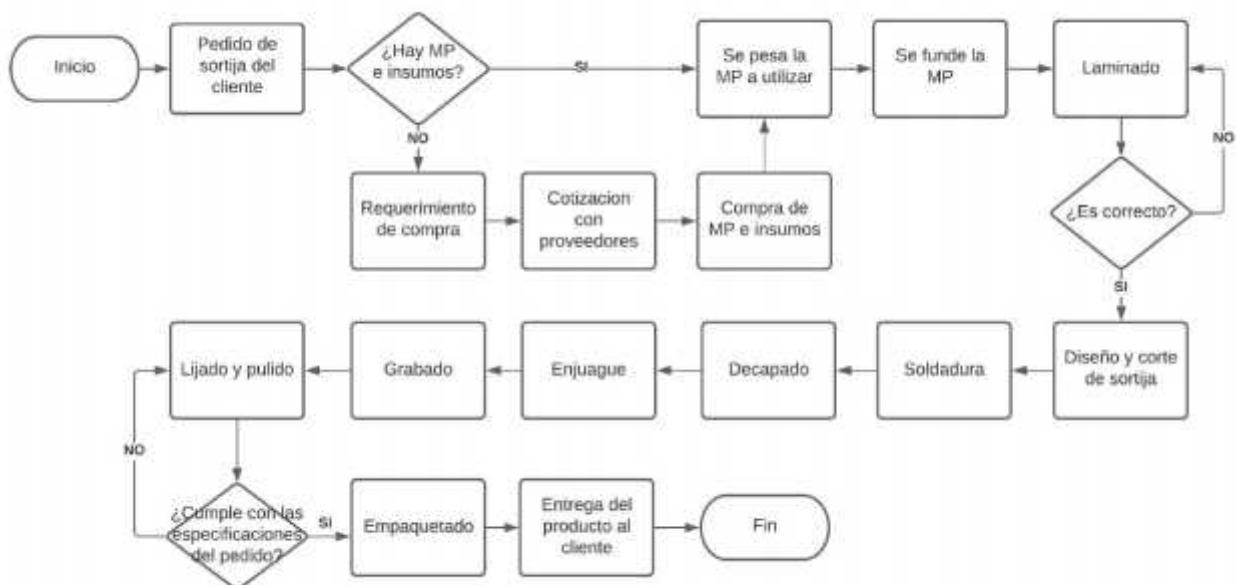


Fuente: propia

3.2.6.2. Diagrama de flujo

En el gráfico 15, para el proceso de fabricación de la sortija de Plata 950, primero se necesita el pedido del cliente con las especificaciones de la sortija de compromiso, luego se verifica si se cuenta con la materia prima e insumos, no hay se realiza el requerimiento de los materiales que se va a utilizar según la logística, en este caso, el principal compuesto es la Plata 950, además de los insumos que también deberán ser solicitados. Se realiza una verificación de los materiales que se solicitaron, y si se encuentra en buenas condiciones, será recibida y fundida para proceder a la formación de las sortijas de compromiso de Plata 950 según su proceso de producción correspondiente.

Gráfico 15. Proceso de Fabricación de la sortija de compromiso de Plata 950



Fuente: propia

3.2.6.3. Diagrama de operaciones de proceso

En el diagrama 16, se muestra el sistema para elaborar la sortija de compromiso de Plata 950. La duración de cada operación que se muestran, se obtuvo mediante un estudio de tiempos con ayuda del cuadro de General Electric que se encuentra en Anexo 3, como el tiempo ciclo es más de 40 minutos, se procedió a tomar 3 muestras del maestro artesano, ya que él es la persona con más experiencia en el rubro joyero dentro de la empresa (Ver Anexo 4).

Los tiempos que se anotaron fueron tomados una vez por semana para aumentar la confiabilidad de los datos y así poder conseguir un tiempo promedio de cada operación. En base a esos resultados se procedió a efectuar un diagrama de operaciones de procesos de la sortija de compromiso Plata 950, así como se ve en el gráfico 16.

En la Tabla 9 se exponen todas las actividades indispensables para la producción de las sortijas de compromiso de Plata 950, como se logra observar se tiene un total de 10 actividades, de las cuales 05 son operaciones, y 05 de combinada. Todas las actividades son realizadas en un tiempo de 99,38 minutos.

Tabla 9. Resumen de DOP actual

Resumen		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	5	55,07 min
Inspección	0	-
Combinada	5	44,31 min
Total	10	99,38 min

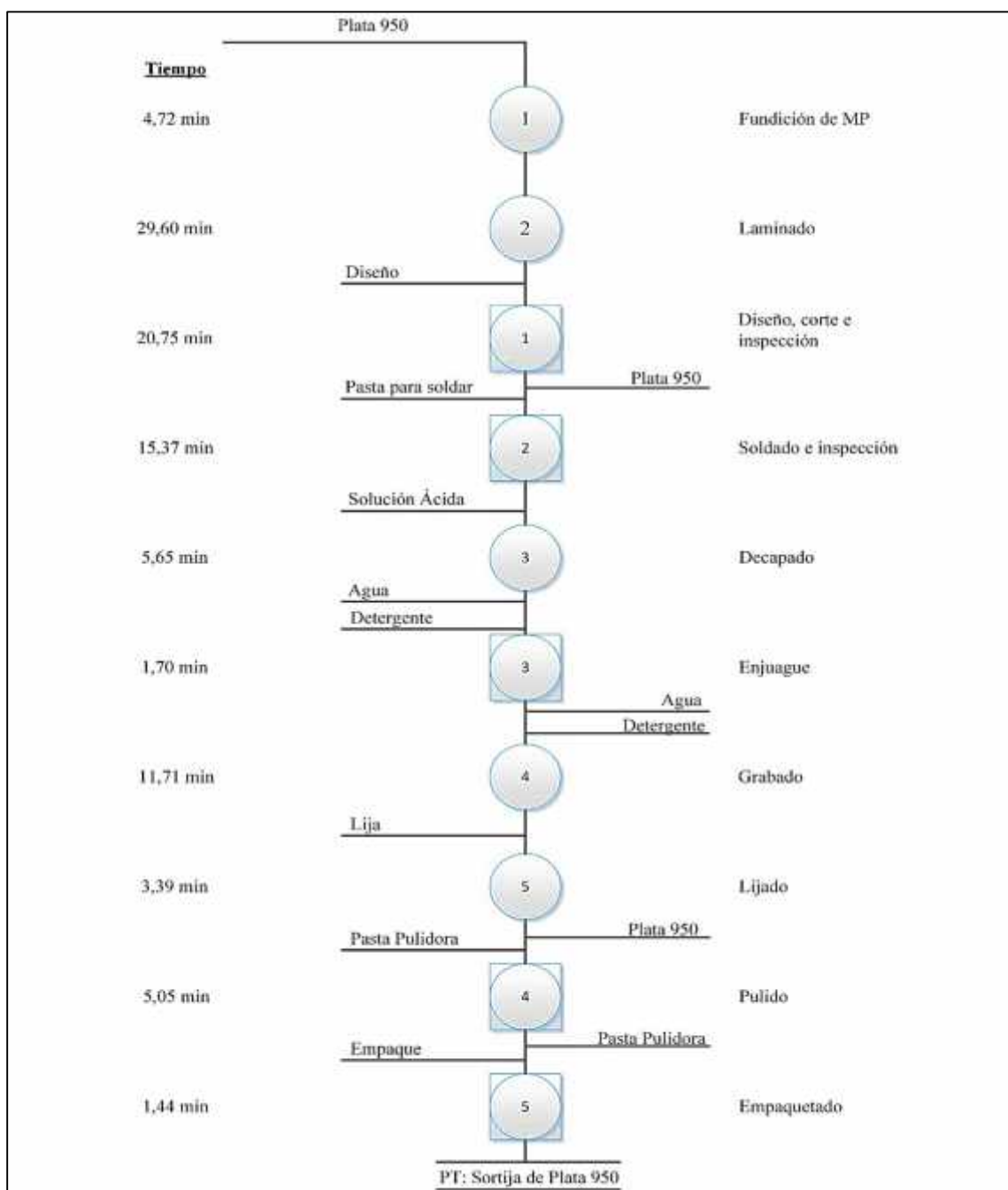
Fuente: propia

Tabla 10. Cuadro de datos para la elaboración del diagrama de operación

Nombre del producto	Sortija de compromiso		
Lugar	Empresa joyera		
Método	Actual	Máquinas	Varias (5)
Actividad	Elaboración de sortija de plata 950	Operarios	Varios (3)
Diagramado por	Alicia López Rodríguez	Fecha de elaboración:	17/09/2016
Aprobado por	Ing. Vanessa Castro	Fecha de revisión:	19/09/2016

Fuente: propia

Gráfico 16. Diagrama de Operaciones del proceso de una sortija de plata 950









































Fuente: propia

3.2.6.4. Cursograma Analítico del Proceso

En el cursograma analítico del proceso se observa el recorrido para la producción de la sortija de compromiso de plata 950, teniendo en cuenta las actividades, distancias de recorrido y duración de los procesos, calculando y analizando lo mencionado se obtiene un total de 26 actividades en un tiempo de 123,53 minutos y recorriendo una distancia de 31,86 metros.

Gráfico 17. Cursograma Analítico del Proceso de sortija de compromiso de Plata 950

Hoja N°	1 de 1			Resumen				
Joya:	Sortija de compromiso			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (min)	Distancia (m)
Actividad	Fabricación de compromiso			Operación		5	55,07	-
Método	Actual			Transporte		8	4,62	31,86
Lugar	Empresa joyera			Almacén		2	0,51	-
Diagramado por	Alicia Lopez	Fecha:	18/09/2016	Inspección		-	-	-
Aprobado por	Ing. Vanessa Castro	Fecha:	19/09/2016	Espera		6	19,02	-
Máquinas	Varias (5)			Combinado		5	44,31	-
Operarios	Varias (3)			Total		26	123,53	31,86

N°	Descripción de Operaciones	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo						
										
1	Almacén	-	0,30							
2	Traslado de MP	5,60	0,47							
3	Espera por la hoja de especificaciones	-	1,13							
4	Fundición de MP	-	4,72							
5	Traslado a laminado	1,58	0,43							
6	Laminado	-	29,60							
7	Descansa un momento	-	7,09							
8	Traslado a las mesas de trabajo	1,58	1,17							
9	Diseño, corte e inspección	-	20,75							
10	Demora en acomodar el soplete	-	4,24							
11	Soldado e inspección	-	15,37							
12	Traslado a decapado/ lavado	8,20	0,97							
13	Decapado	-	5,65							
14	Busca el detergente	-	1,70							
15	Enjuague	-	1,70							
16	Traslado grabado	1,25	0,20							
17	Demora en la búsqueda de las piezas del equipo	-	1,38							
18	Grabado	-	11,71							
19	Traslado lijado	3,60	0,38							
20	Lijado	-	3,39							
21	Espera	-	3,48							
22	Pulido	-	5,05							
23	Traslado a empaquetado	8,15	0,72							
24	Empaquetado	-	1,44							
25	Traslado a almacén	1,90	0,28							
26	Almacén	-	0,21							

Fuente: propia

En el gráfico 17, se muestran los tiempos de cada proceso de la sortija de Plata 950, conseguida a través de la metodología de estudio del trabajo. Estas acciones se fraccionan en las que generan valor y las que no. Dentro de las actividades que generan valor tenemos a las operaciones con un tiempo de 55,07 minutos, no hay inspecciones y combinadas que utilizan un tiempo de 44,31 minutos y el almacenamiento con un tiempo de 0,51 minutos.

No obstante, en las actividades que no generan valor está el transporte que manejan un tiempo de 4,62 minutos y la espera que emplean un tiempo de 19,02 minutos.

Seguidamente, se descubrirá el porcentaje de actividades productivas e improductivas.

$$\% \text{ a . p} = \frac{(55,07 + 0 + 44,31)}{(55,07 + 0 + 4,62 + 19,02 + 0,51 + 44,31)} * 100 = 80,45\%$$

Aplicando la formula tenemos que, en las actividades productivas, las operaciones tienen un procesamiento del 80,45%.

$$\% \text{ a . i r} = \frac{(19,02 + 4,62 + 0,51)}{(55,07 + 0 + 4,62 + 19,02 + 0,51 + 44,31)} * 100 = 19,55\%$$

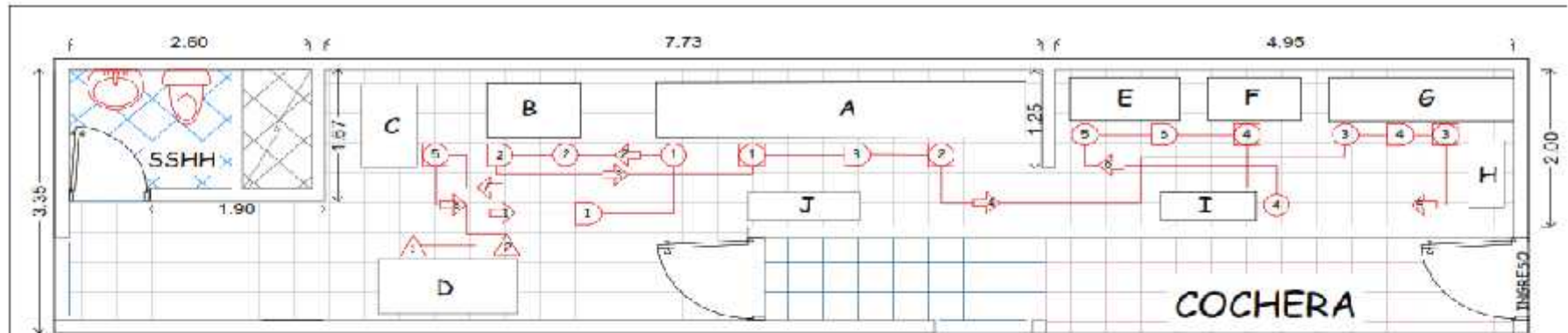
Así mismo se alcanza 19,55% de actividades improductivas, la adición de ambos resultados da como resultado el 100% de actividades ya mencionadas en el diagrama de análisis de proceso.

3.2.6.5. Diagrama de recorrido

Otro de los diagramas que se consideró para el análisis del proceso de producción es el de recorrido, donde se presenta el recorrido de producción de la joya en el taller, a partir de la recepción del elemento principal hasta el almacenamiento del producto final.

El diagrama de recorrido de la sortija de compromiso de plata 950 inicia desde el área de fundición, continuamente es llevada al área de laminado, para luego pasar a las mesas de trabajo en donde los artesanos comienzan a diseñar la joya, luego es transportada al área de lavado y decapado en donde eliminarán todas las impurezas, después en la parte interna de la sortija de compromiso se graba el metal que se utilizó en este caso “950” y el grabado que solicite el cliente, después se moviliza al área de lijado y pulido para darle un acabado final, y por ultimo para darle una mejor presentación se pone en una caja de diseño en el área de empaquetado y lo almacenan para ser llevado al cliente.

Lámina 2. Diagrama de recorrido actual de la empresa joyera



LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Operación		Proceso consistente en el pulido, lavado y montaje de joyas en el taller tipo de trabajo y cuando se realiza a la vez. El estado parte de una actividad final.
Operación		El pulido, lavado o embudo de las joyas se realiza en cualquier de un momento continuo y general, sin acciones o acciones con tiempos según sea el caso y para el presente caso, se realiza, lavado y montaje.
Operación		El estado final de las joyas se realiza en cualquier momento de un momento continuo y general, sin acciones o acciones con tiempos según sea el caso y para el presente caso, se realiza, lavado y montaje.
Tránsito		El estado final de las joyas se realiza en cualquier momento de un momento continuo y general, sin acciones o acciones con tiempos según sea el caso y para el presente caso, se realiza, lavado y montaje.
Almacén		El estado final de las joyas se realiza en cualquier momento de un momento continuo y general, sin acciones o acciones con tiempos según sea el caso y para el presente caso, se realiza, lavado y montaje.

LEYENDA DE ÁREAS
A. MESA DE TRABAJO
B. LAMINADORA
C. EMPAQUEADO
D. ALMACÉN
E. LIJADORA
F. PULIDORA
G. LAVADO Y DECAPADO
H. CIBADO
I. ESCARCHADO
J. DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO					
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN					
TÍTULO Y OP. TÍTULO	PROGRAMA		PROYECTO	SERIE	OTRO
Nombre del estudiante	Ingeniería de Sistemas		01 - INGENIERÍA	01	
DETALLE DEL TÍTULO	DET.	PLAN	EPIC	PROYECTO	
DETALLE DEL TÍTULO	01 - INGENIERÍA	01 - INGENIERÍA	01 - INGENIERÍA	01 - INGENIERÍA	
LABORATORIO	LABORATORIO		LABORATORIO		
					OTRO
					L-2B

Fuente: propia

3.2.6.6. Diagrama bimanual:

Se realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la sortija de compromiso, y se obtuvo que la actividad que demanda mayor tiempo es en el laminado, para lo cual para reducir este tiempo se realizó un estudio de movimientos a esta operación y detectar las deficiencias o fallas del método seguido. Para este estudio de movimientos se consideró los “therblig”, así denominó Gilbreth cada uno de estos movimientos fundamentales [7].

El diagrama bimanual actual de la operación de laminado tiene 36 movimientos, como se muestra en el gráfico 18, muchos de ellos son movimientos innecesarios como usar las manos de manera alternada, pudiendo realizarla una, es por ello que se le denomina “demora evitable”, y esto se debe a que los artesanos ya tienen la costumbre de pasar de una mano a otra, siendo esto un movimiento innecesario. Otro problema observado es la busca de material debido al desarreglo o el tener una mano inactiva; el tiempo de esta operación es de 26,20 min.

Tabla 11. Cuadro de datos para la elaboración del diagrama de operación

RESUMEN		
Método	Actual	
	Izquierda	Derecha
Operaciones	20	28
Transporte	5	1
Esperas	12	8
Almacén	-	-
Total	37	37

Fuente: propia

Gráfico 18. Diagrama Bimanual Actual del cuello de botella- Laminado

DIAGRAMA BIMANUAL										
Operación	Laminado							Fecha	23/11/2016	
Operario	Daniel							Método	Actual	
Nombre de la Joya	Sortija de compromiso Plata 950							Realizado por:	Alicia Stefany Lopez Rodriguez	
Material	Plata 950							Revisado por:	Ing. Vanessa Castro Delgado	
DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	●	◐	➔	▼	●	◐	➔	▼	DESCRIPCION MANO DERECHA	OBSERVACIONES
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Introduce MP en la laminadora			➔						Gira la manija de la laminadora	
Espera la MP									Gira la manija de la laminadora	
Agarra la MP	●	◐			●	◐			Gira la manija de la laminadora	
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Introduce MP en la laminadora			➔						Gira la manija de la laminadora	
Espera la MP									Gira la manija de la laminadora	
Agarra la MP	●	◐			●	◐			Gira la manija de la laminadora	
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Introduce MP en la laminadora			➔						Gira la manija de la laminadora	
Espera la MP									Gira la manija de la laminadora	
Agarra la MP	●	◐			●	◐			Gira la manija de la laminadora	
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Introduce MP en la laminadora			➔						Gira la manija de la laminadora	
Espera la MP									Gira la manija de la laminadora	
Agarra la MP	●	◐			●	◐			Gira la manija de la laminadora	
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Sostiene la MP	●								Busca el vernier	Ordenar las herramientas
Sostiene la MP	●								Moviliza el vernier	
Sostiene la MP	●								Agarra el vernier	
Sostiene la MP	●								Mide con el vernier	
Sostiene la MP	●								Deja el vernier	
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Introduce MP en la laminadora			➔						Gira la manija de la laminadora	
Espera la MP									Gira la manija de la laminadora	
Agarra la MP	●	◐			●	◐			Gira la manija de la laminadora	
Demora evitable									Agarra la MP	Se puede agarrar la MP con una sola mano
Agarra la MP	●	◐			●	◐		Demora evitable		
Sostiene la MP	●								Agarra el vernier	
Sostiene la MP	●								Mide con el vernier	
Sostiene la MP	●								Deja el vernier	

Fuente: propia

3.2.7. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

3.2.7.1. Producción de la sortija de plata 950

Con los datos obtenidos del D.O.P. y el D.A.P., tenemos que el cuello de botella es de 29,60 minutos y se encuentra en el área de laminado, siendo la actividad con mayor tiempo de la elaboración. Se tomará en cuenta que el tiempo base de un turno por trabajo para la elaboración es de 6 horas diarias, 6 días a la semana. Entonces:

$$P = \frac{T}{C}$$

P= Producción; Tb= Tiempo base; C= Tiempo ciclo; Donde:

$$Tb = 1 \text{ turno} \times 6 \text{ horas} \times 60 \text{ min} = 360 \text{ min/día}$$

$$P = \frac{360 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{29,60 \frac{\text{min}}{\text{sortija}}} = 12,16 \frac{\text{sortija}}{\text{día}}$$

Actualmente se produce diario una cantidad de 12,16 sortijas por turno diario. Es decir, este vendría hacer su capacidad de producción diaria.

3.2.7.2. Productividad: Materiales, mano de obra, económico

✓ Productividad de Materia Prima

Para su producción debemos tomar en cuenta que se requiere un aproximado de 5,20 g de Plata 950 cada sortija, y se producen 12,16 sortijas por turno diario. Por lo que se necesita de 84,32 g de plata 950 al día.

$$P(M) = \frac{12,16 \text{ sortija/día}}{84,32 \text{ g/día}} = 0,14 \frac{\text{sortijas}}{\text{g}}$$

Como se observa en el cálculo se obtiene que se fabrican 0,14 sortijas/ g de plata 950.

✓ Productividad de mano de obra

La empresa cuenta con 3 operarios al día (02 sortijas de compromiso y 01 el resto de joyas). Para poder calcular la productividad de mano de obra de la sortija de plata 950 es:

$$P_i(M) = \frac{12,16 \text{ sortija/día}}{2 \text{ operarios/día}} = 6,08 \frac{\text{sortijas}}{\text{operario}}$$

Cada operario producirá 6,08 sortijas. Pero debido a la demanda que tiene, no es lo suficiente para poder satisfacer a su cliente fiel. (Ver Anexo 5)

3.2.7.3.Eficiencia

✓ Eficiencia Física

Se toma en cuenta el peso de la materia prima utilizada para las 12.16 sortijas/día, que es de 5,20 g/día cada una, el peso total que se usara es de 63,23 g, y el peso de la joya ya fabricada es de (12,16 sortijas*4,19 g = 50,95 g).

$$E_{\text{Física}} = \frac{50,95 \text{ g}}{63,23 \text{ g}} \times 100\% = 80,58\%$$

Esto nos indica que por cada 63,23 g de Plata 950 usada, su aprovechamiento útil es de 50,95 g de plata 950, luego hay una pérdida de 12,28 g de materia prima. En porcentaje se aprovecha en el producto final un 80,58% de materia prima de entrada.

✓ Eficiencia Económica

[7]La eficiencia económica muestra la relación entre los ingresos y las inversiones, de manera que la cantidad fabricada de producto por el valor de venta se divide entre la suma de las inversiones como los gastos de producción directos y el consumo de suministros, de manera que por cada S/1.00 invertido se gana S/. 1,62.

$$E_{\text{económica}} = \frac{S/.85,00}{S/.32,41} = 2,62$$

3.2.7.4.Capacidad: Real, utilizada, ociosa

✓ Capacidad Real

Es determinada por el cuello de botella del proceso, ya que sería lo máximo que pueden producir. La empresa trabaja un turno de 8 horas diarias, 24 días/mes. Por lo que la empresa tiene una capacidad real a producir de:

$$C = 12,16 \frac{\text{sortijas}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 291,84 \frac{\text{sortijas}}{\text{mes}}$$

✓ Capacidad utilizada

La utilización es el resultado entre la capacidad real y la capacidad diseñada, representando la capacidad que utilizan en el taller.

$$U \quad \text{ón} = \frac{291,84 \frac{\text{sortijas}}{\text{mes}}}{389,28 \frac{\text{sortijas}}{\text{mes}}} \times 100 = 74,97\%$$

El taller tiene un volumen máximo de producción de un 74,97% del 100%.

✓ Capacidad ociosa

- Horas potencialmente laborales mes= 192 horas/mes
- Horas laborales (capturadas de información) = 144 horas/mes
-) TOTAL, HORAS OCIOSAS= 48 horas/mes

$$P \quad \text{d} \quad \text{c} \quad \text{o} = \frac{48 \text{ horas/mes}}{192 \text{ horas/mes}} \times 100 = 25\%$$

3.2.7.4.1. Tiempo estándares

Actualmente no cuenta con tiempo estándar en ninguno de sus productos.

3.2.7.4.2. Cuello de botella

En todo el proceso productivo de la elaboración de la sortija de compromiso Plata 950, la actividad que dedica más tiempo es el laminado, siendo esta el cuello de botella con un tiempo de 29,60 minutos.

Tabla 12. Cuadro de problemas encontrados en la joyería.

Cuello de botella	
Operación	Laminado
Tiempo	29,60 minutos

Fuente: propia

3.2.7.5. Tiempo ciclo actual

Considerando el tiempo de la actividad del proceso de producción de la sortija de compromiso de Plata 950, se tiene un tiempo ciclo es de 99,38 minutos; sin tomar en cuenta las demoras, fatigas.

Tabla 13. Tiempo ciclo total de Sortija de compromiso Plata 950

Proceso	Elaboración de Sortija de Compromiso Plata 950
Tiempo ciclo	99,60 minutos

Fuente: propia

3.3. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

Iniciando del diagnóstico realizado en base a las metodologías de medición y estudio del trabajo, se identificaron las principales restricciones del sistema, así como la problemática de la baja capacidad de producción y las primordiales causas de las restricciones del proceso de fabricación de joyas en la empresa.

Tabla 14. Cuadro de las causas encontrados en la joyería.

N°	Causas Posibles	Sub-Causas	Posible solución
1	Existe una demanda insatisfecha con su cliente fiel.	-La capacidad de producción para satisfacer la demanda es bajo. -Existen cuellos de botella en el proceso de producción (Cortado y laminado).	Aplicar la técnica de microfusión que ayudará a elevar el nivel de producción de la joyería.
		No estandarizan tiempos	Estandarizar tiempos
		Cuando ingresa nuevo personal al taller no se encuentran debidamente capacitados, lo que ocasiona más tiempo en la producción de los productos.	establecer capacitaciones al personal para que puedan elevar su productividad en beneficio para la empresa. Colocar una guía en cada área de trabajo para que todo artesano que ingrese a laborar tenga conocimiento de los pasos a seguir.
2	Elevados tiempos de transporte y espera que tienen los artesanos dentro del taller	Distribución inadecuada de las áreas de trabajo en el taller, lo que ocasiona muchos cruces según el diagrama de recorrido.	Realizar una distribución adecuada del taller aplicando SLP.
3	Tiempos improductivos en el lugar de trabajo	Ambiente de trabajo inadecuado y desordenado, lo que ocasiona demora en el traslado.	Realizar una capacitación para así, fomentar una disciplina a los artesanos
		No cuentan con un documento que contenga las especificaciones de cada producto para lograr facilitar el desarrollo de la joya. Además, los insumos no cuentan con un código que los identifique entre ellos.	Codificar los moldes e insumos.

Fuente: propia

3.3.1. Causa I: Tiempos elevados de producción

✓ Descripción de la causa

En la actualidad, cuando la empresa joyera tiene una gran demanda, no se abastece, debido a que el maestro artesano le dedica diferentes tiempos al producir cada joya. Siendo su cuello de botella de 20,75 minutos en el cortado y 29,60 minutos en el laminado. Además, anteriormente contaban con cinco artesanos que se encuentran

laborando, pero dos tuvieron que dejar de trabajar por problemas personales, y ahora los tres artesanos se encargan de atender los pedidos de su cliente fiel, pero uno de ellos también se encarga de los pedidos que se hacen en Chiclayo.

En la Tabla 15, podemos observar que la joyería tiene una producción baja, respecto a la demanda que tiene, y cuantificando la pérdida con el precio de la sortija de compromiso Plata 950 que es S/ 85,00, tenemos que dejar de ganar aproximadamente S/ 1 130 330,00 del año 2016 hasta febrero del 2018.

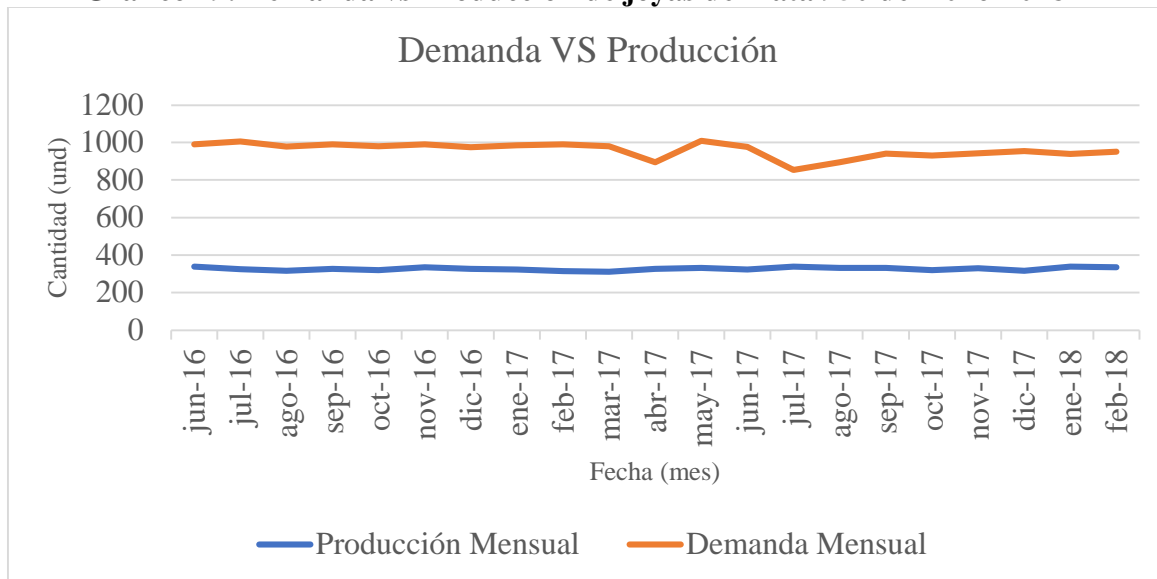
Tabla 15. Demanda vs Producción de joyas de Plata 950 del 2016 - 2018.

Mes	Producción Mensual (und)	Demanda Mensual (und)	Variación (und)	Pérdidas (S/)
jun-16	339	990	651	S/ 55 335,00
jul-16	325	1 005	680	S/ 57 800,00
ago-16	316	979	663	S/ 56 355,00
sep-16	326	990	664	S/ 56 440,00
oct-16	320	980	660	S/ 56 100,00
nov-16	334	990	656	S/ 55 760,00
dic-16	326	975	649	S/ 55 165,00
ene-17	322	985	663	S/ 56 355,00
feb-17	315	990	675	S/ 57 375,00
mar-17	312	980	668	S/ 56 780,00
abr-17	326	895	569	S/ 48 365,00
may-17	332	1 010	678	S/ 57 630,00
jun-17	323	976	653	S/ 55 505,00
jul-17	339	855	516	S/ 43 860,00
ago-17	331	894	563	S/ 47 855,00
sep-17	331	940	609	S/ 51 765,00
oct-17	319	930	611	S/ 51 935,00
nov-17	329	943	614	S/ 52 190,00
dic-17	316	954	638	S/ 54 230,00
ene-18	338	939	601	S/ 51 085,00
feb-18	334	951	617	S/ 52 445,00
TOTAL	6 853	20 151	13 298	S/ 1 130 330,00

Fuente: Empresa joyera

Como se puede observar en el gráfico 19, la producción de la sortija de compromiso de plata 950, no satisface completamente la demanda a su cliente fiel. Esta empresa a pesar de que su pedido no es completado acepta la producción actual que si le puede abastecer.

Cabe mencionar que la empresa joyera les informa la capacidad de su producción antes de realizar su contrato.

Gráfico 19. Demanda vs Producción de joyas de Plata 950 del 2016-2018

Fuente: Empresa joyera

✓ **Sub-Causa posible:**

La causa principal reside en que la empresa joyera realiza su fabricación de joyas de manera artesanal, en donde tienen su capacidad de producción es de 16,22 joyas diarios, es decir, siendo tres artesanos que laboral actualmente, cada uno fabrica 5,41 joyas.

Cuando en realidad la producción deseada para satisfacer la demanda de su cliente fiel es como se muestra en la tabla 16.

Se tomaron en cuenta que son 2 artesanos que trabajan 6 horas diarias por 6 días a la semana, siendo 24 días que trabajan mensualmente. Los resultados obtenidos fue que cada artesano debería haber fabricado de manera diaria entre 18 a 21 joyas para cumplir con dicha demanda.

Tabla 16. Producción deseada para satisfacer la demanda

PRODUCCION DESEADA					
Mes	Demanda mensual	Número de trabajadores	Días laborales (mes)	Producción diaria (unidad)	Producción por operario (unidad)
jun-16	990	2	24	41	21
jul-16	1005	2	24	42	21
ago-16	979	2	24	41	21
sep-16	990	2	24	41	21
oct-16	980	2	24	41	21
nov-16	990	2	24	41	21
dic-16	975	2	24	41	21
ene-17	985	2	24	41	21
feb-17	990	2	24	41	21
mar-17	980	2	24	41	21
abr-17	895	2	24	37	19
may-17	1010	2	24	42	21
jun-17	976	2	24	41	21
jul-17	855	2	24	36	18
ago-17	894	2	24	37	19
sep-17	940	2	24	39	20
oct-17	930	2	24	39	20
nov-17	943	2	24	39	20
dic-17	954	2	24	40	20
ene-18	939	2	24	39	20
feb-18	951	2	24	40	20

Fuente: Empresa joyera

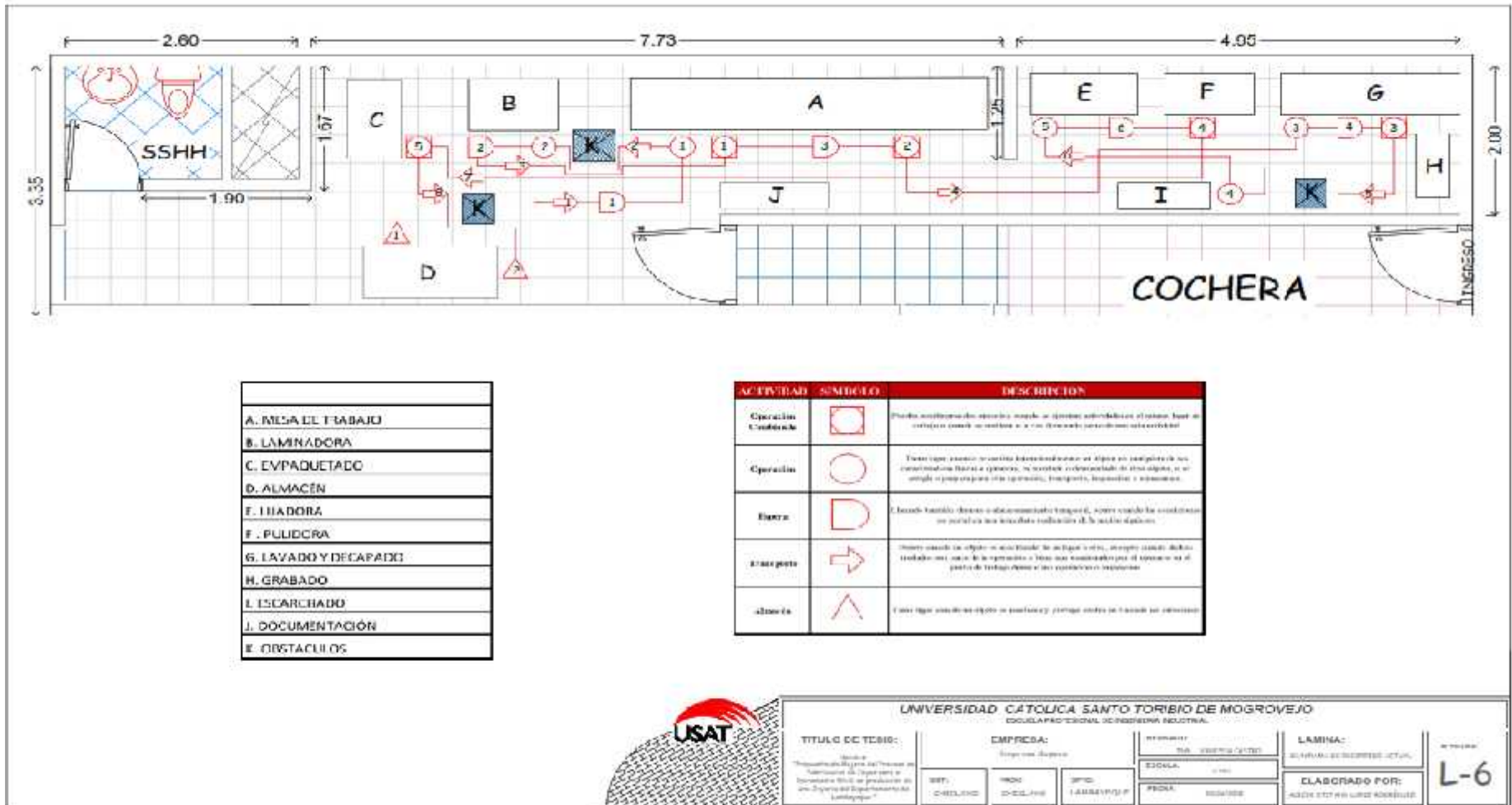
3.3.2. Causa II: Distribución inadecuada de las áreas de trabajo

✓ **Descripción de la causa:**

El taller se encuentra ubicada en el primer piso de una vivienda, en donde de los 120 m² de toda la vivienda, solo 38,80 m² son usadas para las tareas del taller.

Debido a que los planos han sido diseñados para ser una vivienda, las áreas de trabajo se encuentran alejadas y algunas divididas por paredes, por lo que el artesano tiene que pararse de su mesa de trabajo para ir hasta el otro extremo de la habitación solo para realizar algunos acabados en una sortija de compromiso. Así como se muestra en la siguiente lámina.

Lámina 3. Diagrama de recorrido actual con obstáculos



Fuente: propia

✓ **Sub -Causa posible**

La causa principal de este inconveniente se da porque los dueños de la empresa joyera no tienen otro lugar en donde almacenar todos estos objetos, productos, herramientas, y materias, por lo tanto, son llevados al taller para almacenarlo.

3.4. Desarrollo de propuestas en el sistema de producción

3.4.1. Desarrollo de Mejoras

3.4.1.1. Mejora I: Desarrollo de técnicas y actividades para mejorar los tiempos de producción.

3.4.1.1.1. Implementación de técnica para mejorar la producción.

Para poder mejorar la producción en la empresa joyera se propone adquirir la impresora 3D, la cual no solo ayudara a que los clientes puedan ver su producto antes de ser fabricados, sino que también ayuda a que el acabado de dicho producto sea de calidad y mejora el tiempo de producción.

En la tabla 17 podemos ver que hay varios modelos, sin embargo, según la necesidad del taller se optó por escoger la B9Creator V1.2HD, ya que su materia prima puede ser utilizada por otro proveedor, además con respecto a la resolución a mayor cantidad de micras menor resolución, es decir, mientras menos micras tenga, menos visible será la escala que se genera entre capa y capa, por lo tanto, guiándonos en ese punto también es el adecuado para el uso del taller.

Con ayuda de la impresora 3D, se producirá la pieza a replicar en donde usaremos la técnica de cera perdida o también llamada Microfusión. Este método busca mejorar el tiempo de producción de las joyas, reducir costos y mejorar la calidad de producto.

Para el desarrollo de esta técnica es recomendable tener moldes en los cuales se sacará el modelo de la pieza a fabricar. Se recomienda usar el molde de silicona polimerizable. Este proceso no genera calor ni presión, ya que se trata de una reacción química. La silicona inicialmente líquida en su reacción química con un catalizador específico se transforma en un elastómero elástico, el cual una vez seco permitirá inyectar cera en su interior.

Tabla 17. Elección de la impresora 3D

Modelo	Máxima construcción	XY Resolución	Acepta resina de terceros	Tiempo de impresión de 5 modelos	Costo maquina (\$)
B9Creator V1.2HD	10,4x 7,5x 20,3 cm	30 micron	Yes	4 horas	\$ 3 035,66
3D Systems Projet 1200	4,3x 2,7x 15 cm	56 micron	No	6 horas	\$ 3 420,00
Asiga Freeform Pico 2	5,1x 3,2x 7,5 cm	39 micron	Yes	4 horas	\$ 4 510,00
Solidscape MAX2	15,2x 15,2x 10,1 cm	10 micron	No	15 horas	\$ 53 170,00
Digital Wax D08j	6,5x 6,5x 9 cm	50 micron	Yes	8 horas	\$ 23 520,00
FormLabs Form 2	14,5x 14,5x 17,5 cm	140 micron	No	8 horas	\$2 019,00

Fuente: propia

Tabla 18. Insumos para el molde de silicona polimerizable

Insumos	Cantidad	Precio
Silicona blanca de elasticidad mediana	1 kg	S/ 67,38
Catalizador		

Fuente: propia

Para el molde de metacrilato se necesitará un perfil en forma de “U”, y un par de láminas que cubran el perfil y gomas elásticas para sujetar las piezas antes mencionadas.

Se ensambla el perfil de metacrilato en forma de “U” con una de las láminas de metacrilato, y la otra lámina quedara suelta para mayor facilidad al soldar la pieza de cera en su interior.

Tabla 19. Materiales para formar el molde

Materiales	Cantidad (unidades)	Medidas
Perfil de metacrilato en forma de "U"	1	Largo: 10,0 cm Ancho: 4,0 cm Profundidad: 5,0 cm
Láminas de metacrilato	2	Largo: 12,0 cm Ancho: 8,0 cm
Gomas elásticas	2	Largo: 6,0 cm Ancho: 4,0 cm

Fuente: propia

La ficha técnica de este insumo se apreciará en la siguiente tabla.

Tabla 20. Ficha técnica de la Silicona de elasticidad media + Catalizador

FICHA TECNICA	
Modo de empleo: BASE	
Tiempo de trabajo (25%)	2 horas
Tiempo de desmoldeo	4 horas
Características del producto:	
Dureza	10
Resistencia a la rotura (kg/cm ²)	10
Alargamiento (%)	300
Contracción lineal (%)	0,3
Medidas de seguridad	
El catalizador es un producto tóxico e inflamable. Tanto su manipulación como la mezcla con la base deben realizarse con las adecuadas protecciones.	

Fuente: propia

En la lámina 4, se logra apreciar las tres vistas que corresponden al molde de silicona polimerizable.

Lámina 4. Molde de Silicona Polimerizable

VISTA ISOMETRICA

VISTA FRONTAL

PARTES DEL MOLDE DE SILICONA POLIMERIZANTE

A PERFIL DE ALUMINIO EN FORMA DE "U"
0.04 m, 0.05 m, 0.10 m

B GOMAS ELASTICAS
0.04 m, 0.06 m

C LAMINAS DE METACRILATO
0.08 m, 0.12 m

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL					
TITULO DE TESIS: Número: "Tratamiento de Alcapuro del Proceso de Fabricación de Zapa para el Incremento del Nivel de Producción en una Zapatera de Lambayeque"		EMPRESA: Empresa Joyera		REVISADO: TIT: YANESSA GARCIA ESCALA: 1:100 FECHA: 20/01/2018	
DIET: CHECLAYO	PROF: CHECLAYO	DPTO: LAMBAYEQUE	LAMINA: MOLDE DE SILICONA POLIMERIZANTE	N° FIGURA: L-5	
ELABORADO POR: ALICIA STEFANIA LOPEZ VARGAS					

Fuente: propia

Para elaborar el molde de silicona polimerizante es necesario tener la sortija de compromiso en cera, la cual se soldará a una varilla de cera y a la estructura de metacrilato en forma de “U”. Una vez soldadas la sortija de compromiso de cera, se cubrirá la estructura de metacrilato con la lámina de metacrilato que será ajustada con ayuda de gomas elásticas.

Por otro lado, en un recipiente se mezclará la silicona blanca más el catalizador, y se pondrá en la máquina al vacío, para eliminar las burbujas que estén en la mezcla. Finalmente se introduce la mezcla en el molde de metacrilato con la sortija de compromiso de cera y se deja reposar por 6 horas al aire libre, para que se solidifique.

Pasado el tiempo de secado se quita el molde de metacrilato, dejando el molde de silicona polimerizante, y finalmente se comienza a cortar en medio hasta lograr sacar la sortija de compromiso de cera que se encuentra en el interior.

Se tomaron en cuenta otros equipos necesarios para trabajar con la cera perdida. En la tabla 21, se mencionan los equipos requeridos para ejecutar las actividades de la elaboración de las joyas.

Tabla 21. Equipos a emplear en la nueva distribución del taller joyero

Actividad	Equipo de emplear	Requerimiento
Inyección de cera	Inyectora de cera	Introducir cera fundida en el molde
Soldadura	Soldadora de cera	Para soldar piezas de cera
Armado de árbol de cera	Cilindros perforados de acero refractario	Son recipientes cilíndricos en donde en su interior estará el árbol de cera y se aplicará la cera de yeso.
Horneado	Horno con microprocesador	Se elimina la cera del interior del cilindro
Fundición	Fundidora multifunción	Provoca un vacío muy fuerte al cilindro que succiona el metal hacia el interior de la bomba.
Reposo de la mezcla del molde		Eliminar aire del preparado

Fuente: propia

Antes de seleccionar el modelo adecuado de los equipos se realizó una pequeña evaluación con cuadros comparativos, lo cuales se resumen a continuación:

✓ **Inyectora de cera**

Esta máquina será usada para inyectar en el molde de silicona polimerizable y lograr crear réplicas exactas de la pieza. En la tabla 22, se puede apreciar los diferentes modelos de inyectora de cera.

Tabla 22. Criterios de selección de una maquina Inyectora de cera.

Modelo	L1500D	L2500D	TR 3K
Capacidad cera	1,5 kg aprox.	2,5 kg aprox.	3 kg
Temperatura max.	85°C	85°C	90°C
Alimentación	220 V. Monof.	220 V. Monof.	220 V. Monof.
Potencia	160 W	320 W	400 W
Dimensiones	16x16x52 cm	19,5x19,5x53,0 cm	45x33x30 cm
Costo (S/)	S/ 3 990,80	S/ 3 765,4	S/ 4 393,96

Fuente: comrashop

La más adecuada es la inyectora de cera L2500D, está diseñada para cumplir con las necesidades de los pequeños y medianos talleres, con el objetivo de solucionar inconvenientes que se dan a menudo en la fundición de piezas de pequeño tamaño. La estabilidad y la uniformidad de la temperatura del volumen de cera fundida, la regulación de su presión y la exactitud de las boquillas de inyección contribuyen a lograr esta finalidad.

Además, está equipada con tanques fundidos de aleación de aluminio que contribuye una gran estabilidad térmica y elementos calefactores de banda que avalan el calentamiento uniforme de la cera además de un termostato digital de precisión. El sistema de válvula o boquilla de inyección cuenta con un pequeño reservorio que le permite la generación de chorros de cera sin complicaciones o burbujas de aire.

Por último, la tapa superior del contenedor de cera dispone de un cierre fácil, válvula de descompresión, manómetro de control y una bomba manual para garantizar la autonomía de la máquina.

Tabla 23. Ficha técnica de la Inyectora de ceras

	Nombre	Inyectora de ceras
	Modelo	L2500D
	Capacidad	2,5 kg aprox.
	Temperatura	85 °C max.
	Alimentación	220 V. Monof.
	Potencia	320 W
	Dimensiones	19,5x 19,5x 53,0 cm
	Peso	7,5 kg

Fuente: comrashop

✓ Soldadora de cera

Este equipo será utilizado para unir piezas de cera ya sea para ensamblar en el molde de metacrilato, para el armado del árbol de cera, o cuando se requiera soldar cualquiera de las fragmentos de cera.

Tabla 24. Ficha técnica de soldadura de cera

	Nombre	Soldadura de cera
	Modelo	GH612C
	Material	Metal
	Alimentación	220 V
	Potencia	50 W
	Peso	0,9 kg
	Dimensiones	7,3 x 15,9 x 11,9 cm
	Temperatura	Ajustable

Fuente: comrashop

✓ Cilindros perforados de acero refractario

Son recipientes cilíndricos que en su interior se introducirá el árbol de cera ya armado, y se vertiera la mezcla previamente preparada, y seguidamente se ira a un horno. El tipo de material debe ser resistente a las altas temperaturas que será sometido.

Existen diferentes tamaños de cilindro, pero según el lote y la dimensión del molde.


Tabla 25. Criterio de selección de cilindro microfusión

Cilindro Microfusión			
Nombre	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3
Material	Acero refractario	Acero refractario	Acero refractario
Versión	Agujeros	Agujeros	Agujeros
Espesor acero	2 mm	2 mm	2 mm
Altura (h)	120 mm	110 mm	150 mm
Diámetro (d)	90 mm	80 mm	100 mm
Diámetro con aro	130	120 mm	140 mm
Peso	950 g	750 g	1,3 kg

Fuente: comrashop

Tabla 26. Cilindro perforado de acero refractario

Nombre	Cilindro Microfusión
Material	Acero refractario
Versión	Agujeros
Espesor acero	2 mm.
Altura (h)	120 mm
Diámetro (d)	90 mm
Diámetro con aro	130
Peso	950 g



Fuente: comrashop

✓ Horno microfusión

A continuación, se tomaron 3 modelos de horno para microfusión, que podrían usarse en el taller de la empresa joyera:

Tabla 27. Selección de horno para microfusión

Modelo	CTP-7	CTP- 14	CTP- 26
Capacidad	7 litros	14 litros	26 litros
Temperatura max.	1050°C	1050°C	1050°C
Medidas útiles	21x21x16 cm	21x42x16 cm	30x40x22 cm
Alimentación	220 V	220 V	220 V
Potencia	2,5 KW	3,0 KW	4,2 KW
Medidas exteriores	47x48x63 cm	47x69x63 cm	56x67x69 cm
Costo	S/ 8 633,00	S/ 10 041,44	S/ 10 611,80

Fuente: comrashop

Viendo la capacidad que tendrá cada horno se eligió el modelo CTP-7 ya que este es adecuado para la elaboración de los cilindros de microfusión. Proporcionará un procedimiento térmico controlado, que será ideal para la exclusión de la cera, el secado y refractarizado del revestimiento.

Para el tratamiento térmico contará con un cuadro de control con microprocesador y display LCD.

- ✓ 8 tiempos de espera
- ✓ 8 rampas de calentamiento
- ✓ 8 tiempos de mantenimiento
- ✓ 9 memorias programables

El cuadro de control está provisto de un microprocesador, con 9 programas en memoria. Cada uno consta de un tiempo de espera (puesta en marcha retardada) y a elegir desde 1 hasta un máximo de 8 segundos. Cada segmento está formado por una rampa controlada (de subida o bajada de temperatura) y un tiempo de mantenimiento. Para automático al final de cada rampa. Incorpora pirómetro, termopar y contacto totalmente independiente.

Tabla 28. Ficha técnica de un Horno de microfusión

	Nombre	Horno de Microfusión
	Versión	CTP-07 con programador
	Capacidad (volumen)	7 Litros
	Temperatura	1 050°C max.
	Dimensiones exteriores	47x 69x 63 cm
	Dimensiones interiores	Ancho= 21 cm Fondo= 42 cm Altura= 16
	Alimentación	220 V
	Potencia	3,0 KW
	Bandeja de acero refrac.	Incluida; con salida de ceras.

Fuente: comrashop

✓ **Fundidora multifuncional**

Para la fundidora, se tomó en cuenta la funcionalidad de cada una de ellas, en la que pueda aportar de manera positiva a la producción en el taller:

Tabla 29. Selección de fundidora multifuncional

Modelo	Vacuum R	R92
Batidora		X
Cámara de vacío	X	X
Vibración	X	X
Diámetro cilindro	80 mm	100 mm
	90 mm	110 mm
	100 mm	120 mm
Altura cilindro	hasta 200 mm	hasta 220 mm
Capacidad batidora	-	4,0 kg. Revestimiento
Bomba de vacío	8 m ³ /h doble efecto	8 m ³ /h doble efecto
Alimentación	220 V. Monof.	220 V. Monof.
Potencia	0,25 KW	0,5 KW
Dimensiones	56x34x58 cm	62x40x190 cm
Costo	S/ 8 846,4	S/ 17 557,00

Fuente: propia

Escogimos la maquina Vacuum R, la cual dispone de cámara al vacío y vibradora para la preparación del revestimiento, así como cámara de absorción para cilindros de hasta 200x 100mm. Incorpora Bomba de Vacío de 8m³/h.

Tabla 30. Ficha técnica de Fundidora Multifuncional

	Nombre	Fundidora Microfusión
	Modelo	Vacuum R
	Alimentación	220 V Monof.
	Potencial	0,25 Kw/1,5 Amp
	Dimensiones	56x 34x 58 cm
	Peso	37 kg.
	Bomba al vacío	8 m ³ /h doble efecto
	Regulador vibración	Electrónico

Fuente: comrashop

3.4.1.1.2. Realizar un programa de capacitación

La mano de obra debe contar con el conocimiento necesario para poder ser capaces de poder operar la maquinaria del proceso, como el horno eléctrico, el sistema de vaciado al vacío, el horno de reconocimiento, entre otros.

Para el correcto funcionamiento de las nuevas máquinas y herramientas que se adquirirán por la propuesta que se plantea, se propone la realización de un programa de capacitación a todos los artesanos del área de producción. Mediante este programa de capacitación se busca lograr que todos conozcan la operatividad de cada maquinaria y en caso de que alguno falte, el otro pueda reemplazarlos en sus labores sin ningún problema.

Para temas relacionados a Seguridad y Salud en el Trabajo (Ley 29783) se realizó una elección de las personas capaces de capacitar al personal de la empresa joyera.

Tabla 31. Elección de capacitadores en SST

Capacitador	Costo (S/)
MCB Consulting & Training S.A.C.	S/ 950,00
SeguriSalud	S/1 500,00
Trabaja en AGS	S/ 1 250,00

Fuente: propia

Debido a su experiencia se optó por escoger a MCB Consulting & Training S.A.C., para que sea la responsable en facultar al personal de la empresa joyera sobre temas concernientes a Seguridad y Salud en el trabajo.

Asimismo, para la nueva técnica de microfusión que se aplicara en la empresa joyera, se necesitara personal con experiencia en este tema para que capacite a todo su personal de taller y los guíe para un mejor desarrollo. En la tabla 32 se puede observar una relación de institutos. Es por ello que escogimos al docente que trabaja en Kariwasi, ya que tiene el conocimiento suficiente para que puedan instruir a los artesanos sobre el trabajo en cera y el armado de árbol.

Tabla 32. Elección de capacitadores en el armado del árbol de cera

Capacitador	Costo (S/)
Técnico de SENATI	S/ 1 200,00
Docente de Koriwasi-Cajamarca	S/ 1 050,00

Fuente: propia

I. Objetivo

Contar con un personal calificado que desarrolle sus funciones de tal manera que se logre un aumento de la producción en el taller de la empresa joyera.

II. Aspectos para la implementación

- a) El programa de capacitación aplicara a todos los artesanos del área de producción de la empresa.
- b) Las capacitaciones serán realizadas dentro de las instalaciones de la empresa.

III. Cursos para la capacitación

En la tabla 33, observaremos el programa de capacitación que se desarrollará, tomando en cuenta que el curso se dictará con el objetivo que se quiere alcanzar, así como los responsables de la capacitación, a quienes va dirigida cada una y el periodo de realización.

Tabla 33. Programa de capacitación

Curso	Objetivo del Curso	Periodo de Realización	Responsable	Dirigida a
Seguridad y Salud en el trabajo	Aprender acerca de las enfermedades ocupacionales, IPER, y uso de los EPP adecuado según el tipo de trabajo que realiza, política de SST.	2 h/día (Lunes-Miércoles-Viernes) Por 2 semanas	Personal Contratado	Todo el personal de la empresa
Operatividad de máquinas y equipos.	Aprender la operatividad de todas las máquinas y equipos	2 h/día (Lunes-Jueves) Por 2 semanas	Proveedor de la maquinaria	Artesanos
Diseño y elaboración de árbol de cera	Aprender a diseñar y a elaborar de manera eficiente los recursos para la aplicación de la cera.	2h/día (Martes-Viernes) Por 4 semanas	Personal Contratado	Artesanos

Fuente: propia

IV. Cronograma de Capacitación

El plan de capacitación se desarrollará siguiendo un cronograma anual (Tabla 34), en donde se muestra los meses y semanas en que se efectuará cada curso planteado.

Tabla 34. Cronograma Anual de Capacitación

Curso	Año 01				Año 02			
	Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Seguridad y Salud en el trabajo								
Operatividad de máquinas y equipos.								
Diseño y elaboración de árbol de cera								

Fuente: propia

V. Procedimiento del programa de capacitación:

En el siguiente cuadro, mostramos el procedimiento del programa de capacitación establecida.

Tabla 35. Procedimientos del programa de capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN		
Objetivo		
Definir los criterios y actividades necesarias para la capacitación del personal, donde se tomará en cuenta las necesidades que presenta la empresa joyera.		
Alcance		
Será aplicable a los tres artesanos que trabajan en el taller de la empresa joyera.		
Responsable		
Gerente general de la empresa y maestro artesano.		
Desarrollo		
1	Identificación de necesidad	Debido a que se implementará una nueva técnica y maquinaria, requerirá fortalecer sus habilidades en la elaboración de joyas y mejorar sus competencias.
2	Elaboración de cronograma de capacitación	Se realizará la capacitación a los tres artesanos que laboran en el taller, además se tendrá en cuenta su disponibilidad para que puedan asistir sin ningún inconveniente teniendo en cuenta las fechas y hora idóneas para la misma.
3	Preparación de capacitación	El Gerente General contratará a MCB Consulting & Training S.A.C y un docente de Koriwasi-Cajamarca para dictar las capacitaciones, que se llevarán a cabo en las instalaciones de la empresa. Además, se le brindará los materiales necesarios para la capacitación, como un bloc lapicero, guía de contenido básico de SST.
4	Evaluación de la capacitación	Después de la capacitación se evalúa al personal involucrado para garantizar que han adquirido correctamente todos los conocimientos brindados.
5	Certificado de la capacitación	Para aquellas personas que ha pasado aprobatoriamente la evaluación de la capacitación y hayan cumplido con la asistencia establecida.
6	Aplicación de acciones correctivas, preventivas y de mejora	Estas acciones están orientadas a establecer un aprendizaje continuo como evaluaciones de conocimientos al personal y reforzamiento de temas relacionados a la labor que desempeñan
Registros		
Formato de control de asistencias (Ver Anexo 6)		

Fuente: propia

3.4.1.1.3. Propuesta para el cálculo de un tiempo estándar:

Este tiempo permite que se trabaje en un periodo de tiempo determinado, pero tomando en cuenta ciertas consideraciones en el operario, tales como el factor de calificación y algunas tolerancias propias dentro de un centro de trabajo. Para determinar el tiempo estándar es necesario usar de la siguiente fórmula:

$$T_{e\acute{a}n} = T_p \times F_{dc} \times (1 + \%T)$$

Ahora para determinar el factor de calificación es importante tomar en cuenta 4 aspectos como son habilidad en el operario, esfuerzo, consistencia y condiciones según el sistema Westinghouse (Ver anexo 7). Para este caso según las condiciones en las que laboran los operarios, es decir para cada uno de los 4 aspectos antes mencionados los operarios tienen un rendimiento bueno. El resultado fue:

Tabla 36. Factor de calificación según Sistema Westinghouse

ASPECTO	FACTOR
Habilidad	0,03
Esfuerzo	0,02
Condiciones	0,02
Consistencia	0,01
TOTAL	0,08

Fuente: propia

Para el porcentaje de tolerancia es necesario tomar en cuenta una tabla de suplementos, en donde se identifica aspectos ya sea para un artesano hombre o mujer (ver Anexo 8). Se tomaron en cuenta dos aspectos importantes, ya sea la tolerancia por necesidades personales y por fatiga del artesano. Cabe resaltar que en el taller de la joyería solo laboral hombres, es por eso que se tendrá como resultado:

$$\text{Artesano- hombre: } 0,07 + 0,04 = 0,11$$

Considerando los tiempos tomados por cada equipo que se implementara en la aplicación de la técnica de microfusión, y aplicando el factor de calificación y el de tolerancia, se ha logrado sacar los nuevos tiempos por cada operación son:

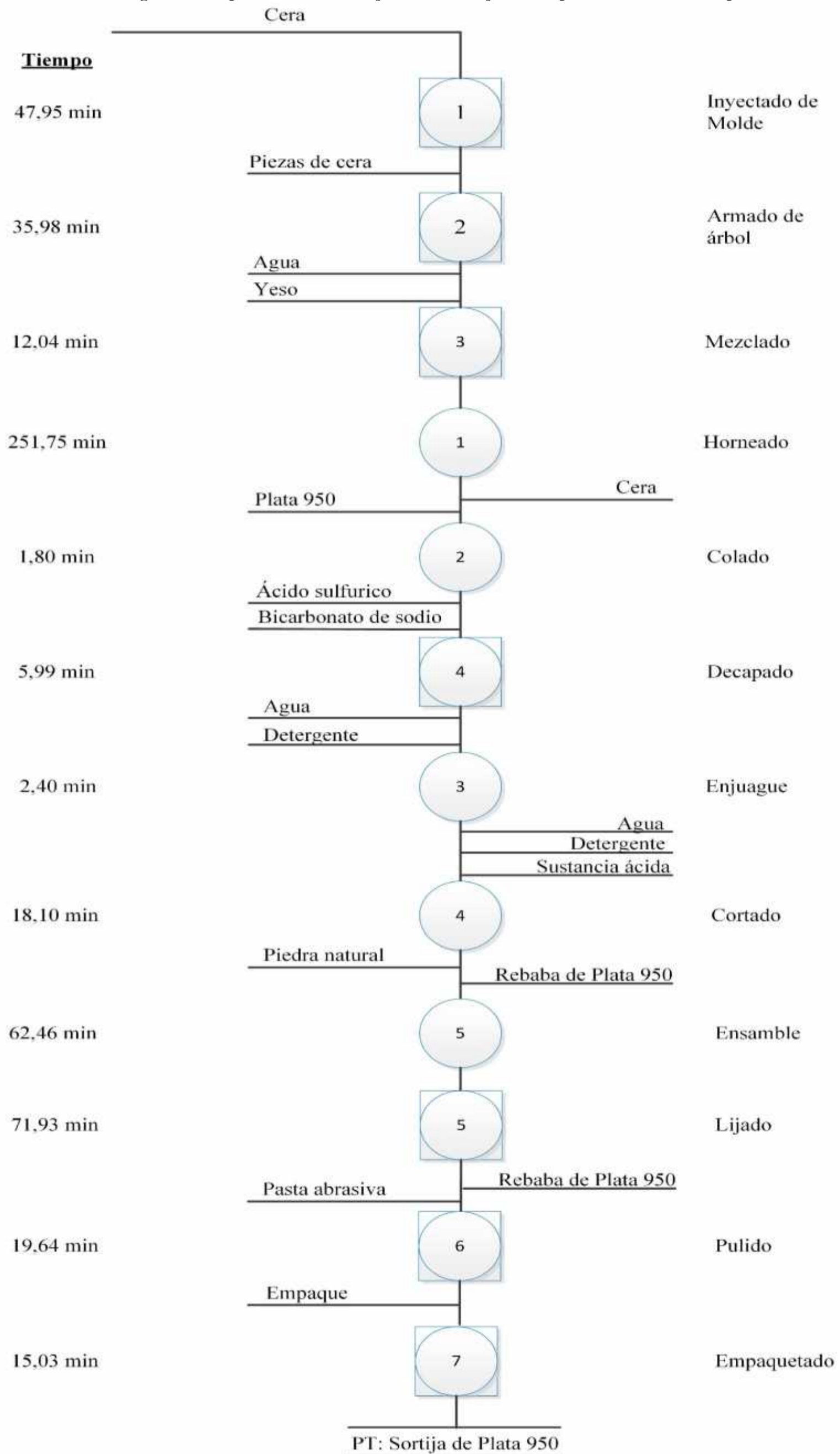
Tabla 37. Nuevos tiempos por cada operación en la técnica micro fusión- sortija de compromiso

Actividades del proceso	Tiempo promedio (min)	Factor de calificación	% Tol.	Tiempo estándar (min)
Impresión 3D	48,00	1,08	1,11	57,54
Inyectora	40,00	1,08	1,11	47,95
Armado árbol	30,01	1,08	1,11	35,98
Mezclado	10,04	1,08	1,11	12,04
Horneado	210,00	1,08	1,11	251,75
Colada	1,50	1,08	1,11	1,80
Decapado	5,00	1,08	1,11	5,99
Enjuague	2,00	1,08	1,11	2,40
Cortado	15,10	1,08	1,11	18,10
Ensamble	52,10	1,08	1,11	62,46
Lijado	60,00	1,08	1,11	71,93
Pulido	16,38	1,08	1,11	19,64
Empaquetado	12,54	1,08	1,11	15,03
TOTAL	502,66			602,59

Fuente: propia

Por lo tanto, según la tabla el tiempo total del proceso es de 602,59 minutos. Para poder apreciarlo mejor se realizó un Diagrama de Operaciones. (Gráfico 20).

Gráfico 20. Diagrama de Operaciones de la mejora de la sortija de compromiso 950 con Tiempo estándar



Fuente: propia

✓ **Propuesta de una guía en cada puesto de trabajo**

Para un mejor entendimiento de lo que se tiene que realizar en cada proceso, se propone poner una guía de los pasos que se debe seguir en cada área de trabajo. Esto no solo ayudara a los artesanos que están laborando actualmente, sino también el personal nuevo que ingrese tenga conocimiento de lo que se debe hacer para aplicar la técnica de microfusión.

El artesano que le toque realizar el molde de silicona polimerizable debe de guiarse de los pasos que se muestra en la presente tabla.

Tabla 38. Guía para realizar un molde de silicona polimerizable.

AREA	PROTOTIPADO Y ARMADO
PROCESO	MOLDE DE SILICONA POLIMERIZABLE
<p>PASO 1: Para construir el molde se precisa un perfil de metacrilato en forma de “U”, un par de láminas de metacrilato que cubran por completo el perfil y unas gomas elásticas o una mordaza para sujetar el metacrilato contra el perfil.</p> <p>PASO 2: Para obtener un molde de silicona de una cera, se suelda una pequeña varilla de cera en el modelo y se introduce su extremo en el interior de un cono metálico pegado a la base del marco.</p> <p>PASO 3: Se mide primero la silicona que deberá intervenir en el molde y, una vez pesada, se añade un 5% de su peso en catalizador. Se mezclan los componentes procurando evitar que se generen burbujas.</p> <p>PASO 4: Procurar no tocar el modelo de cera durante el vertido de la silicona, se rellena por completo el molde.</p> <p>PASO 5: Se deja reposar todo un día sin moverlo y se libera del marco una vez completada la polimerización. Se corta todo el exterior del molde, sin cortar la cera del interior durante su manipulación.</p> <p>PASO 6: Se inyectan tantas ceras como copias en metal se desee realizar.</p>	

Fuente: propia

La siguiente actividad es la inyección de cera en el molde, por lo que el artesano debe seguir los pasos que se muestran en la tabla 39.

Tabla 39. Guía para realizar la inyección de cera en el molde

AREA	PROTOTIPADO Y ARMADO
PROCESO	INYECCION DE CERA EN MOLDE
<p>PASO 1: Introducir la cera para inyección en el calderín y se cierra el compartimiento. Una vez fundido la cera a la temperatura adecuada (65-75 °C), se ajusta la presión de aire en la parte interna del calderín para inyectar la cera en el molde a través de la válvula o pistón.</p> <p>PASO 2: Se introduce el molde por su boca o apertura presionándolo contra el pistón de la inyectora.</p> <p>PASO 3: Para más copias, espolvorear talco en el molde. Y finalmente golpear entre sí las dos mitades del molde, para dejar una fina capa de polvo de talco.</p>	

Fuente: propia

Para que el artesano sepa cómo hacer el montaje para armar el árbol de cera, debe hacer lo que explica en la tabla 40.

Tabla 40. Guía para realizar el montaje del árbol

AREA	PROTOTIPADO Y ARMADO
PROCESO	MONTAJE DEL ARBOL
	<p>PASO 1: Revisar cada pieza de cera y eliminar o reparar las ceras defectuosas</p> <p>PASO 2: Se pesa la base de goma.</p> <p>PASO 3: Se suelda cada pieza de cera en una varilla realizada con la misma cera con un ángulo de 45° aproximadamente, para asegurar una alimentación adecuada de metal durante el colado.</p> <p>PASO 4: Con el soldador de ceras se van soldando las diferentes ceras en el tronco central del árbol, evitando el contacto entre ellas y con las paredes del cilindro de refractario.</p> <p>PASO 5: Se pesa el árbol junto a la base de goma y se le resta el peso de esta última la cual ya fue pesada previamente. Es imprescindible conocer el peso de la cera de árbol.</p> $P_c = P_a - P_b$ <p> $P_c = P$ d l: c d ár . $P_a = P$ d ár c b . $P_b = P$ d l: b d g . </p> <p>PASO 6: Se calcula el peso del metal fundido que se debe introducir en el cilindro.</p> $P_m = P_c(\delta) + 2$ <p> $P_m = P$ d m (P u o) $P_c = P$ d l: c d ár . $\delta = D$ d l: p d ley (A = 1 , 5) u o d l: (A = 1 , 5) </p>

Fuente: propia

La siguiente actividad es el revestimiento, por lo que el artesano debe seguir los pasos que se exponen en la tabla 41.

Tabla 41. Guía para realizar el Revestimiento

AREA	PROTOTIPADO Y ARMADO
PROCESO	REVESTIMIENTO
<p>PASO 1: Se recubre el cilindro perforado con cinta de carroceros, y se coloca de modo que exceda unos dos centímetros.</p> <p>PASO 2: Se conoce el volumen del revestimiento. Y para ello se rellena el cilindro perforado con un 75% de agua, esta agua será medida por una probeta milimetrada.</p> $P_r = \frac{V_1 \times 1}{V_2}$ <p>P_r = Cantidad de polvo de revestimiento V_1 = Volumen de agua destilada, obtenida de la probeta milimetrada (c. 3) V_2 = Volumen de agua aconsejado por el fabricante = 40%</p> <p>PASO 3: Se prepara el volumen de los diferentes volúmenes de agua y de revestimiento en polvo en un recipiente y se mezcla el conjunto durante un máximo de dos minutos hasta lograr una mezcla homogénea de revestimiento.</p> <p>PASO 4: Rápidamente, se introduce en la bomba al vacío, de no más de 3 minutos, para eliminar el aire de la mezcla.</p> <p>PASO 5: Se abre la válvula de la bomba y se extrae el revestimiento para llenarlo en el cilindro con cuidado de no dañar el árbol durante el vertido.</p> <p>PASO 6: Una vez relleno el cilindro se somete a un segundo vacío con menor potencia de vibración para eliminar el aire de su interior.</p> <p>PASO 7: Se saca los cilindros de la bomba y se deja reposar mínimo una hora.</p>	

Fuente: propia

El artesano que realice el funcionamiento del horno debe de seguir los pasos que se exponen en la sucesiva tabla.

Tabla 42. Guía para realizar el Quemado

ÁREA	FUNDIDO
PROCESO	QUEMADO
<p>PASO 1: Se introduce el cilindro en el horno.</p> <p>PASO 2: Se programa la curva de calor del horno, de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subir los primeros 15 minutos a 100 . - Mantener los 100 durante 15 minutos - Subir progresivamente hasta los 400 en 45 minutos. - A 400 mantener durante 20 minutos. - En 20 minutos subir directamente a 750 - Mantener los 750 durante 30 minutos. - Descender a la temperatura de vaciado en 25 minutos, entre los 450 y los 600 . Esta temperatura final debe mantenerse al menos unos 40 minutos. 	

Fuente: propia

La siguiente actividad es la fundición, por lo que el artesano debe seguir los pasos que se revelan en la tabla 43.

Tabla 43. Guía para realizar la Fundición

ÁREA	VACIADO
PROCESO	FUNDICIÓN
<p>PASO 1: Se funde el metal que fue previamente pesado.</p> <p>PASO 2: Se retira el cilindro caliente del horno y rápidamente se introduce en la bomba al vacío.</p> <p>PASO 3: Se realiza el vacío en el interior de la cámara de vaciado al tiempo que se derrama el metal fundido en el interior del cilindro.</p>	

Fuente: propia

Para realizar el lavado se debe realizar los pasos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 44. Guía para realizar el Lavado

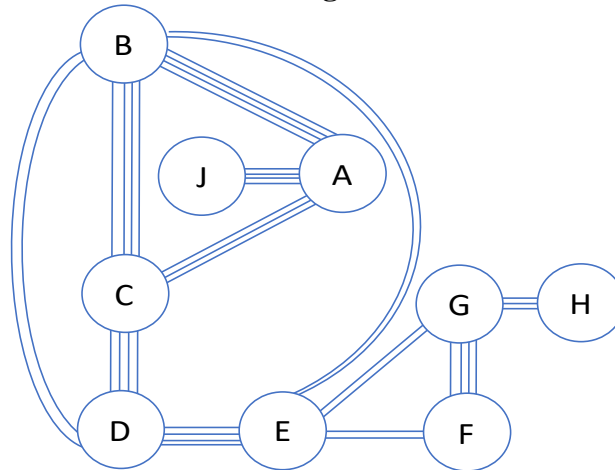
ÁREA	LAVADO Y DECAPADO
PROCESO	LAVADO
<p>PASO 1: Una vez colado el metal, se introduce en agua en donde se romperá el revestimiento y libera el árbol con las piezas.</p> <p>PASO 2: Cuando el metal se ha enfriado, se limpia con un cepillo duro, y después se introduce en una solución decapante para eliminar la oxidación decapante.</p> <p>PASO 3: Se corta las piezas con una cizalla e se inicia el acabado final de la pieza.</p>	

Fuente: propia

3.4.1.2.Mejora II: Adecuada distribución de las áreas de trabajo

Para poder mejorar la distribución del taller, se propone el método de planeación sistemática de la distribución (SLP), este método implicó el desarrollo de una gráfica de relación que muestra el grado de importancia de tener cada área localizada en forma adyacente a cada una de las otras áreas. Para ello se procedió de la siguiente manera:

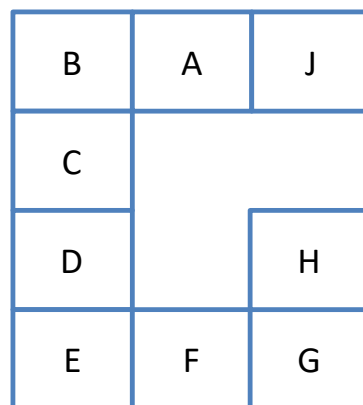
- ✓ Se construyó una matriz diagonal y se anotó los datos correspondientes a nombre y espacio ocupado por el área.
- ✓ Se llenó cada uno de los cuadros ocupados por la matriz con la letra del código de proximidades que se consideró más acorde con las necesidades de la cercanía entre las áreas.
- ✓ Se construyó un diagrama de hilos usando el valor de las líneas del código de proximidad, siendo la base para proponer la distribución.

Gráfico 22. Diagrama de hilos

Fuente: propia

Según el gráfico 22, se puede observar que el área que necesita estar lo más cercana posible es el área de fundición, y vaciado, ya que es en donde el artesano realiza la mayor parte del tiempo de sus jornadas en ese lugar.

Se dio forma a la disposición óptima teniendo en cuenta las superficies y restricciones de espacio de cada área.

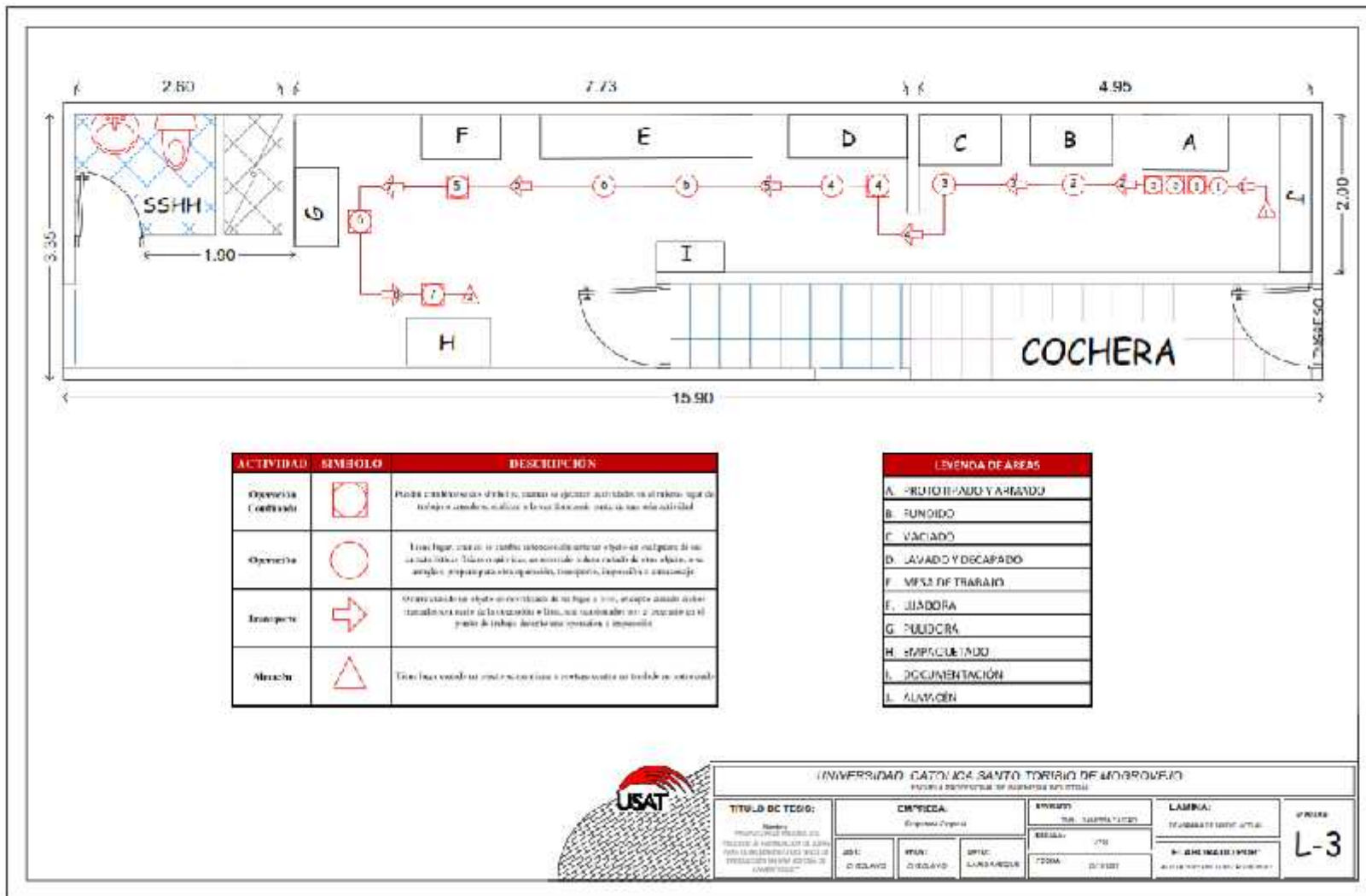
Gráfico 24. Disposición óptima de superficies según las restricciones.

Fuente: propia

Como se puede apreciar en el gráfico 23, se diseñó la mejor distribución de las diferentes áreas dentro del taller, con el objetivo de poder disminuir tiempos de traslado, y que se haga más fácil que las áreas estén cerca.

Una vez propuestas las áreas se desarrolla un diagrama de recorrido para poder observar las operaciones que se logran cruzar (Lámina 5).

Lámina 6. Diagrama de recorrido de la empresa joyera- Mejora



Fuente: propia

De acuerdo a lo obtenido se modificó la distribución buscando evitar los cruces en el recorrido, tal y como se evidencia en el diagrama de recorrido de la empresa (Lámina 5). Esta nueva distribución mejora el flujo del proceso productivo, reduciendo el tiempo de recorrido y eliminando cruces (Ver Anexo 9).

3.4.1.3.Mejora III: Ordenamiento del ambiente de trabajo.

Una de las causas de los tiempos improductivos de la empresa joyera es el ambiente de trabajo y como se evidencia, este no es el más adecuado para que los operarios realicen sus funciones correctamente. La implementación de estas estrategias se propone con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, ordenados y limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral [7].

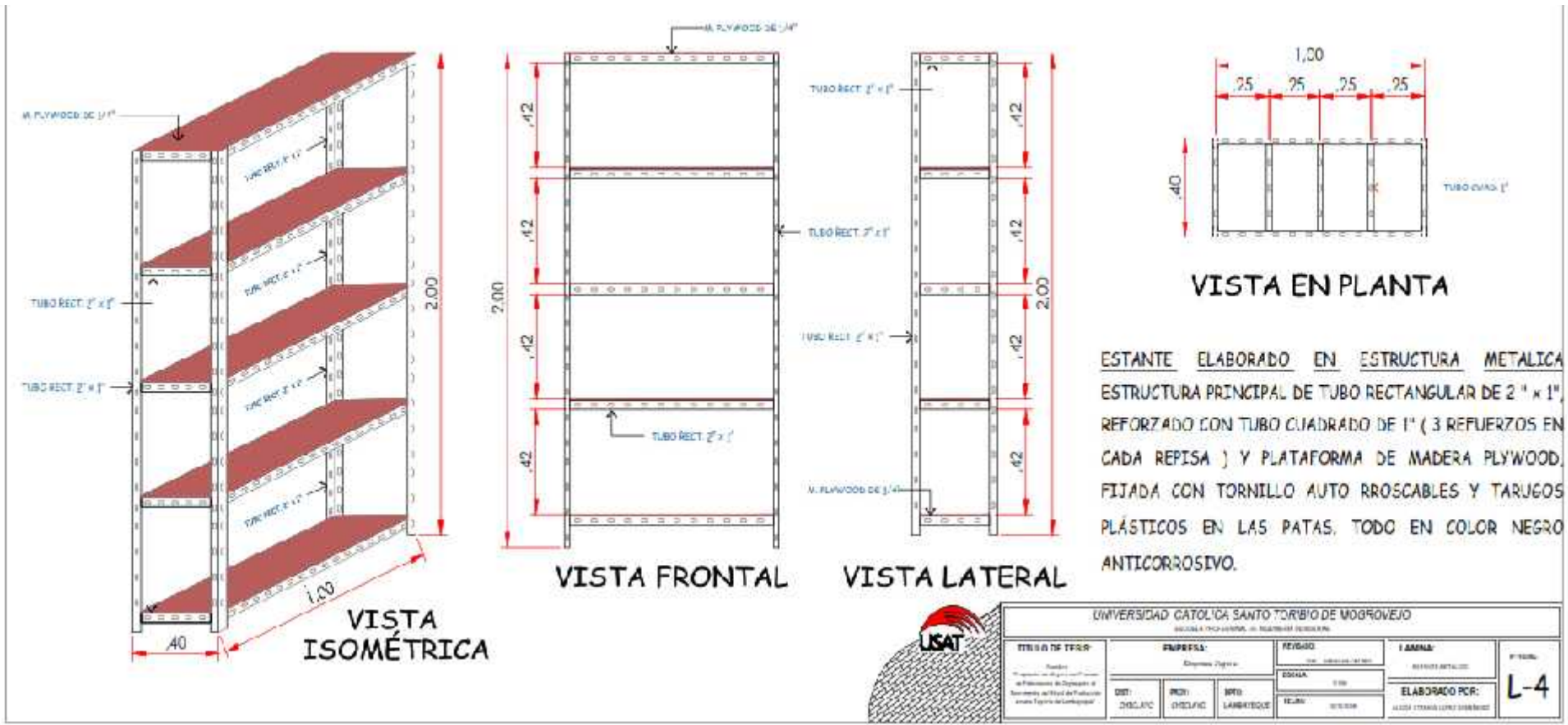
✓ Ordenar los insumos

Para la implementación de esta estrategia se iniciará primero con una charla a todos los operarios acerca de esta herramienta, su aplicación y las ventajas de esta. Luego se procede a eliminar las herramientas, materiales u otros elementos innecesarios, así también ordenar los elementos que se encuentran en su lugar de trabajo o los almacenes de forma que su búsqueda sea de manera fácil y reducir el tiempo que se emplea en encontrar algún elemento [7].

Por lo que se propone colocar estantes para que los artesanos puedan adquirir con mayor facilidad con los insumos.

Uno de ellos es el estante de fierro, para que los artesanos logren organizar todos sus insumos y herramientas que utilizan. En la lámina 6 se muestra las vistas de este estante.

Lámina 9. Estante de hierro



Fuente: propia

✓ Limpieza del ambiente de trabajo

Se procede a limpiar todas las áreas de trabajo, estantes en donde se almacenan los materiales y producto terminado, el ambiente de la empresa en general. Se acordó que se realizará una limpieza general el sábado de cada semana y tendrá una duración de 2h. Así también, se realizará una limpieza menor diaria, 20 minutos antes de terminar su jornada laboral [7]. La persona encargada de supervisar esta limpieza será el maestro artesano.

✓ Codificación de materiales

Para facilitar la ubicación de los materiales almacenados, las empresas usan un sistema de codificación. Cuando la cantidad de artículos es muy elevada, es casi imposible identificarlos por sus respectivas características.

Por lo que, la codificación que tendremos sería en los moldes de silicona vulcanizable, en donde se clasificara según el almacén, tipo de producto, y el número de molde que le corresponde.

En primer lugar, se pondrán los tres primeros dígitos correspondientes al número de almacén “001”

En segundo lugar, se pondrá el número del producto que corresponda, según la siguiente tabla:

Tabla 44. Códigos según el tipo de producto

PRODUCTOS	#
Aretes	001
Aros o alianzas	002
Cadenas	003
Collares-dijes	004
Pulseras	005
Sortija de compromiso	006
Sortija diseño	007

Fuente: propia

Y para finalizar, los cuatro últimos dígitos dependerán del molde de su fabricación.

Es decir, el código debe contar con 10 dígitos. Como se muestra en la siguiente tabla, el código sería “001-004-0174”

Tabla 45. Ejemplo de codificación de dijes

ALMACEN	PRODUCTO	N° serie
001	004	0174

Fuente: propia

Este código se encontrará en el álbum de las tiendas y en la página web para que al momento de que el cliente seleccione su joya, sea más fácil para el artesano encontrar el molde que le correspondería. Esto conllevará a la reducción de tiempo búsqueda de sus materiales o insumos.

3.4.2. Nuevos Indicadores de Producción y Productividad

Después de las propuestas de mejora es importante realizar nuevos cálculos para poder ver el cambio que hubo después de haber implementado la técnica microfusión en la joyería.

3.4.2.1. Producción

Para la aplicación de esta técnica tenemos que el cuello de botella es de 251,75 minutos y se encuentra en el área de horneado, siendo la actividad con mayor tiempo para la elaboración de las sortijas de Plata 950. Se tomará en cuenta que el tiempo base de un turno por trabajo es de 8 horas diarias, 6 días a la semana.

Entonces:

$$P = tb/c$$

P= Producción; tb= Tiempo base; c= tiempo ciclo

Donde:

$$Tb = 1 \text{ turno} \times 8 \text{ horas} \times 60 \text{ min} = 480 \text{ min}$$

$$P \quad \text{ón} = \frac{480 \text{ min. lote}}{251,75 \text{ min. turno}} = 1,91 \frac{\text{lotes}}{\text{turno}}$$

Se producirá diario una cantidad de 1,91 lotes por turno diario. Es decir, cada lote de producción es de 24 joyas, por lo tanto, por día se pueda fabricar 46 joyas. Por consiguiente, este vendría hacer su capacidad de producción diaria.

3.4.2.2. Productividad

✓ Productividad de Materiales

Para la producción de las sortijas de compromiso Plata 950, se requiere 120,56 gr de Plata 950 por cada lote (24 sortijas), y se producen 46 sortijas por día con un peso total de 229,87 g. (4,19 g c/u)

$$P \quad (M) = \frac{46 \text{ sortijas. día}}{229,87 \text{ g. día}} = 0,20 \frac{\text{sortijas}}{\text{g}}$$

Como se observa en el cálculo se obtiene que se fabrican 0,20 sortijas/ g de plata 950.

✓ Productividad de mano de obra

La empresa cuenta con 3 operarios al día, para poder calcular la productividad de mano de obra, es:

$$P \quad (M) = \frac{46 \text{ sortijas. día}}{3 \text{ operarios. día}} = 15,25 \frac{\text{sortijas}}{\text{operario}}$$

Cada operario producirá 15,25 joyas.

3.4.2.3. Eficiencia

✓ Eficiencia Física

Se toma en cuenta el peso de la materia prima utilizada para las 46 sortijas/día (1,91 lotes), que es de 229,87 g/sortijas, y el peso de la sortija ya fabricadas es de 192,74 g.

$$E \quad fi = \frac{192,74 \text{ g}}{229,87 \text{ g}} \cdot 100 = 83,85\%$$

Esto nos indica que por cada 229,87 g de Plata 950 usada, su aprovechamiento útil es de 192,74 g de plata 950, luego hay una merma de 37,13 g. de materia prima. En porcentaje se aprovecha en el producto final un 83,85% de materia prima de entrada.

Pero esta merma se vuelve a reutilizar en el siguiente proceso de la misma producción de joyas. Por lo tanto, la **eficiencia física es de 100%**

✓ Eficiencia Económica

[7]Expone la relación entre los ingresos y las inversiones, de manera que la cantidad fabricada de producto por el valor de venta se divide entre la suma de las inversiones

como los gastos de producción directos y el consumo de suministros, de manera que por cada S/1,00 invertido se gana S/ 4,82.

$$E \quad e \quad óm = \frac{S/85,00}{S/14,61} = S/5,82$$

3.4.2.4.Capacidad Real

La capacidad real es determinada por el cuello de botella del proceso, ya que sería lo máximo que pueden producir. La empresa trabaja un turno de 8 horas diarias, 24 días por mes. Por lo que la empresa tiene una capacidad real a producir de:

$$C = 46 \frac{\text{sortijas}}{\text{día}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 1\,104 \frac{\text{sortijas}}{\text{mes}}$$

3.4.2.5.Cuello de botella

El cuello de botella se encuentra en el proceso de horneado del cubilete con mezcla con 251,75 minutos.

3.4.2.6.Tiempo ciclo Mejora

El cuello de botella se encuentra en el proceso de horneado del cubilete con mezcla con 251,75 minutos.

3.4.3. Cuadro comparativo de Indicadores

Tabla 46. Comparación de indicadores sin mejora y con la propuesta de mejora

Indicadores de producción y productividad	Actual	Propuesta	Variación	
Producción	12,16 sortijas/turno	1,9 lotes/turno	276 %	<i>Aumento</i>
		46 sortijas/turno		
Cuello de botella	29,60 min/sortijas	251,75 min/lote	-82%	<i>Disminuyo</i>
		5,47 min/sortijas		
Productividad de MP	0,19 sortijas/g	0,20 sortijas/g	4%	<i>Aumento</i>
Productividad MO	6,08 sortijas/operario	15,33 sortijas/operario	152%	<i>Aumento</i>
Eficiencia física	80,58 %	100 %	24%	<i>Aumento</i>
Eficiencia económica	2,63	5,82	121%	<i>Aumento</i>
Tiempo de ciclo del proceso	99,38 min/sortijas	602,59 min/lotos	-87%	<i>Disminuyo</i>
		13,10 min/sortijas		
Capacidad real producción	291,89 sortijas/mes	1 104 sortijas/mes	278%	<i>Aumento</i>

Fuente: propia

En la tabla 48 se evidencia los indicadores obtenidos en primera instancia cuando no se propuso un plan de mejora, mientras que cuando se propone la mejora los indicadores resultaron favorables para la empresa.

- ✓ La producción aumentó con la mejora, ya que según el estudio se permite cumplir con la demanda.
- ✓ El cuello de botella se redujo hasta 5,47 minutos/sortijas para todos los productos.
- ✓ La productividad de mano de obra aumentó hasta un 152%, satisfaciendo la demanda solicitada.
- ✓ La eficiencia física mejoró, ya que se aprovechará toda la materia prima.
- ✓ La eficiencia económica aumentó hasta 121%.
- ✓ El tiempo ciclo del proceso mejoró considerablemente a 13,10 minuto/sortijas.
- ✓ Con respecto a la capacidad que antes tenía la empresa era de producir 291,89 sortijas al mes, y con la propuesta mejorada se producirá al mes 1 104 sortijas, satisfaciendo así la demanda solicitada por su cliente fiel.

3.5.Análisis costo- beneficio

3.5.1. Proyección de ventas

Para poder desarrollar la propuesta del análisis de costo- beneficio, se realizó una proyección de la demanda para poder estimar el incremento de ingresos que genera el aumento de la productividad.

Es así que se seleccionó la técnica de Suavización exponencial dado que funciona con pocos registros de periodos anteriores de la empresa, destacando los hechos más recientes sobre los más antiguos.

En el gráfico 24 muestra el grafico lineal y un conjunto de resultados del pronóstico, el cual se asemeja a la demanda real.

Gráfico 25. Proyección de la demanda

Fuente: Empresa joyera

De esta manera se logró pronosticar las ventas en unidades para 10 meses, obteniendo como resultado los datos de la siguiente tabla.

Tabla 47. Proyección de ventas de sortijas de compromiso

Mes	Ventas (und.)
1	942
2	946
3	944
4	945
5	945
6	945
7	945
8	945
9	945
10	945

Fuente: Empresa joyera

3.5.2. Beneficio de la propuesta

Al momento de aumentar la productividad trae consigo ciertos beneficios para la empresa como el incremento de la producción, así como se logra apreciar en la tabla 48, atendiendo con pedidos que no lograba satisfacer.

Actualmente la empresa tiene una producción de 12,16 sortijas/turno, lo que se deduce que al mes la joyería fabricara 292 sortijas. Con la propuesta de la técnica micro fusión se puede producir 46 sortijas por turno, es decir que al mes son 1 104 sortijas, con lo cual logra satisfacer la demanda proyectada, además puede atender a más pedidos.

Tabla 48. Incremento de unidades aplicando la propuesta

Mes	Ventas		Incremento de unidades de venta (unidades)
	Sin la propuesta (unidades)	Con la propuesta (unidades)	
1	292	942	650
2	292	946	654
3	292	944	652
4	292	945	653
5	292	945	653
6	292	945	653
7	292	945	653
8	292	945	653
9	292	945	653
10	292	945	653

Fuente: propia

Por lo tanto, con la aplicación de la propuesta se tendrá un beneficio económico. Al aumentar el número de unidades se generará ingresos por las ventas.

Tabla 49. Ingreso por venta

Ingreso por venta			
Mes	Joyas (unidades)	Precio de Venta (S/ / unidad)	Total de Ingreso (S/)
1	650	S/ 85,00	S/ 55 250,00
2	654	S/ 85,00	S/ 55 590,00
3	652	S/ 85,00	S/ 55 420,00
4	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00
5	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00
6	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00
7	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00
8	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00
9	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00
10	653	S/ 85,00	S/ 55 505,00

Fuente: propia

Cabe mencionar que, al aplicar la propuesta, está también traerá beneficios como el aumento de la eficiencia de materia, reduciendo de esta manera los costos de producción.

3.5.3. Inversión en la propuesta

Según las propuestas que se plantearon es necesario invertir en los siguientes aspectos que se presentan en la tabla 50. Esta inversión S/ 39 520,18, el cual será asumido por la empresa al 100%.

Tabla 50. Inversión de propuesta

Tangibles		Precio
Remodelación del taller		S/ 180,00
Estante metálico		S/ 350,00
Equipos de protección personal		S/ 264,90
Materiales para la capacitación		S/ 51,00
Maquinaria para la técnica microfusión		S/ 32 392,66
Materiales para microfusión		S/ 2 049,71
Materiales repuesto		S/ 350,00
Total de inversión tangible		S/ 35 638,27
Intangibles		Monto
Capacitación	Seguridad y Salud en el trabajo	S/ 950,00
	Diseño y elaboración de árbol de cera	S/ 1 050,00
Total de inversión intangible		S/ 2 000,00
Imprevistos (5%)		S/ 1 830,73
Total		S/ 39 520,18

Fuente: propia

Con respecto a la inversión tangible se discurrió el costo de la nueva distribución del taller, un estante que será ubicados en el área del almacén, EEP, materiales para la capacitación, maquinaria que se usará para aplicar la técnica microfusión, y los materiales para la microfusión. Todos esos aspectos tienen una sumatoria de S/ 35 638,27.

Para establecer los costos de los equipos de protección personal se discurrieron los equipos solicitados para los peligros a los que son expuestos los artesanos en el taller en sus diferentes actividades.

Como se ve en la siguiente tabla, se tomaron en cuenta 3 distintas marcas de mascarilla, por la que se optó por la 3M por ser una marca conocida por la calidad que brinda a sus productos.

Tabla 51. Selección de Mascarilla polvos/partículas

Mascarilla para polvos/partículas			
Marca	3M	Redline	Steelpro
Material	Desechable	Desechable	Elastómero termoplástico hipoalergénico
Tamaño	21x 15x 10cm	20x 13x 10cm	20x 15x 10cm
Contenido	20 unid	50 unid	1 unid
Uso	Protege contra polvos y partículas líquidas	Protege de bajas concentraciones de polvo y vapores de agua y derivados de aceite habituales en una amplia variedad de aplicaciones industriales.	Protección contra polvos y partículas líquidas sin aceite.
Costo	S/ 59,90	S/ 21,90	S/ 9,30

Fuente: propia

En la tabla 52, se muestra tres diferentes modelos de lentes de seguridad, en donde según las especificaciones, se escogió la 3M.

Tabla 52. Selección de Lentes de seguridad

Lentes de seguridad- Transparentes			
Marca	Steelpro	3M	3M
Material	Policarbonato	Policarbonato	Policarbonato oftálmico
Revestimiento ocular	-Anti-rayadura - Anti-empañamiento	-Anti-rayadura - Anti-empañante -Anti-deslizante	-Anti-rayadura - Anti-empañante -Anti-deslizante
Contenido	1 unid	1 unid	1 unid
Resistencia a rayos UV	Con filtro UV.	Si (absorben el 99,9% de los rayos U.V.).	Si (absorben el 99,9% de los rayos U.V.).
Uso	Ideal para trabajo pesado, en todas aquellas actividades en que se ponga en riesgo el bienestar visual de los trabajadores, ya sea a causa de salpicaduras de líquidos, partículas, uso en general, etc.	Ideal para ser usados sobre lentes de prescripción médica en trabajos contra el impacto de alta velocidad.	Ideal para ser usados sobre lentes de prescripción médica en trabajos contra el impacto de alta velocidad. Con protección a los laterales.
Costo	S/ 14,90	S/ 32,90	S/ 7,90

Fuente: propia

En la tabla 53, se escogió el Delantal de cuero por el precio y el uso al que se le va a dar en el taller.

Tabla 53. Selección Delantal

Delantal de cuero			
Marca	Red line	Indesperu	Ann
Material	Cuero	Cuero	Cuero
Tamaño	Ancho: 54cm Alto: 83 cm	M	Standard
Contenido	1 unid	1 unid	1 unid
Características	Profesional: ayuda en la prevención del soldador, lo protege de las proyecciones de la soldadura y de partículas incandescentes.	Espesor: 2mm. Tipo: Cuero cromo de redes. Estilo: Clásico. Resistencia: Chispa de soldadura. Aplicaciones: Costuras reforzadas.	Mandil con diseño sin costuras para mayor rendimiento. Tiene correas de cuero y hebilla de ajuste de acero. Ideal para la protección mecánica y térmica, incluyendo chispas y salpicaduras de metal.
Costo	S/ 24,90	S/ 29,90	S/ 26,90

Fuente: propia

Para prevención de cortes al usar toda herramienta punzo cortante, es necesario que usen guantes de cuero reforzado, ver tabla 54.

Tabla 54. Selección Guantes de cuero

Guantes de cuero			
Marca	Werken	La Unión	Khor
Material	cuero	cuero	cuero
Talla	Standard	Standard	Standard
Uso	Guantes muy resistentes utilizados en trabajos en donde se requiera una protección extra en la palma de la mano.	Ideal como seguridad para cuidado de manos en trabajos pesados. Industria en general, alimenticia, laboratorios, hospitales y empresas de aseo.	Ideal para todo tipo de tareas industriales.
Costo	S/ 9,90	S/ 14,90	S/ 16,90

Fuente: propia

Según las elecciones que se dieron anteriormente, se determinó el costo de los equipos de protección personal para los 3 artesanos que trabajaran en el taller.

Tabla 55. Costos de equipos de protección personal

Equipo de Protección Personal	Costo Unitario	Cantidad	Sub Total
Mascarilla para polvos/partículas	S/ 59,90	02 cajas	S/ 119,80
Lentes de seguridad-Transparentes	S/ 7,90	02 pares	S/ 15,80
Delantal de cuero	S/ 24,90	04 unidad	S/ 99,60
Guantes de cuero	S/ 9,90	03 pares	S/ 29,70
TOTAL			S/ 264,90

Fuente: propia

Para establecer los costos de los materiales que serán obligatorios para la capacitación se tomaron en cuenta los tres artesanos que asistirán, los materiales que se les brindará será un cuaderno, lapicero y las guías del contenido con los temas que serán de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Tabla 56. Costos de materiales de capacitación

Materiales de capacitación	Costo Unitario	Cantidad (unidad)	Sub Total
Lapicero	S/ 1,00	03	S/ 3,00
Block	S/ 15,00	03	S/ 45,00
Guías de contenido	S/ 1,00	03	S/ 3,00
Total			S/ 51,00

Fuente: propia

Otro aspecto que se tomó en cuenta son las nuevas maquinarias que se adquirirán para la implementación de la técnica de microfusión, así como se muestra en la tabla 57.

Tabla 57. Maquinaria para la microfusión

MAQUINA	Precio
Impresora 3D	S/ 9 875,00
Inyectora de cera	S/ 3 765,40
Soldadora de cera	S/ 272,86
Horno con microprocesador	S/ 9 633,00
Fundidora multifunción	S/ 8 846,40
Total	S/ 32 392,66

Fuente: propia

Y los costos de los materiales para la microfusión que se utilizarán son las siguientes:

Tabla 58. Costos de materiales para microfusión

MATERIALES	PESO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO FINAL
Revestimiento Kerr Satin Cast 20	45 kg	1	S/ 384,62	S/ 384,62
Cera Microfusión Kerr Flex Plast Blue	1 kg	3	S/ 63,91	S/ 191,73
Cilindros perforados de acero refractario	-	3	S/ 446,20	S/ 1 338,60
Silicona blanca de elasticidad media	1 kg	2	S/ 67,38	S/ 134,76
Catalizador				
TOTAL				S/ 2 049,71

Fuente: propia

Por último, en la inversión intangible se consideró los costos de las capacitaciones que serán dadas a los operarios, las cuales son seguridad y salud en el trabajo, y la operatividad de las máquinas. Sumando un monto de S/ 2 000,00.

3.5.4. Flujo de caja

En el flujo de caja se especifican los ingresos y egresos de dinero durante los 10 meses proyectados de la empresa [7].

[7] En los egresos se consideraron los costos de producción de las unidades adicionales que se obtendrán de aplicarse la mejora, los cuales están especificados en la tabla 59. Los costos directos están especificados en el anexo 12, donde se consideraron los costos de materia prima, insumos y el consumo de energía de las máquinas para la microfusión en la producción (anexo 10). Por otro lado, para el costo de mano de obra se consideraron a los tres artesanos para la propuesta de mejora (anexo 11).

Tabla 59. Costos de producción

Meses	Costos directos	Mano de obra directa	Total
1	S/ 1 318,04	S/ 4 000,00	S/ 5 318,04
2	S/ 1 329,18	S/ 4 000,00	S/ 5 329,18
3	S/ 1 323,61	S/ 4 000,00	S/ 5 323,61
4	S/ 1 326,39	S/ 4 000,00	S/ 5 326,39
5	S/ 1 325,00	S/ 4 000,00	S/ 5 325,00
6	S/ 1 325,69	S/ 4 000,00	S/ 5 325,69
7	S/ 1 325,35	S/ 4 000,00	S/ 5 325,35
8	S/ 1 325,52	S/ 4 000,00	S/ 5 325,52
9	S/ 1 325,43	S/ 4 000,00	S/ 5 325,43
10	S/ 1 325,48	S/ 4 000,00	S/ 5 325,48

Fuente: propia

Con los datos de la tabla se procede a realizar el diagrama de flujo.

Tabla 60. Flujo de caja de la propuesta

CONCEPTO / MES	MES 0	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10
I. INGRESOS											
Total Ingreso		S/ 46 958,56	S/ 47 356,24	S/ 47 157,40	S/ 47 256,82	S/ 47 207,11	S/ 47 231,96	S/ 47 219,54	S/ 47 225,75	S/ 47 222,64	S/ 47 224,20
II. EGRESOS											
Costo de Inversión											
(Activo Fijo Tangible)	S/ 35 638,27										
(Activo Fijo Intangible)	S/ 39 520,18										
Imprevisto (5%)	S/ 1 881,91										
(Total de Inversión)	S/ 39 520,18										
Egresos por Actividad											
(Costo de Producción)		S/ 5 318,04	S/ 5 329,18	S/ 5 323,61	S/ 5 326,39	S/ 5 325,00	S/ 5 325,69	S/ 5 325,35	S/ 5 325,52	S/ 5 325,43	S/ 5 325,48
Total de egresos	S/ 39 520,18	S/ 5 197,81	S/ 5 208,95	S/ 5 203,38	S/ 5 206,17	S/ 5 204,78	S/ 5 205,47	S/ 5 205,12	S/ 5 205,30	S/ 5 205,21	S/ 5 205,25
Utilidad antes de Impuestos		S/ 41 760,75	S/42 147,29	S/ 41 954,02	S/ 42 050,65	S/ 42 002,33	S/ 42 026,49	S/ 42 014,41	S/ 42 020,45	S/ 42 017,43	S/ 42 018,94
(Impuesto a la Renta 30%)		S/ 12 528,22	S/ 12 644,19	S/ 12 586,21	S/ 12 615,20	S/ 12 600,70	S/ 12 607,95	S/ 12 604,32	S/ 12 606,14	S/ 12 605,23	S/ 12 605,68
(Inversión)	S/ -39 520,18										
Flujo Económico	S/ -39 520,18	S/ 29 232,52	S/ 29 503,10	S/ 29 367,81	S/ 29 435,46	S/ 29 401,63	S/ 29 418,55	S/ 29 410,09	S/ 29 414,32	S/ 29 412,20	S/ 29 413,26
Saldo		S/ -10 287,66	S/ 19 215,44	S/ 48 583,25	S/ 78 018,71	S/ 107 420,34	S/ 136 838,89	S/ 166 248,98	S/ 195 663,30	S/ 225 075,50	S/ 254 488,76
Utilidad acumulada		S/ 29 232,52	S/ 58 735,62	S/ 88 103,44	S/ 117 538,89	S/ 146 940,53	S/ 176 359,07	S/ 205 769,16	S/ 235 183,48	S/ 264 595,68	S/ 294 008,94

Fuente: propia

3.5.5. Relación costo-beneficio

Para realizar la evaluación económica del proyecto se consideró una tasa de descuento del 7%. Con dicha tasa se tiene un valor neto actual de S/ 76 074,88. (Tabla 61)

Tabla 61. Valor actual neto de ingresos y egresos

AÑO	INGRESOS Económicos	EGRESOS Económicos	VAN Ingresos (7%)	VAN Egresos (7%)
0		S/ 39 520,18		S/ 39 520,18
1	S/ 46 958,56	S/ 5 197,81	S/ 43 886,50	S/ 4 857,77
2	S/ 47 356,24	S/ 5 208,95	S/ 41 362,77	S/ 4 549,70
3	S/ 47 157,40	S/ 5 203,38	S/ 38 494,49	S/ 4 247,51
4	S/ 47 256, 82	S/ 5 206,17	S/ 36 052,00	S/ 3 971,76
5	S/ 47 207, 11	S/ 5 204,78	S/ 33 658,02	S/ 3 710,93
6	S/ 47 231,96	S/ 5 205,47	S/ 31 472,65	S/ 3 468,63
7	S/ 47 219,54	S/ 5 205,12	S/ 29 405,95	S/ 3 241,49
8	S/ 47 225,75	S/ 5 205,30	S/ 27 485,82	S/ 3 029,53
9	S/ 47 222,64	S/ 5 205,21	S/ 25 685,99	S/ 2 831,29
10	S/ 47 224,20	S/ 5 205,25	S/ 24 006,39	S/ 2 646,09
TOTAL			S/ 331 510,58	S/ 76 074,88

Fuente: propia

Para obtener la relación entre el beneficio obtenido después de aplicarse la mejora y los costos invertidos para el desarrollo de esta, se aplica la siguiente fórmula.

$$\frac{B}{C} = \frac{S/. 331 510,58}{S/ 76 074,88} = 4,36$$

Como resultado se tiene que por cada sol que la empresa invierta en el proyecto, se ganará S/ 3,36. Y por último el tiempo de recuperación será de 10 meses con 3 días aproximadamente.

3.6. Planes de acción para la mejora

Tabla 62. Planes de acción para la mejora

OBJETIVO DE MEJORAMIENTO:																
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRONOGRAMA												PRESUPUESTO	RESULTADO	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
1. Implementar técnica de microfusión	Gerente General	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S/ 35 458,27	Mejora de producción y calidad del producto
2. Redistribución del taller	Gerente General												X	S/ 180,00	Reducción de tiempo de transporte	
3. Capacitación al personal	Gerente General	X												X	S/ 950,00	Plan de capacitación y certificados
4. Orden del área de trabajo	Gerente General	X												X	S/ 1 050,00	Mejor organización
Recursos a utilizar: <ul style="list-style-type: none"> - Útiles de capacitación. - Profesionales con experiencia en la técnica de microfusión. - Maquinaria y herramientas para la aplicación de la técnica de microfusión. 																

Fuente: propia

IV. CONCLUSIONES

Se determinó que actualmente la empresa joyera, tiene un nivel de producción que solo cubre el 34% de la demanda, teniendo perdidas en el año 2016 hasta Febrero del 2018, con un monto de S/ 1 130 330,00 esto se dio ya que la empresa no cuenta con la capacidad suficiente para cubrir esta demanda, pues esta solo puede producir 292 sortijas de compromiso al mes., además otra causa son los métodos de trabajo usados, y la distribución de la planta, además del elevado tiempo en el área de laminado y corte.

La propuesta de mejora se basó en corregir el método de trabajo artesanal, implementando maquinaria que ayude a la aplicación del método de cera perdida, en donde la capacidad de producción ahora será de 46 sortijas/turno, siendo esta una mejora de 276%, el cual satisface completamente la demanda solicitada, además de elevar el nivel de producción. Además, el cuello de botella disminuyo un 82%, la eficiencia física aumento un 24%, y el tiempo ciclo del proceso disminuyo un 87%.

Por otro lado, la merma que sale de cada lote tiene un aprovechamiento útil de 83,85% en materia prima, sin embargo, esa materia prima se vuelve a utilizar para el siguiente proceso lo cual se utilizaría al 100%. Todo esto se complementarían con la capacitación a los artesanos sobre el manejo de la nueva maquinaria que se utilizara, además de temas sobre seguridad, y la nueva distribución del taller.

Finalmente, el beneficio obtenido es el incremento de la productividad y con esto se lograra aumentar la producción de más unidades de sortijas. Al realizar el costo-beneficio de la investigación se tiene que por cada sol invertido se generará una ganancia de S/3,36. La inversión de este proyecto es de S/ 39 520,18.

V. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio de calidad del producto mediante la aplicación de métodos técnicos que validen la especificidad del producto obtenido.

Elaborar un plan de producción que permita producir una elevada de productos en volúmenes bajos en la misma línea.

Es importante considerar la motivación al personal de trabajo ya que es la parte fundamental de la empresa, podrían realizar futuras capacitaciones o buscar otras alternativas de capacitación, pueden considerarse cintas de video, actividades al aire libre, dinámicas de grupo, talleres, entre otros.

Mantener un proceso de mejora continua que nos ayude a seguir explotando las oportunidades existentes en las áreas productivas de manera que permita asegurar una posición competitiva en el mercado.

Trabajar en la constante mejora de un ambiente ordenado y limpio. No es una mera cuestión de estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y eficiencia y, en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agencia Peruana de Noticias, «America Economía,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/exportacion-de-joyeria-y-orfebreria-peruana-suma-us584-millones>. [Último acceso: 27 junio 2017].
- [2] Academia Journals, «Mejorando la competitividad de la PYME a través de la tecnología: caso empresa N&P Atelier SAC,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.academiajournals.com/revista-ing-industrial>. [Último acceso: 27 Junio 2017].
- [3] O. Chacón Mondragón, O. Ibarra Rojas, Y. Ríos Solís y M. Saucedo Espinosa, «Programación pieza-molde-máquina en planeación de la producción,» *CIENCIA XVUANL*, pp. 58-65, 2012.
- [4] ACADAMIA JOURNALS, «Metodología para la fabricación de Gages en una empresa automotriz,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.academiajournals.com/revista-ing-industrial>. [Último acceso: 07 12 2017].
- [5] Academia Journals, «Aplicación de simulación para incrementar la productividad de la empresa "La Vieja Molienda de Santa Maty",» 2011. [En línea]. Available: <https://www.academiajournals.com/revista-ing-industrial>. [Último acceso: 28 Junio 2017].
- [6] SCIELO, «Innovación y Productividad Manufacturera,» 2014. [En línea]. Available: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jotmi/v9n3/art10.pdf>. [Último acceso: 28 Julio 2017].
- [7] O. Vasquez Gervasi, «Mejora del Proceso en la fabricación de joyas de plata para el incremento de la productividad mediante la aplicación de la técnica de microfusión en la empresa Tendencia Perú E.I.R.L,» Chiclayo, 2015.
- [8] L. Muñoz Mesa y J. H. Sanchez Trujillo, «El impacto de la impresión 3D en la joyería,» nº 16, pp. 89-97, 2016.
- [9] P. Sharma, D. Kasana, V. Kumar y C. Goel, «Analysis the properties of lost wax process and Its use ability exploring possibilities,» *International Journal of Engineering Science Inventios*, vol. 2, nº 2, 2013.
- [10] M. Dev Singh, S. Singh, D. Keyur, S. Saamil, P. Niki y P. Harshal, «Overall Productivity Improvement in Casting Industry by Using Various Industrial Engineering Techniques,» *Ijirset*, vol. 4, nº 1, pp. 18713-18721, 2015.
- [11] S. Yelo Sanchez, «Proyección de la Tecnología en la Joyería,» Escola Politecnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú, Catalunya, 2014.
- [12] R. Cespon Castro, W. Ariel Sarache y S. Ibarra Miron, «Procedimientos para la selección del sistema de Gestión de la producción en empresas manufactureras,» *Scientia Et Technica*, vol. 12, nº 31, pp. 183-188, 2006.

- [13] QDOC.TIPS, [En línea]. Available: <https://qdoc.tips/definicion-de-diagrama-de-proceso-pdf-free.html>. [Último acceso: 06 junio 2017].
- [14] Y. Cardenas Avendaño, «blogspot,» 25 Abril 2011. [En línea]. Available: <http://ing-yuly-tym.blogspot.pe/2011/04/medicion-del-trabajo-w.html>. [Último acceso: 16 Junio 2018].
- [15] C. Codina Mendoza , Modelado y Fundición: Microfusion y procesos alternativos, Barcelona: Parramon, 2009.
- [16] O. Vasquez Gervasi, «Issuu,» 2012. [En línea]. Available: https://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos. [Último acceso: 14 Junio 2017].
- [17] M. Quintada Quiroz, Joyería Básica, 2014.
- [18] H. Juan Santiago, F. Ortiz Flores, A. M. Alvaraso Lassman, M. Arrija Rodriguez y C. Vasquez Trujillo, «Metodología para la fabricación de Gages en una empresa automotriz,» *Academia Journals*, vol. 9, nº 1, pp. 15-32, 2015.
- [19] I. Caicedo Echeverri, «Javeriana,» Junio 2017. [En línea]. Available: [https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis162.pdf.%20\[Accedido:%2027-Jun-2017](https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis162.pdf.%20[Accedido:%2027-Jun-2017).

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Ventas de los productos de la empresa joyera 2016-2018 (unidades)

	AÑO	2016												2017												2018		VENTAS
	MES	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2						
TIENDA 1	ARETES	17	15	10	12	15	14	18	15	17	13	11	12	16	10	7	10	14	11	15	20	16	288					
	CADENAS	20	16	22	30	24	17	19	16	15	17	18	15	17	18	12	10	20	17	15	17	14	369					
	COLLARES	15	14	15	13	16	18	12	15	22	13	15	17	20	16	9	20	16	13	17	19	16	331					
	AROS O ALIANZAS	13	21	19	24	19	21	18	17	21	18	21	17	20	19	4	13	15	23	15	23	18	379					
	SORTIJA DE COMPROMISO	15	23	17	20	14	17	15	21	19	16	18	11	13	20	10	18	20	21	14	18	13	353					
	SORTIJA DE DISEÑO	15	21	16	14	18	14	25	23	11	17	15	17	18	22	15	21	16	21	13	23	22	377					
	DIJES	12	15	17	11	21	19	21	17	21	19	17	21	16	19	14	17	25	16	19	15	20	372					
	PULSERAS	7	15	10	6	10	8	10	12	14	16	11	7	5	9	6	8	17	7	5	10	16	209					
	TOTAL	114	140	126	130	137	128	138	136	140	129	126	117	125	133	77	117	143	129	113	145	135	2 678					
TIENDA 2	ARETES	14	16	13	12	15	12	16	11	15	18	14	16	13	19	15	21	16	21	16	18	21	332					
	CADENAS	12	20	15	13	19	12	15	18	16	12	15	20	16	10	14	16	12	10	16	13	11	305					
	COLLARES	10	17	21	15	16	20	17	18	13	12	15	21	14	13	11	15	10	14	20	15	12	319					
	AROS O ALIANZAS	15	18	11	23	12	17	13	16	21	15	17	20	18	11	10	19	18	13	21	17	11	336					
	SORTIJA DE COMPROMISO	19	16	20	11	14	16	18	16	13	16	21	19	15	19	12	17	15	16	17	12	14	336					
	SORTIJA DE DISEÑO	12	13	27	18	16	20	11	15	18	24	20	12	18	11	10	21	12	14	18	12	11	333					
	DIJES	13	24	14	22	19	15	13	22	17	21	16	11	17	18	10	12	14	18	15	13	21	345					
	PULSERAS	10	13	16	15	6	12	10	8	14	10	6	14	10	13	5	14	10	9	15	10	13	233					
	TOTAL	105	137	137	129	117	124	113	124	127	128	124	133	121	114	87	135	107	115	138	110	114	2 539					
TIENDA 3	ARETES	9	14	16	13	17	5	11	14	15	6	9	19	12	13	8	12	9	5	7	11	8	233					
	CADENAS	16	13	19	15	11	16	15	12	18	16	19	14	26	19	17	15	12	15	18	16	13	335					
	COLLARES	11	17	12	15	17	15	13	17	15	19	15	12	10	21	8	17	19	15	20	15	21	324					
	AROS O ALIANZAS	8	13	11	10	9	5	11	12	10	9	11	6	12	9	11	13	14	8	12	15	11	220					
	SORTIJA DE COMPROMISO	25	19	17	15	13	21	17	22	18	16	23	25	23	21	12	20	21	19	10	17	16	390					
	SORTIJA DE DISEÑO	13	10	7	6	11	12	14	13	9	14	8	11	10	13	6	11	12	13	6	7	10	216					
	DIJES	15	16	18	14	16	18	17	15	21	17	15	16	13	19	13	15	18	12	14	13	15	330					
	PULSERAS	16	12	10	8	13	16	8	11	15	12	3	12	8	3	4	17	9	11	12	17	14	231					
	TOTAL	113	114	110	96	107	108	106	116	121	109	103	115	114	118	79	120	114	98	99	111	108	2 279					
CLIENTE FIEL	ARETES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	CADENAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	COLLARES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	AROS O ALIANZAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	SORTIJA DE COMPROMISO	339	325	316	326	320	334	326	322	315	312	326	332	323	339	331	331	319	329	316	338	334	6 853					
	SORTIJA DE DISEÑO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	DIJES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	PULSERAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
TOTAL	339	325	316	326	320	334	326	322	315	312	326	332	323	339	331	331	319	329	316	338	334	6 853						

ANEXO 2. Cuestionario al taller de la empresa joyera

El presente cuestionario tiene por finalidad obtener información importante para el desarrollo del trabajo de investigación "PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE PRODUCCION EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACION DE JOYAS DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE PARA SATISFACER LA DEMANDA"

1. ¿Qué grado educación tiene?

Primaria

Secundaria

Superior

2. ¿De qué máquina(s) conoce el funcionamiento?

Pulidora

Taladro de mano

Laminadora

Máquina de grabado

Lijadora

Todas las anteriores

Soplete de mano

3. Si alguno de sus compañeros de trabajo falta, ¿Esta en la capacidad de operar cualquier otra máquina que no sea la suya?

SI NO

4. ¿Los materiales (Tijeras, pinzas, recipientes, otros insumos) son fáciles de encontrar al momento que se requiere de alguno de ellos?

SI NO

5. ¿El mobiliario con el que cuenta en su área de trabajo le permite realizar cómodamente sus actividades?

SI NO

Si la respuesta es NO, explicar el ¿Por qué?

6. ¿Recibió algún tipo de capacitación al momento que ingreso a la empresa o durante todo el tiempo que lleva trabajando?

SI NO

De ser si, detalle el tema de capacitación

7. ¿Cree que usted necesita capacitación?

SI NO

De ser si, detalle que temas de capacitación le gustaría recibir

8. ¿Conoce de las enfermedades ocupacionales a las que está expuesto?

SI NO

De ser si, detalle que enfermedades conoce

9. Si usted realiza alguna labor en el área de Lijado, ¿Utiliza algún tipo de equipo de protección personal?

SI NO

De ser si, detalle que EPP utiliza

10. Si usted realiza alguna labor en el área de Fundido, ¿Utiliza algún tipo de equipo de protección personal?

SI NO

De ser si, detalle que EPP utiliza

ANEXO 3. Número recomendado de ciclos de observación.

Tiempo de ciclo (minutos)	Numero recomendado de ciclos
0,1	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00- 5,00	15
5,00- 10,00	10
10,00- 20,00	8
20,00- 40,00	5
40,00- a mas	3

Fuente: Niebel

Elaboración: Time study Manual de los Erie-Works the General Electric Company.

ANEXO 4. Muestra de estudio de tiempo

ESTUDIO DE TIEMPOS										
Actividad:		Elaboración de Sortija de compromiso			Lugar:	Empresa Joyera		Método:		Actual
Nombre del producto:		Sortija de compromiso			Realizado por:	Alicia Lopez Rodriguez		Fecha de elaboración:		17/09/2016
Material:		Plata 950			Revisado por:	Ing. Vanessa Castro		Fecha de revisión:		19/09/2016
N°	Actividades del proceso	Ciclo observado (min)			Exi (min)	Tiempo promedio (TP)	Valoración (%)	Tiempo Básico	Suplementos (13%)	Tiempo Estándar
		1	2	3						
1	Almacén	0,38	0,33	0,36	1,07	0,36	75	0,27	0,03	0,30
2	Traslado de MP	0,42	0,45	0,39	1,26	0,42	100	0,42	0,05	0,47
3	Espera por la hoja de especificaciones	1,95	2,12	1,94	6,01	2,00	50	1,00	0,13	1,13
4	Fundición de MP	4,00	4,21	4,31	12,52	4,17	100	4,17	0,54	4,72
5	Traslado a laminado	0,42	0,58	0,52	1,52	0,51	75	0,38	0,05	0,43
6	Laminado	26,31	25,94	26,34	78,59	26,20	100	26,20	3,41	29,60
7	Descansa un momento	10,23	15,51	11,92	37,66	12,55	50	6,28	0,82	7,09
8	Traslado a las mesas de trabajo	1,03	1,05	1,02	3,10	1,03	100	1,03	0,13	1,17
9	Diseño, corte e inspección	20,30	17,80	17,00	55,10	18,37	100	18,37	2,39	20,75
10	Demora en acomodar el soplete	5,13	5,11	4,77	15,01	5,00	75	3,75	0,49	4,24
11	Soldado e inspección	11,00	14,38	15,42	40,80	13,60	100	13,60	1,77	15,37
12	Traslado a decapado/ lavado	1,01	0,85	0,72	2,58	0,86	100	0,86	0,11	0,97
13	Decapado	4,75	5,38	4,87	15,00	5,00	100	5,00	0,65	5,65
14	Busca el detergente	2,25	3,18	3,58	9,01	3,00	50	1,50	0,20	1,70
15	Enjuague	2,28	2,16	1,57	6,01	2,00	75	1,50	0,20	1,70
16	Traslado grabado	0,18	0,21	0,13	0,52	0,17	100	0,17	0,02	0,20
17	Demora en la búsqueda de las piezas del equipo	2,34	2,45	2,56	7,35	2,45	50	1,23	0,16	1,38
18	Grabado	10,39	10,26	10,45	31,10	10,37	100	10,37	1,35	11,71
19	Traslado lijado	0,31	0,23	0,46	1,00	0,33	100	0,33	0,04	0,38
20	Lijado	3,18	2,28	3,53	8,99	3,00	100	3,00	0,39	3,39
21	Espera	6,21	5,82	6,43	18,46	6,15	50	3,08	0,40	3,48
22	Pulido	4,63	4,32	4,46	13,41	4,47	100	4,47	0,58	5,05
23	Traslado a empaquetado	0,74	0,61	0,56	1,91	0,64	100	0,64	0,08	0,72
24	Empaquetado	1,26	1,21	1,34	3,81	1,27	100	1,27	0,17	1,44
25	Traslado a almacén	0,23	0,19	0,32	0,74	0,25	100	0,25	0,03	0,28
26	Almacén	0,23	0,21	0,13	0,57	0,19	100	0,19	0,02	0,21
Tiempo Ciclo										123,53

ANEXO 5. Producción deseada para satisfacer la demanda en la empresa joyera

PRODUCCION DESEADA				
Demanda mensual	Número de trabajadores	Días laborales (mes)	Producción diaria (unidad)	Producción por operario (unidad)
990	2	24	41	21
1005	2	24	42	21
979	2	24	41	20
990	2	24	41	21
980	2	24	41	20
990	2	24	41	21
975	2	24	41	20
985	2	24	41	21
990	2	24	41	21
980	2	24	41	20
895	2	24	37	19
1010	2	24	42	21
976	2	24	41	20
855	2	24	36	18
894	2	24	37	19
940	2	24	39	20
930	2	24	39	19
943	2	24	39	20
954	2	24	40	20
939	2	24	39	20
951	2	24	40	20

ANEXO 6. Formato de Registro de Asistencia a Capacitaciones

		FORMATO DE REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES		CODIGO: LM-R-RH-007	
				FECHA DE APROBACION:	
				VERSIÓN: 001	
CAPACITACIÓN: Capacitador:				FECHA DE CAPACITACIÓN:	
DNI	APELLIDOS	NOMBRE S	HORA DE INGRESO	HORA DE SALIDA	FIRMA

ENCARGADO DE RR.HH.

JEFE DE ÁREA

ANEXO 7. Sistema Westinghose

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

ANEXO 8. Suplementos para el cálculo de tiempo estándar.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2.5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35.5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas (Índice de enfriamiento Kata)				
16		0		
8		10		
			F. Concentración intensa	
			Trabajos de cierta precisión	0 0
			Trabajos precisos o fatigosos	2 2
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5 5
			G. Ruido	
			Continuo	0 0
			Intermitente y fuerte	2 2
			Intermitente y muy fuerte	5 5
			Estridente y fuerte	
			H. Tensión mental	
			Proceso bastante complejo	1 1
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4 4
			Muy complejo	8 8
			I. Monotonía	
			Trabajo algo monótono	0 0
			Trabajo bastante monótono	1 1
			Trabajo muy monótono	4 4
			J. Tedio	
			Trabajo algo aburrido	0 0
			Trabajo bastante aburrido	2 1

ANEXO 11. Costo de Mano de Obra

Colaborador	S/ /mes	S/ /día	S/ /hora	S/ Min
Artesano 1	S/ 1 600	S/ 66,67	S/ 8,33	S/ 0,14
Artesano 2	S/ 1 200	S/ 50,00	S/ 6,25	S/ 0,10
Artesano 3	S/ 1 200	S/ 50,00	S/ 6,25	S/ 0,10
TOTAL MO	S/ 4 000	S/ 166,67	S/ 20,83	S/ 0,35

ANEXO 3. Costos directos de producción

Costos directos de producción										
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (unid)	552	557	555	556	555	556	556	556	556	556
M.P(Kg)	2 314,78	2 334,38	2 324,58	2 329,48	2 327,03	2 328,26	2 327,65	2 327,95	2 327,80	2 327,88
Costo de MP	S/ 1 273,13	S/ 1 283,91	S/ 1 278,52	S/ 1 281,22	S/ 1 279,87	S/ 1 280,54	S/ 1 280,20	S/ 1 280,37	S/ 1 280,29	S/ 1 280,33
Costo materiales e insumos	S/ 36,27	S/ 36,58	S/ 36,42	S/ 36,50	S/ 36,46	S/ 36,48	S/ 36,47	S/ 36,48	S/ 36,47	S/ 36,47
Consumo de energía	S/ 8,64	S/ 8,69	S/ 8,66	S/ 8,67	S/ 8,67	S/ 8,67	S/ 8,67	S/ 8,67	S/ 8,67	S/ 8,67
Costo Total (S/.)	S/ 1 318,04	S/ 1 329,18	S/ 1 323,61	S/ 1 326,39	S/ 1 325,00	S/ 1 325,69	S/ 1 325,35	S/ 1 325,52	S/ 1 325,43	S/ 1 325,48

Costo MP	Costo de kilogramo de plata 950, es de S/ 3 250,00. Para cada joya se requiere 4,19 gr de plata 950 a un costo de S/3,25 el gramo, haciendo un total de S/13,62 por unidad.
Costo de materiales e insumos	El monto diario que se gastó en materiales es de S/ 18,47.