

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE DE COCINAS DE LA EMPRESA TECNICENTRO CUZCO S.A.C.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Castro Segovia, Carlos Miguel

Código 20151739

O'Brien Chavez Arroyo, Brad Percy


Código 20150965

Asesor

Abel Antonio Martín Reaño Vera

Lima – Perú

Octubre del 2021



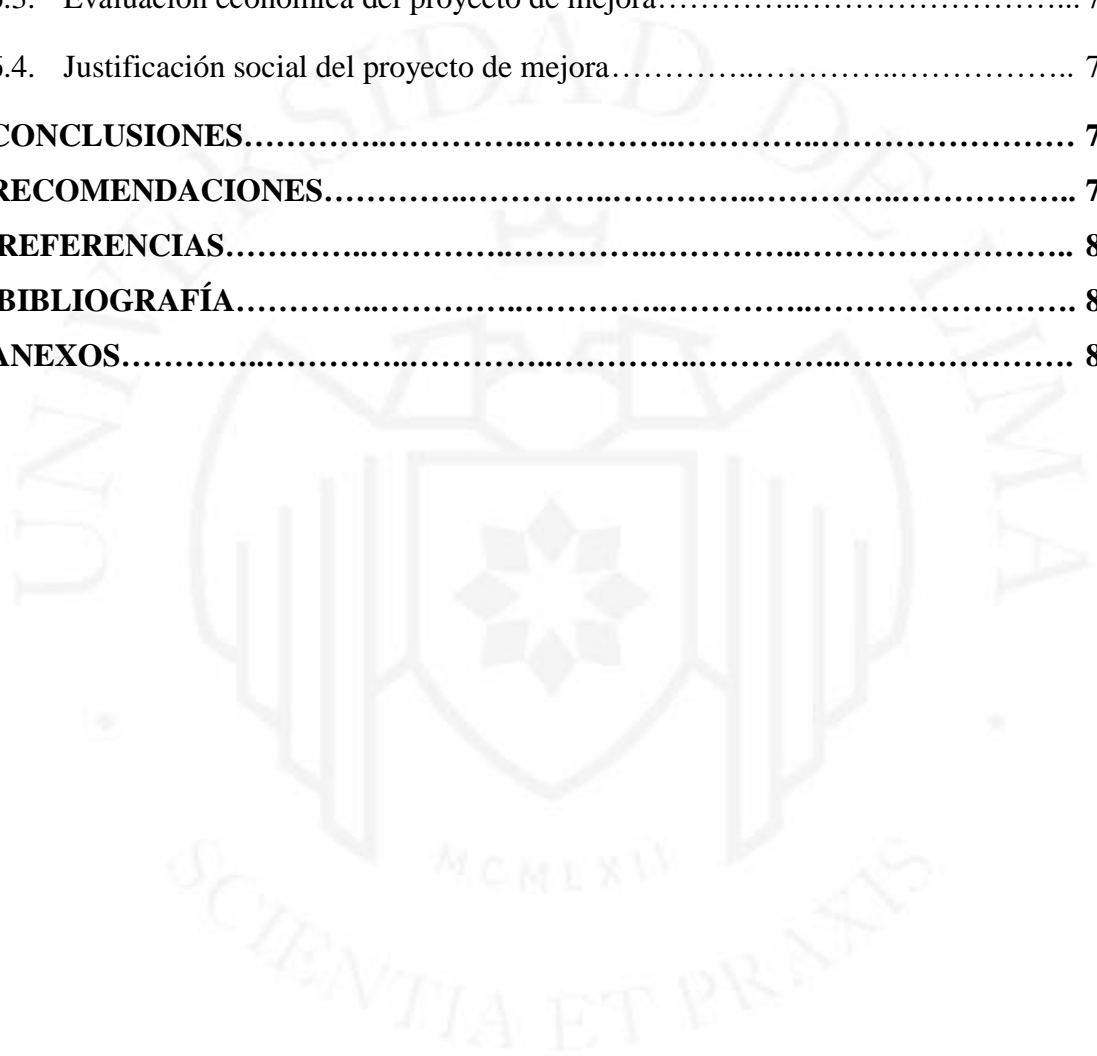
**IMPROVEMENT OF THE STOVE
ASSEMBLY PROCESS OF THE COMPANY
TECNICENTRO CUZCO S.A.C.**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica.....	1
1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos.....	1
1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa por línea de negocio.....	2
1.1.4. Estrategia general de la empresa.....	2
1.1.5. Descripción de la problemática actual.....	2
1.2. Objetivos de la investigación.....	3
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.5. Hipótesis de la investigación.....	5
1.6. Marco referencial de la investigación.....	5
1.7. Marco conceptual.....	7
CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO	9
2.1. Análisis Externo de la Empresa.....	9
2.1.1. Análisis del entorno global.....	9
2.1.2. Análisis del entorno competitivo.....	15
2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno.....	18
2.2. Análisis Interno de la Empresa.....	18
2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales.....	18
2.2.2. Análisis de la estructura organizacional.....	19

2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves.....	20
2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de las actividades clave.....	22
2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora (hallazgo de problemas)...	23
2.2.6. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.....	24
2.2.7. Selección del sistema o proceso a mejorar.....	24
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.	28
3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio.....	28
3.1.1. Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio.....	28
3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso....	32
3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados.....	33
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN... 37	
4.1. Planteamiento de alternativas de solución.....	37
4.1.1. Rediseño de la línea de ensamblaje.....	37
4.1.2. Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas...	37
4.2. Selección de alternativas de solución.....	38
4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas.....	38
4.2.2. Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución.....	38
4.2.3. Priorización de soluciones seleccionadas.....	42
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN.....	43
5.1. Diseño e Ingeniería del proyecto de solución.....	43
5.2. Desarrollo de la solución.....	47
5.2.1. Rediseño de la línea de ensamblaje.....	47
5.2.2. Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas...	58
5.3. Plan de implementación de la solución.....	62
5.3.1. Objetivos y metas.....	62
5.3.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución..	63

5.3.3. Cronograma de implementación del proyecto solución.....	64
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN.....	65
6.1. Evaluación cualitativa de la solución.....	65
6.2. Determinación de los escenarios para la solución propuesta.....	68
6.3. Evaluación económica del proyecto de mejora.....	72
6.4. Justificación social del proyecto de mejora.....	75
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS.....	84



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Indicadores generales de desempeño.....	22
Tabla 2.2	Tablas de valores de efectividad.....	25
Tabla 2.3	Análisis del proceso en la gerencia - Klein.....	25
Tabla 2.4	Análisis del proceso en la subgerencia - Klein.....	26
Tabla 2.5	Análisis del proceso en la línea blanca - Klein.....	26
Tabla 2.6	Análisis en el proceso de logística - Klein.....	27
Tabla 3.1	Diagrama de actividades del proceso actual (cabina).....	32
Tabla 3.2	Indicadores específicos de desempeño en la línea de ensamblaje.....	33
Tabla 4.1	Alternativas de solución	37
Tabla 4.2	Grupos por alternativas de solución.....	38
Tabla 4.3	Tabla de enfrentamiento	39
Tabla 4.4	Escala del factor de costo de implementación.....	40
Tabla 4.5	Escala del factor de impacto en la producción	40
Tabla 4.6	Escala del factor de complejidad	40
Tabla 4.7	Escala del factor de tiempo de implementación	40
Tabla 4.8	Escala de factor de dependencia	41
Tabla 4.9	Tabla de evaluación cualitativa de las soluciones propuestas	41
Tabla 4.10	Tabla de ranking de factores.....	41
Tabla 4.11	Priorización de las alternativas de solución.....	42
Tabla 5.1	Alternativas de solución	43
Tabla 5.2	Indicadores para el modelo de mejora solución 1	43
Tabla 5.3	Indicadores para el modelo de mejora solución 2	45
Tabla 5.4	Matriz IPERC de la prueba de hermeticidad de válvulas y tuberías.	46
Tabla 5.5	Diagrama de las actividades del proceso (actual).....	47
Tabla 5.6	Resumen actual de tiempos de todas las actividades de ensamblaje	48
Tabla 5.7	Actividades del ensamblaje de cocinas.....	50
Tabla 5.8	Precedencia de las actividades.....	51

Tabla 5.9 Indicadores del proceso actual.....	52
Tabla 5.10 Calculo del número mínimo de estaciones	53
Tabla 5.11 Estaciones de trabajo asignadas	53
Tabla 5.12 Diagrama de las actividades del proceso (Propuesto)	55
Tabla 5.13 Resumen de la mejora de los tiempos de las actividades de ensamblaje.....	56
Tabla 5.14 Indicadores del proceso propuesto.....	56
Tabla 5.15 Duración de la prueba de cierre	58
Tabla 5.16 Descripción de los objetivos generales, específicos y metas.....	62
Tabla 5.17 Presupuesto general de alternativas de solución.....	63
Tabla 5.18 Cronograma – Rediseño de la línea de ensamblaje	64
Tabla 5.19 Agilizar las pruebas de hermeticidad de la válvulas y tuberías de las cocinas	64
Tabla 6.1 Comparativo de indicadores (actual vs propuesto).....	65
Tabla 6.2 Beneficio económico de propuesta de mejora	66
Tabla 6.3 Costo estimado para el rediseño de la línea de ensamblaje	66
Tabla 6.4 Costo estimado para las pruebas de hermeticidad	67
Tabla 6.5 Escenarios de las alternativas de solución	68
Tabla 6.6 Flujo de fondo económico escenario pesimista	69
Tabla 6.7 Flujo de fondo económico escenario conservador.....	70
Tabla 6.8 Flujo de fondo económico escenario optimista	71
Tabla 6.9 Resumen indicadores económicos de los escenarios.....	71
Tabla 6.10 Indicadores financieros.....	72
Tabla 6.11 Análisis de variables de entrada del modelo de sensibilidad.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 PBI de los últimos 10 años del Perú.....	12
Figura 2.2 Crecimiento anual del PBI del Perú	13
Figura 2.3 Peso de la venta online por país	14
Figura 2.4 Población del Perú desde 1940 hasta 2017	15
Figura 2.5 Estructura organizacional de Tecnicentro Cuzco S.A.C	20
Figura 2.6 Mapa de macro procesos	22
Figura 2.7 Tabla de resultado del factorial de Klein.....	27
Figura 3.1 Diagrama de proceso (DOP)	29
Figura 3.2 Diagrama de bloques de las estaciones de trabajo	30
Figura 3.3 Diagrama de recorrido de la línea de ensamblaje.....	31
Figura 3.4 Diagrama de Ishikawa	35
Figura 3.5 Diagrama de relaciones de causa efecto de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C.....	36
Figura 5.1 Diagrama de recorrido (actual).....	49
Figura 5.2 Distribución de balance línea (actual)	52
Figura 5.3 Distribución de balance línea (Propuesto).....	54
Figura 5.4 Diagrama de recorrido (propuesto)	57
Figura 5.5 Simulación Arena	60
Figura 5.6 Resultado simulación	61
Figura 5.7 Conteo de cocinas.....	61
Figura 6.1 Análisis de tornado	72
Figura 6.2 Gráfico de araña	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Carta de autorización de la empresa	85
Anexo 2: DAP actual de válvulas y tuberías	86
Anexo 3: DAP actual de cableado eléctrico	87
Anexo 4: DAP actual de puerta de horno	88
Anexo 5: DAP actual de cubierta de estufa	89
Anexo 6: DAP actual de panel de control.....	90
Anexo 7: DAP propuesto válvulas y tuberías	91
Anexo 8: DAP propuesto cableado eléctrico	92
Anexo 9: DAP propuesto puerta horno.....	93
Anexo 10: DAP propuesto cubierta estufa	94
Anexo 11: DAP propuesto panel de control	95

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación el problema principal identificado es el incumplimiento de la meta de producción. El objetivo del proyecto es establecer alternativas de solución que ayuden a mejorar la producción actual del taller de ensamblaje de cocinas de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C.

El análisis realizado al área demostró que la falta de un balance de línea y una correcta disposición de planta tienen como efecto la existencia de cocinas pendientes por ensamblar (609 unidades) y la disminución de ingresos (S/ 31 607).

La investigación plantea dos alternativas de solución: el rediseño de la línea de ensamblaje y agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas.

La primera alternativa es el rediseño de la línea de ensamblaje, con esta propuesta se busca establecer estaciones de trabajo mediante un balance de línea, implementándolas con todos sus requerimientos, conectadas a través de una faja transportadora, permitiendo una distribución más eficiente y un incremento en la producción.

La segunda alternativa es agilizar la prueba de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas, el objetivo de esta propuesta es reemplazar el GLP usado en las pruebas por aire comprimido, permitiendo realizar cuatro pruebas a la vez, de esta manera reducir el riesgo que implica trabajar con GLP, además de reducir el tiempo de inspección de las válvulas y tuberías.

Tras realizar una simulación de la mejora, es viable técnica y económicamente el proyecto; debido a que el VAN es positivo con un valor de S/ 37 986,33, un TIR mayor al COK de 29,99%, un beneficio/costo de 1,42 y el periodo de recuperación es de 3 años, 6 meses y 7 días. El costo total de la inversión es de S/ 91 341,00.

Palabras clave: Línea de ensamblaje, Rediseño de línea, Prueba de hermeticidad, Balance de línea, Estudio de tiempos

ABSTRACT

In this thesis, the main problem identified is the failure to meet the production goal. The objective of the project is to establish alternative solutions to help improve the current production of the stove assembly workshop of the company Tecnicentro Cuzco S.A.C.

The analysis of the area showed that the lack of a line balance and a correct distribution of the workshop has the effect of the existence of pending stoves to be assembled (609 units) and a decrease in the income (S/. 31,607).

The study proposes two alternative solutions: the redesign of the assembly line and improving the hermeticity test of the valves and pipes of the cookstoves.

The first alternative is the redesign of the assembly line. This proposal seeks to establish work stations using a line balance, implementing them with all their requirements, connected through a conveyor belt, allowing a more efficient distribution and increasing the production.

The second alternative is to speed up the hermeticity testing of the valves and pipes in the stoves. The objective of this proposal is to replace the LPG used in the tests with compressed air, allowing four tests to be tested at the same time, thus reducing the risk involved in working with LPG, as well as reducing the inspection time of the valves and pipes.

After carrying out a simulation of the improvements, the project is technically and economically viable; because the NPV is positive with a value of S/ 37 986,33, an IRR greater than the COK of 29,99%, a benefit/cost of 1,42 and the recovery period is 3 years, 6 months and 7 days. The total investment cost is S/ 91 341.00.

Key words: Assembly line, Line redesign, Hermeticity test, Line balance, Time study.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

Tecnicentro Cuzco S.A.C es una empresa que se dedica al servicio técnico y realiza la reparación y mantenimiento de aparatos electrónicos. Fue fundada en abril de 1975 y es una empresa filial de Importaciones Hiraoka, su local operaba inicialmente en el 5to piso del edificio de Importaciones Hiraoka ubicada en Jr. Cuzco en Lima.

Su historia comienza cuando en Importaciones Hiraoka se necesitaba de un servicio técnico propio para las reparaciones de sus artefactos electrónicos de la línea blanca, video, fotografía, etc. Luego, con la creación de la marca “Miray” de Importaciones Hiraoka, Tecnicentro Cuzco comenzó a producir y ensamblar sus propios artefactos domésticos.

En el 2017, se mudaron a los almacenes de Importaciones Hiraoka que se encuentra en Jr. Puno en Lima por cuestiones de espacio, mientras que se culminaba los trámites para su propio local en Carmen de la Legua Reynoso, donde operan desde el año 2019.

1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos

Tecnicentro Cuzco tiene como actividad principal el ensamblaje de cocinas marca Miray, así como adicionalmente, brinda servicio técnico de reparación, instalación de electrodomésticos pertenecientes a la línea blanca y línea marrón, capacitación y venta de accesorios.

Complementariamente ofrecen servicio de reparación a los equipos electrónicos que distribuye Hiraoka.

Cuentan con personal técnico altamente capacitado para ofrecer un servicio de primera al cliente. Cabe mencionar que ofrecen estos servicios son exclusivos para las marcas licenciadas de Importaciones Hiraoka, por ejemplo, Miray, Casio, etc.

1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa por línea de negocio

Al ser una filial de Importaciones Hiraoka S.A.C, Tecnicentro Cuzco S.A.C. tiene un contrato de exclusividad con la misma.

1.1.4. Estrategia general de la empresa

La estrategia general de Tecnicentro Cuzco S.A.C es liderazgo en costos, para lo cual se preocupan mucho por ser muy eficientes al momento de atender las órdenes de Importaciones Hiraoka.

Asimismo, ésta se complementa ofreciendo un servicio de calidad procurando satisfacer las necesidades del cliente en el menor tiempo posible.

1.1.5. Descripción de la problemática actual

La meta de producción anual hasta el 2018 fue de 22 280 cocinas; sin embargo, no se logró cumplir con la misma, produciéndose apenas 18 472 unidades, lo que generó un déficit de producción de 3808 cocinas pendientes por ensamblar.

En el 2019, la meta de producción anual fue menor con 11 920 cocinas; sin embargo, igualmente no se logró cumplir con la misma, produciéndose 11 311 unidades generando un déficit de producción de 609 cocinas pendientes. La producción total del 2019 fue de 15 119 (pendientes del 2018 más las 11 311 unidades del 2019), generando una reducción en la producción de 18.2% con respecto al total de unidades ensambladas en el 2018.

Por otro lado, también se observó que la línea de ensamblaje presenta retrasos para el inicio de sus actividades, ya que los materiales necesarios no llegan a tiempo a los almacenes de Tecnicentro Cuzco; esto es debido a que, existen factores externos, tales

como demoras en las importaciones de los materiales desde China o problemas con aduanas.

Ante esta situación se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible incrementar la producción de cocinas, mediante la mejora en la línea de ensamblaje de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C.?

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

El objetivo del estudio es establecer un plan de mejora de procesos para incrementar la producción en la línea de ensamblaje de cocinas en la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C.

Objetivos específicos

- Identificar las oportunidades de mejora en la línea de ensamblaje de Tecnicentro Cuzco S.A.C.
- Determinar las causas raíces que originen el problema principal en el proceso de ensamblaje de cocinas.
- Proponer alternativas de solución para incrementar la producción en la línea de ensamblaje de cocinas.
- Evaluar la viabilidad técnica y económica la propuesta de mejora en la línea de ensamblaje de cocinas.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

El trabajo de investigación se desarrolló entre los años 2019 y 2021 mediante el estudio de una mejora aplicada en el proceso de ensamblaje de cocinas de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C. para determinar la viabilidad técnica, económica y socialmente.

El objeto de estudio de la investigación se centró en el local de empresa ubicada en Av. Víctor Andrés Belaunde 873 en Carmen de la Legua Reynoso de la ciudad de Lima, se cuenta con el apoyo de los directivos de la empresa.

Por otro lado, algunas limitaciones del estudio fueron la disponibilidad de información y datos producción; puesto que, al comenzar el estudio aún se encontraban en plena mudanza al nuevo local, que se resolvió mediante toma de tiempos, entrevistas y revisión de documentos. Asimismo, otra limitación es la demora en la entrega de materiales por parte del proveedor que se encuentra en China; debido a que, al importar los materiales, en ocasiones, son retenidos por aduanas y no se puede iniciar el proceso de ensamblaje.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación Técnica

Es técnicamente factible ya que se cuenta con el acceso a las instalaciones de Tecnicentro Cuzco S.A.C. junto al apoyo de la gerencia y personal operativo para desarrollar el estudio sin complicaciones. Asimismo, los investigadores del presente estudio cuentan con conocimientos de ingeniería y competencias para aplicar métodos de ingeniería industrial.

Justificación Económica

El proyecto es factible económicamente, debido a que se ha identificado una oportunidad de mejora en la línea de ensamblaje de cocinas, lo que permitirá incrementar la producción, lo cual se reflejará en mayores ingresos anuales.

Justificación Social

Al aplicar esta mejora en la línea de ensamblaje de Tecnicentro Cuzco S.A.C, se va impulsar la producción de cocinas, generando un incremento en la mano operativa; por lo tanto, se requerirá contar con nuevos colaboradores, generando nuevos puestos de trabajo para realizar las actividades en el ensamblaje de cocinas.

1.5. Hipótesis de la investigación

Es factible incrementar la producción de cocinas en la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C, mediante la mejora en la línea de ensamblaje, lo que permitirá cumplir con la meta de producción.

1.6. Marco referencial de la investigación

Como marco referencial se tiene lo siguiente:

Villavicencio Brito, J. B. (2015). *Definición de procesos y elaboración de instructivos de trabajo para el área de Pre ensamble y Ensamble de cocinas y cocinetas en Fibro Acero S.A.* (trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Producción y Operaciones). Universidad del Azuay.

Esta tesis se relaciona con nuestro objeto de estudio con respecto a la estandarización de sus procesos como alternativa de solución para la problemática. A su vez, la gestión de procesos y calidad relacionados con el preensamble y ensamble de cocinas. Por otro lado, se diferencia con nuestra investigación, porque la tesis menciona la implementación de instructivos como propuesta de solución.

Mendoza Cupe, V.R., & Salcedo Valdivia, M.J. (Febrero de 2016). *Estudio de mejora para el área de producción de la empresa Filtros San Jorge S.A.C.* (trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

La tesis realizada en la Universidad de Lima es similar a nuestro tema de investigación ya que busca establecer un plan de mejora en el área de producción, a través de una integración de los procesos. Para ello aplicaron herramientas de ingeniería y de gestión, las cuales nos pueden ser útiles para nuestra investigación. Por otro lado, la tesis se centra en implementar áreas, mas no rediseñar su línea de producción.

Murillo Garcia, R., Peñaherrera-Lareanas, F., Borja Salinas, E., & Vanegas, V. (Junio de 2018). Líneas de ensamble y balanceo y su impacto en la productividad de los procesos de manufactura. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.

El artículo de la revista Observatorio de la Economía Latinoamericana menciona sobre la mejora de procesos en la línea de ensamblaje, por lo cual, el artículo se relaciona con nuestro estudio, ya que menciona el ensamble de diferentes modelos de una familia en una sola línea de producción. Esta investigación menciona la aplicación de técnicas sobre el balanceo de línea para la línea de ensamblaje.

Medina Chacón, E., & Illada García, R. (30 de Abril de 2015). Heurística para el balance de líneas de ensamble con consideraciones ergonómicas. *Revista Ingeniería Industrial*, 14(1).

El artículo de la revista Ingeniería industrial menciona la implementación de un método de balance de línea que considera la ergonomía para lograr aumentar la producción y salud del trabajador de manera equitativa; asimismo, menciona que se puede implementar en cualquier línea de ensamble; por lo tanto, puede ser utilizada en la línea de ensamblaje de cocinas de Tecnicentro Cuzco S.A.C. Por otro lado, se enfoca mucho en la ergonomía de las líneas de ensamblaje y menciona varios métodos de balanceo de líneas.

Yandún Garzón, C. E. (Febrero de 2016). *Rediseño y mejoramiento de la línea de ensamble de cocinas de inducción en la empresa ecuatoriana de artefactos (ECASA)* (tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniería en Producción Industrial). Universidad de Las Américas.

La tesis se asemeja con nuestro objeto de investigación, ya que menciona el diseño y mejoramiento de la línea de ensamble de cocinas donde se aplicaron técnicas y métodos sobre mejora, balanceo de línea, tiempos para optimizar el proceso productivo en la empresa ecuatoriana de artefactos (ECASA). Por otro lado, utilizan herramientas informáticas y las 5'S de la calidad.

Barrera Martínez, S. S. (2016). *Diseño e implementación de un modelo de mejora en el área de ensamble de la línea de cerraduras INAFER, referencias C-999 y MEGA en la empresa Allegion Colombia S.A.S.* (trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Se asemeja con nuestro estudio por la aplicación de la técnica de estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de sus actividades junto a un balance de línea que mejoró la productividad del proceso de ensamble de cerraduras de la empresa Allegion Colombia S.A.S. Por otro lado, utilizaron el Lean Sigma como herramienta de solución.

Pinto Guillén, A. (2020). *Propuesta de mejora en una empresa agroindustrial* (tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de Lima. Se asemeja con nuestro estudio, ya que utilizan el estudio de tiempos, balanceo de líneas y rediseño de planta como propuesta de mejora. Por otro lado, se enfocan en el control de calidad y muestreo estadístico para la mejora.

1.7. Marco conceptual

Como marco conceptual se tienen los siguientes conceptos:

Estudio de Tiempos: Un estudio que implica determinar el tiempo de los procesos involucrados, tomando en cuenta el contenido del trabajo, considerando la fatiga, demoras, y retrasos inevitables.

Mapa de procesos: Es una herramienta que permite visualizar la gestión de los procesos involucrados en la empresa y permite identificar el impacto en la organización con respecto a los objetivos de cada proceso. Se dividen los procesos en tres tipos: estratégicos, operativos y de apoyo.

Diagrama de recorrido: Es una herramienta para determinar el trayecto y ubicación de las actividades, de los trabajadores, de los materiales o el equipo utilizados en un proceso.

Glosario de términos

- Línea de ensamblaje: Es el montaje en cadena, producción en masa o fabricación en serie, el cual se le asigna una tarea específica a cada trabajador. (EDS robotics, 2020)
- Diagrama de Causa-Efecto: “El diagrama permite realizar un análisis sistemático y ordenado para la planificación de toma de acciones, solución de problemas o identificación de causas de un problema” (Bonilla et al., 2020, p. 108).
- Análisis factorial de Klein: Esta metodología tiene como objetivo evaluar el desempeño de las funciones que existen dentro de la empresa para poder realizar un comparativo entre las áreas y escoger el proceso más crítico dentro de la empresa.
- Balanceo de línea: “El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para la gestión de la producción ... [en que] ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, ...[como] los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.”(Salazar López, 2019).

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1. Análisis Externo de la Empresa

2.1.1. Análisis del entorno global

“El macroentorno afecta la intensidad de la rivalidad dentro de una industria. En el macroentorno está el entorno macroeconómico, el entorno global, el entorno tecnológico, el entorno social y demográfico, y el entorno político y legal” (Hill & Jones, 2011, p. 68).

El análisis del entorno global permite identificar posibles riesgos y oportunidades dentro del entorno de la empresa, para ello se tomará en consideración el factor político, económico, social, demográfico, legal y tecnológico.

Político

El entorno político peruano de los últimos años se ha visto envuelto por escándalos de corrupción, en especial por el caso de corrupción de la empresa Odebrecht, donde gran parte de la clase política alta del país se encuentra investigada o en prisión, como es el caso de todos los expresidentes vivos. A continuación, se menciona en la siguiente cita:

La actual coyuntura política sumerge al Perú en un nuevo período de inestabilidad. La decisión del presidente Martín Vizcarra de disolver el Congreso nacional, si bien fue celebrada en las calles del país, de inmediato fue replicada por sus opositores, quienes lo suspendieron ‘temporalmente’ acusándolo de haber dado un golpe de Estado. Así, la lucha de poderes en el seno de las instituciones peruanas llega a un crítico punto de no retorno. (Ramírez, 2019)

Asimismo, la oposición del fujimorismo frente al presidente Vizcarra:

Sin una bancada sólida en la Cámara, el presidente Vizcarra basa su capital político en el gran apoyo popular que recibieron sus propuestas de reforma política y judicial para enfrentar a la corrupción, a pesar de lo cual no ha tomado ninguna medida radical para terminar con el enfrentamiento con el fujimorismo. (Gestión, 2019)

Legal

El entorno legal establece el marco jurídico de cada país en el que establece los límites en los cuales se podrá desarrollar el proyecto, ya que “el marco legal nos proporciona las bases sobre las cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza de la participación política.” (ACE Project, s.f.).

En este caso, Tecnicentro Cuzco debe aplicar de manera indispensable las normas legales de salud y seguridad en el trabajo presentado a continuación:

Artículo 5°. - El reexamen periódico, total o parcial, de la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, a que hace referencia el artículo 4° de la Ley, es prioridad del Estado, y debe realizarse por lo menos una (1) vez al año con la participación consultiva del Consejo Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El resultado del reexamen se considera en las modificaciones de la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (Ley N.° 29783, 2011, p. 50)

La causa por la que la empresa debe realizar el reexamen mencionado en el artículo anterior se debe a la posibilidad de modificaciones con respecto a los medios tangibles e intangibles de la Línea de Ensamblaje de Cocinas, ya que al existir nuevos aparatos y/o sistemas (peligros), se generan nuevos riesgos no contemplados previamente, y se menciona en el siguiente artículo:

Artículo 6°.- Con una periodicidad no mayor a dos (2) años debe realizarse un examen global o un examen sectorial de la situación de la Seguridad y

Salud en el Trabajo, en función de las prioridades establecidas en la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual se somete a consulta del Consejo Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (Ley N.º 29783, 2011, p.50)

Este artículo exige su cumplimiento de manera necesaria, puesto que dicho examen garantiza que las políticas y procedimientos planteados por la empresa sean coherentes y alineados a la necesidad de la política nacional de SST. “Artículo 26º. - El empleador está obligado a: a) Garantizar que la seguridad y salud en el trabajo sea una responsabilidad conocida y aceptada en todos los niveles de la organización” (Ley N.º 29783, 2011).

La organización tiene como deber el informar a sus operarios acerca de la exposición a los peligros en el área de trabajo, así como también de las medidas preventivas y de protección para tener en cuenta al realizar diversas operaciones.

Asimismo, Tecnicentro Cuzco necesita cumplir con la norma legal de gestión residual de aparatos electrónicos que se menciona a continuación:

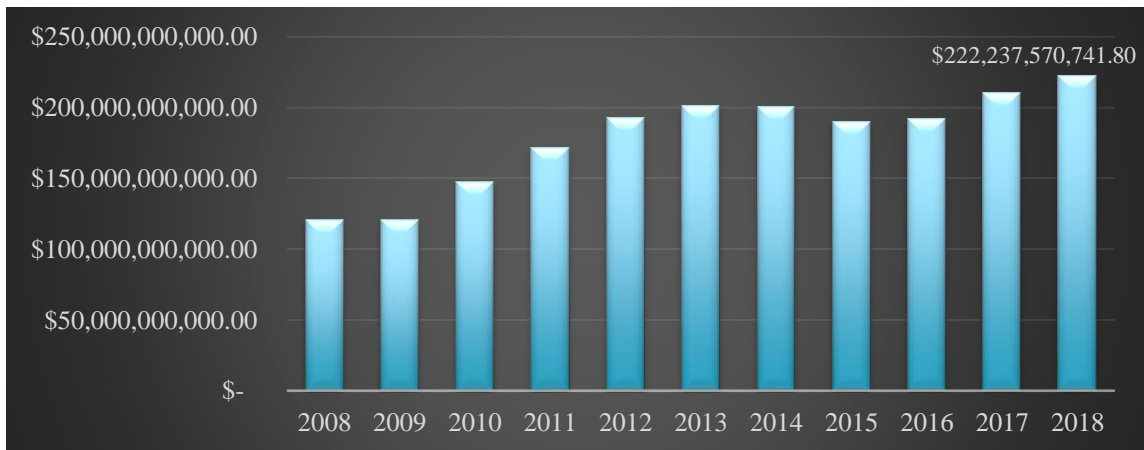
El presente Decreto Supremo establece un conjunto de derechos y obligaciones para la adecuada gestión y manejo ambiental de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a través de las diferentes etapas de manejo: generación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, reaprovechamiento y disposición final, involucrando a los diferentes actores en el manejo responsable, a fin de prevenir, controlar, mitigar y evitar daños a la salud de las personas y al ambiente (Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM, 2012).

Económico

Para tener un mejor entendimiento del entorno económico es importante ver el crecimiento económico del país, para ello se analizó el valor del PBI peruano de los últimos 10 años, en el año 2018 el PBI peruano fue de 222.237 billones de dólares.

Figura 2.1

PBI de los últimos 10 años del Perú

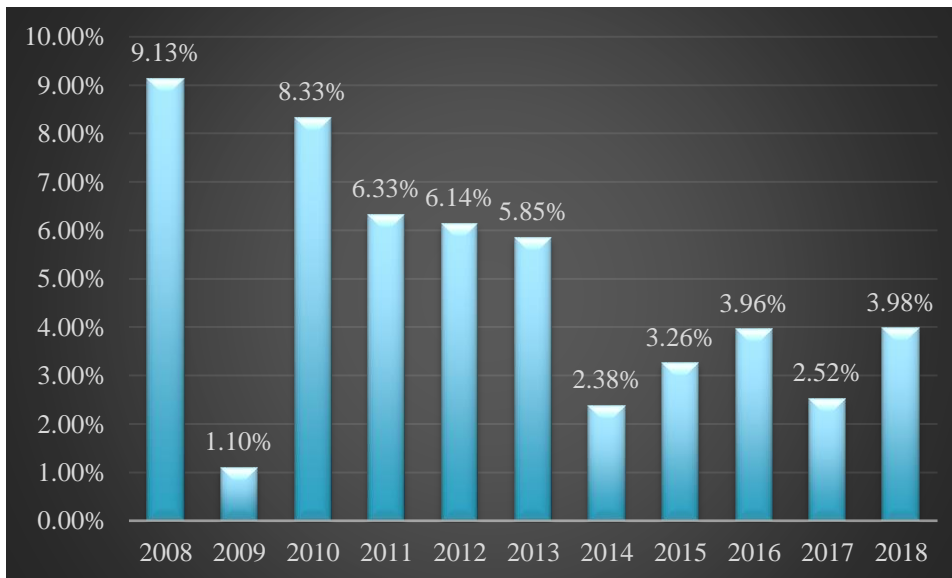


Nota. Adaptado de *El Banco Mundial en Perú*, por Banco Mundial BIRF AIF, s.f (<https://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview>).

Otro importante indicador es el crecimiento anual del PBI, este indicador permite evaluar mejor cómo va el desarrollo económico del país con relación al año anterior, como se puede ver en el gráfico los últimos 10 años Perú tuvo un crecimiento sostenido, particularmente alto en comparación con sus pares de la región, Durante el 2009 se puede apreciar una particular caída del crecimiento debido a la crisis mundial. En los últimos 5 años se puede observar una ligera recesión económica con un crecimiento irregular menor al 5%. Para el año 2019 el BCRP proyectó un crecimiento de 3,4% para el país, pero tras el paso del tercer trimestre bajo su estimación a 2,7%, “De acuerdo con el presidente de la entidad, Julio Velarde, esta disminución se explicaría por un menor desempeño del sector primario, principalmente en la pesca y la minería. Otra actividad señalada fue la manufactura” (Ruiz, 2019).

Figura 2.2

Crecimiento anual del PBI del Perú



Nota. Adaptado de *El Banco Mundial en Perú*, por Banco Mundial BIRF AIF, s.f (<https://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview>).

“El déficit público aumentó a 8,9 por ciento en 2020, desde el 1,6% del año previo..., la deuda pública cerró el año en 35 por ciento del PIB, por encima del límite legal del 30 por ciento” (Banco Mundial, 2020).

Social

El Perú se encuentra en un proceso de desarrollo en los últimos 15 años, logrando avanzar en el aspecto social, como se menciona:

El Perú se ubica en el puesto 49 de 133 países analizados en el Índice de Progreso Social, un estudio que mide la capacidad que tiene una sociedad de satisfacer las necesidades básicas de su población, sentar las bases y fundamentos para que sus ciudadanos aumenten su calidad de vida y, generar las condiciones y oportunidades para que alcancen todo su potencial. (Ángel Hugo, 2016)

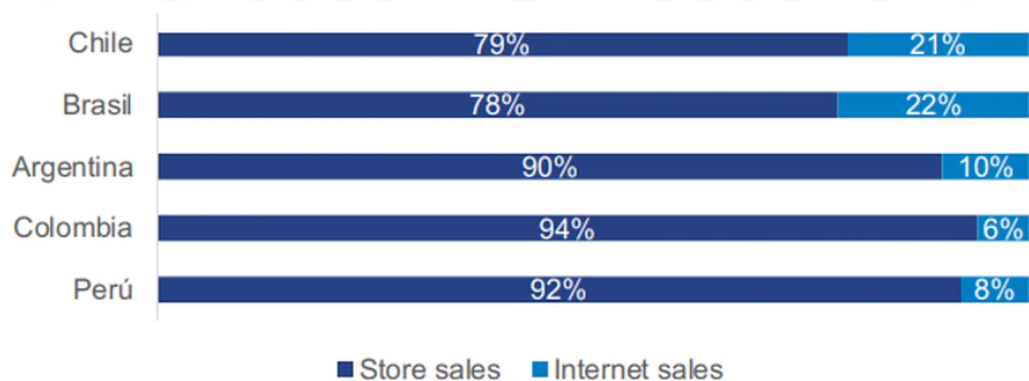
Asimismo, el desarrollo social se debe a la reducción de la pobreza por parte de generar nuevos empleos, “el fuerte crecimiento del empleo y los ingresos redujo los índices de pobreza sostenidamente. El índice de pobreza...cayó, de 52.2 por ciento en el 2005 a 26.1 por ciento en el 2013” (Banco Mundial, 2020).

Tecnológico

La tendencia global actual hacia el comercio electrónico o “e-commerce” ha tomado una gran relevancia en el mercado internacional, en países con economías más desarrolladas el e-commerce está tomando una mayor importancia, en nuestra región aún no se encuentra a ese nivel, pero este se está incrementando, como se puede observar en la figura. Durante el 2018 Perú fue el segundo país con mayor crecimiento de ventas online en Latinoamérica solo superado por argentina que tuvo un crecimiento de 102%.

Figura 2.3

Peso de la venta online por país



Nota. De “Venta online productos durables en Perú tuvo el segundo crecimiento más alto de Latinoamérica”, 2019 (<https://gestion.pe/economia/venta-online-productos-durables-peru-tuvo-segundo-crecimiento-alto-latinoamerica-260690-noticia/>).

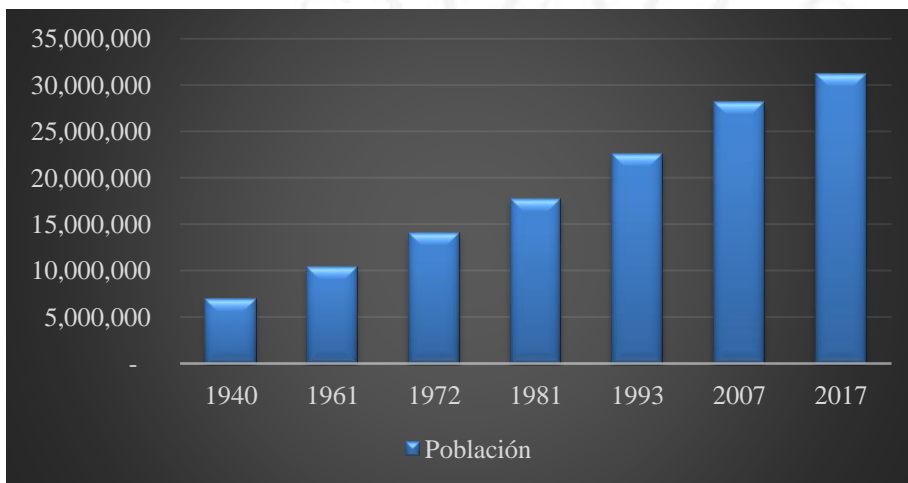
En el Perú las ventas online representan el 8% del total de ventas, el crecimiento de ventas en línea en el 2018, se pueden explicar gracias al incremento de ventas especialmente de televisores debido al mundial, además también este incremento fue impulsado por eventos como Cyberdays y CyberWow. Debido a esta estacionalidad es probable que en el 2019 este crecimiento se vea afectado.

Demográfico

“El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)..., la población total del Perú llegó a 31 millones 237 mil 385 habitantes, en los que se considera a la población censada y la población omitida durante el empadronamiento” (Instituto Nacional de estadística e informática [INEI], 2018).

Figura 2.4

Población del Perú desde 1940 hasta 2017



Nota. Adaptado de *Población del Perú totalizó 31 millones 237 mil 385 personas al 2017*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-del-peru-totalizo-31-millones-237-mil-385-personas-al-2017-10817/>).

El Ingreso per cápita es un buen indicador para analizar la calidad de vida, en el Perú actualmente es de 6947.26 \$ ubicándose en el puesto 109 de 231 países.

En el Perú, el 49,2% son hombres y el 50,8% son mujeres, por lo tanto, la población femenina es mayor que la masculina. El 61,7% de la población tiene entre 15 y 59 años, el 58% de la población vive en Lima, en la sierra el 28,1% y en la selva 13,9%.

2.1.2. Análisis del entorno competitivo

Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación de los proveedores es alto, puesto que nuestro único proveedor es Importaciones Hiraoka, esta empresa importa las piezas y repuestos desde China, al

ser un país industrial tan importante que produce casi cualquier producto, las piezas pueden ser encontradas con facilidad en cualquier otro proveedor. Cabe mencionar que una agencia en aduanas se encarga de los trámites para nacionalizar los productos y posteriormente transportarlos hasta el almacén, esta empresa también se encarga de descargar los contenedores en los almacenes de Tecnicentro Cuzco S.A.C.

Poder de negociación de los compradores

El poder de negociación con los compradores es alto. Debido a que nuestro único cliente es la empresa Importaciones Hiraoka S.A.C., Tecnicentro Cuzco al ser una empresa filial de la mencionada empresa, el precio y todos los términos de negociación son impuestos por esta empresa.

En este contexto es importante brindar un servicio de calidad y al más bajo precio posible, ya que en el mercado de electrodomésticos en Perú, podemos encontrar diversas empresas competidoras de Hiraoka en el rubro como: Saga Falabella, Tottus, Sodimac Cencosud, Carsa, Ripley, entre otros; los cuales venden productos similares y en algunos casos los mismos, donde cada uno trata de diferenciarse principalmente por los precios bajos, por ello los clientes tienen un gran poder de negociación, ya que tienden a visitar varias tiendas antes de realizar la compra, por eso es importante tratar de fidelizar al cliente, buscando ofrecer los precios más bajos y en el caso de Importaciones Hiraoka además de brindar ofertas atractivas al público, también ofrece un servicio post venta de calidad, dicho servicio brindado por la empresa Tecnicentro Cuzco, de esta manera busca que los clientes tengan como primera opción a la empresa evitando que tengan que recurrir a la competencia.

Amenaza de sustitutos

La amenaza de sustitutos es baja, actualmente la cocina es un electrodoméstico primario, el cual no tiene un electrodoméstico sustituto natural, por el contrario, en el contexto socioeconómico más bajo en el que muchos hogares aún poseen cocinas a leña, la cocina a gas es un reemplazante de ese tipo de cocinas, ya que son mucho más seguras y

prácticas. En otros niveles socioeconómicos de familias más pequeñas o personas que viven solas un posible producto sustituto es el horno microondas, ya que en personas con un estilo de vida más ajetreado no tienen el tiempo suficiente para cocinar o utilizar una cocina y tienden a utilizar el microondas ya que es más rápido.

Importaciones Hiraoka al ser nuestro único cliente, es importante también analizar sus amenazas, actualmente la empresa Importaciones Hiraoka realiza la venta de sus productos en sus 4 tiendas en Lima, bajo ese modelo el canal online se presenta como un posible sustituto como canal de ventas ya que según informó la consultora GFK, las ventas online de electrodomésticos crecieron un 49% en el 2018, aunque este canal solo representa el 8% de las ventas totales de electrodomésticos, la tendencia mundial del sector se inclina hacia el ecommerce, presentándose como una potencial amenaza.

Rivalidad entre competidores

La rivalidad entre competidores baja, ya que no existen competidores, al ser una empresa filial de nuestro único cliente. Importaciones Hiraoka tiene una alta competencia en el rubro de electrodomésticos, esta competencia se diferencia en los precios, la garantía, atención al cliente y servicio post venta junto a productos de calidad. Por esta razón es importante que en Tecnicentro Cuzco brinde sus servicios al menor costo y con la mayor calidad posible. Además, Importaciones Hiraoka, gracias al servicio de Tecnicentro Cuzco, en el mercado tiene una buena imagen por ser una empresa que actúa inmediatamente cuando ocurren reclamos y/o problemas con sus artefactos.

Amenaza de nuevos participantes

La amenaza de nuevos competidores es baja, ya que no tenemos competidores al ser una empresa filial de nuestro único cliente Importaciones Hiraoka, no es probable que esta empresa contrate a otra para realizar el ensamblaje de sus productos y el servicio técnico.

Se puede concluir con el análisis anterior, que el sector es atractivo para Tecnicentro Cuzco porque la amenaza de nuevos competidores es baja; sin embargo, solo cuenta con un único cliente.

2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Oportunidades

- Brindar servicio técnico a otras empresas y/o clientes.
- Especializar a nuestros técnicos.
- Brindar servicio de ensamblaje a otras empresas.

Amenazas

- Disminuya la demanda de electrodomésticos.
- Inestabilidad social política.
- Recesión económica.

2.2. Análisis Interno de la Empresa

2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

Misión

- 1) Lograr la satisfacción y deleite de nuestros clientes a través de un servicio especializado con respuestas innovadoras y rápidas que sobrepase sus expectativas.
- 2) Lograr la superación permanente de nuestros colaboradores mediante el desarrollo personal, la dedicación y el trabajo en equipo.
- 3) Ser una unidad de negocios rentable y profesional, dedicando nuestro esfuerzo para que los productos Miray sean reconocidos como un producto de avanzada tecnología, diseño y calidad. (J. Castro Manyari, comunicación personal, 2 de julio de 2018)

Visión

“Queremos ser reconocidos como el mejor servicio técnico donde nuestros clientes encuentren profesionales que ofrezcan soluciones innovadoras y rápidas para su satisfacción y deleite.” (J. Castro Manyari, comunicación personal, 2 de julio de 2018).

Objetivos:

- 1) Las reparaciones en garantía deben ser entregadas como máximo en 5 días.
- 2) Las reparaciones fuera de garantía deben ser entregadas como máximo en 10 días. (J. Castro Manyari, comunicación personal, 2 de julio de 2018).

2.2.2. Análisis de la estructura organizacional

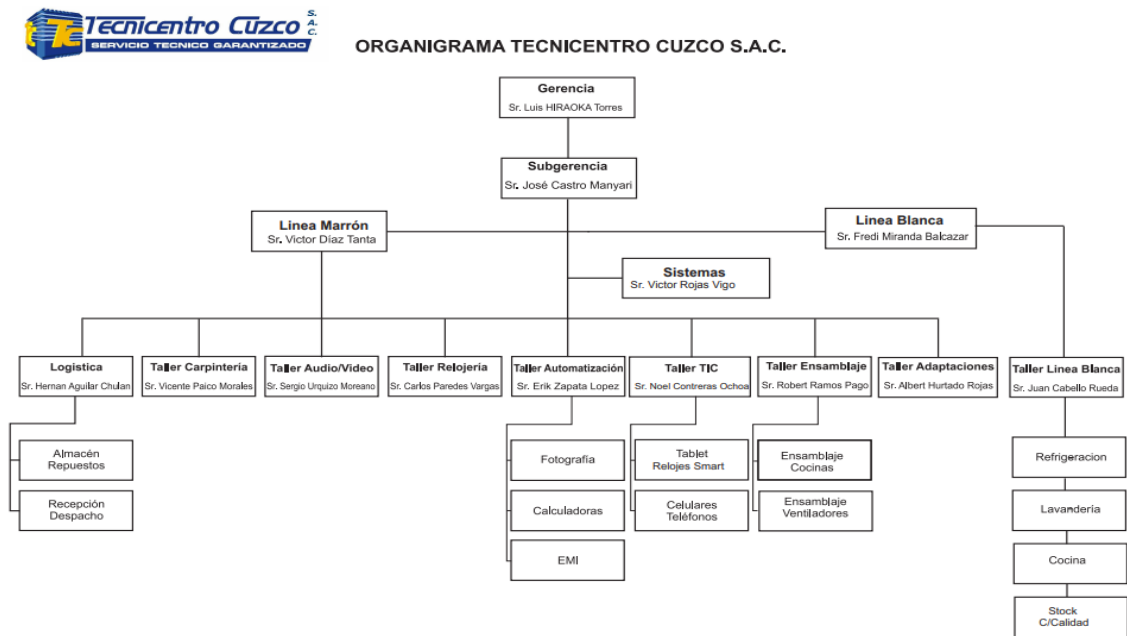
La empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C. cuenta con 75 trabajadores, los cuales son técnicos especializados para diferentes tipos de trabajos, dependiendo de los artefactos electrónicos pertenecientes a la línea marrón o línea blanca. Asimismo, cuentan con 1 gerente general, 1 subgerente, los jefes de la línea marrón y blanca, y el jefe del área de sistemas.

En el organigrama (ver figura 2.5) se puede apreciar que en la línea marrón se encuentra el área de logística, donde se gestiona el almacenamiento de los repuestos, la recepción y despacho de productos; asimismo, están los talleres de carpintería, audio/video, relojería, tecnología de la información y comunicaciones (TIC), automatización, adaptaciones y el taller de ensamblaje. Por otro lado, se cuenta con el taller de línea blanca donde se realizan las reparaciones y servicio técnico de los artefactos electrónicos pertenecientes a esa línea.

En el taller de ensamblaje se cuenta con 14 operarios que realizan sus actividades para el ensamble de cocinas y 1 supervisor.

Figura 2.5

Estructura organizacional de Tecnicentro Cuzco S.A.C



Nota. De Tecnicentro Cuzco S.A.C, 2019

2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves

La clasificación de los procesos clave de una empresa son de tres tipos: estratégicos, operativos y de apoyo. Por lo cual, se van a identificar y describir los procesos involucrados en la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C. (ver figura 2.6) y como estos logran impactar en la organización con respecto a los objetivos de cada proceso.

Procesos estratégicos

Los procesos estratégicos son aquellos procesos que están relacionados con las estrategias y objetivos de la empresa para la planificación junto a la toma de decisiones.

En Tecnicentro Cuzco S.A.C. los procesos estratégicos son los siguientes:

- **Instalación de equipos a domicilio:** Los técnicos de Tecnicentro Cuzco S.A.C. se encargan del transporte e instalación de los equipos electrónicos a los hogares.

- **Asesorías post venta:** Tecnicentro Cuzco S.A.C ofrece capacitaciones a los usuarios finales en la manipulación y consulta con respecto a sus productos eléctricos.

Procesos clave

Los procesos operativos son aquellos procesos que agregan valor al cliente, los que consumen muchos recursos para sus operaciones y constituyen la cadena de valor de la empresa.

En Tecnicentro Cuzco S.A.C los procesos clave son los siguientes:

- **Ensamblaje de cocinas:** La empresa cuenta con el servicio de ensamblaje para su cliente.
- **Soporte técnico a domicilio:** Ofrecen un servicio de mantenimiento e inspección de productos electrónicos a domicilio.
- **Servicio técnico en taller:** Tecnicentro Cuzco S.A.C ofrece el servicio de reparación de equipos electrónicos en su mismo taller, en caso requiera cambio de repuestos.

Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo son aquellos procesos que dan soporte a los procesos estratégicos y operativos para la mejora y control de gestión de la empresa.

En Tecnicentro Cuzco S.A.C. los procesos de apoyo son los siguientes:

- **Control de calidad:** Ofrecen un servicio de control de calidad a los productos de su cliente para asegurar su correcto funcionamiento, especificaciones técnicas correctas, y apariencia de los productos.
- **Capacitación:** Se realiza la capacitación de los técnicos tanto para los que ingresan a la empresa como a los que ya pertenecen a la empresa. Estas capacitaciones se realizan a lo largo del año para mejorar las buenas prácticas de los trabajadores y de esta manera mejorar la productividad junto a una buena calidad.

- **Mantenimiento:** Se encarga de realizar los mantenimientos necesarios a los equipos dentro de la empresa.
- **Estudio de factibilidad:** En este proceso se evalúan las posibilidades de éxito o fracaso con respecto a un nuevo proyecto que la organización se encuentre desarrollando para luego ser utilizado como guía para la toma de decisiones.

Figura 2.6

Mapa de macro procesos



2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de las actividades clave.

Tabla 2.1

Indicadores generales de desempeño

Indicadores	2018	2019	Variación
Meta de producción (cocinas/mes)	1 857	993	-46,53%
Cocinas pendientes por ensamblar	3 808	609	-84,01%
Ensamblaje de cocinas (cocinas/mes)	1 539	1,260	-18,13%
Número de estaciones	8	8	-
Tiempo disponible al mes (minutos)	13 500		-

Nota. Tabla desarrollada en función de la data obtenida en la empresa.

La meta de producción de cocinas es determinada por el requerimiento de nuestro cliente, por lo cual no se tiene un plan de producción, lo que causa que algunos meses se

produzcan más que otros y en algunos meses la producción sea más baja, por ello se utilizó un promedio mensual de producción, podemos observar que la meta de producción disminuyó en el año 2019, esto debido a la incertidumbre política del país, y como consecuencia a la coyuntura la meta de producción se ha reducido.

Las cocinas pendientes por ensamblar son las cocinas que no fueron ensambladas durante el año, y que fueron ensambladas al siguiente año, como se puede observar este indicador mejoró; debido a que, la meta de producción disminuyó y se redujeron la cantidad de cocinas importadas utilizando el stock del año anterior, quedando menos cocinas por ensamblar.

Las cocinas por mes ensambladas se redujeron en el año 2019; debido a que la meta de producción disminuyó.

2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora (hallazgo de problemas).

La determinación de las posibles oportunidades de mejora se ha realizado mediante conversaciones con el personal operativo del taller de ensamblaje, el supervisor del taller y el subgerente de Tecnicentro Cuzco S.A.C. Al evaluar el taller de ensamblaje de cocinas se han evidenciado oportunidades de mejora por el tiempo de producción de cocinas, ya que se puede mejorar el ritmo de producción al establecer una estandarización del proceso, efectuar un balance de línea para optimizar los recursos de mano de obra y mejorar los equipos e instrumentos del taller de ensamblaje.

Asimismo, al diseñar una efectiva línea de ensamblaje se pueden evitar los reprocesos y realizar el proceso de ensamblaje de cocinas de forma lineal y continua. Esto con lleva a reducir los tiempos por las actividades que no agregan valor al proceso de ensamblaje para finalmente reducir el tiempo de fabricación y de esta manera aumentar la producción de la línea de ensamblaje.

Por otro lado, se han identificado problemas ergonómicos; debido a que, no se cuenta con equipos adecuados que faciliten la labor de los trabajadores, lo que con lleva a una mala práctica.

Por último, a las instalaciones del local limita la capacidad de producción de los trabajadores dentro del taller, ya que al efectuar una buena disposición de las estaciones de trabajo se podría aumentar el ritmo de producción.

2.2.6. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.

Fortalezas

- Cuenta con una buena reputación de servicio técnico.
- Cuenta con un nuevo local más amplio para realizar las operaciones.
- Cuentan con repuestos originales.
- Sus instalaciones cuentan con una buena ubicación con respecto a nuestro cliente.

Debilidades

- Nuevos trabajadores nuevos en el rubro que no cuentan con mucha experiencia técnica.
- Dependencia de la empresa Importaciones Hiraoka.
- No se cuenta con un constante provisionamiento de piezas.

2.2.7. Selección del sistema o proceso a mejorar

Se realizará un análisis de las áreas de la empresa utilizando el análisis factorial de Klein. Esta metodología tiene como objetivo evaluar el desempeño de las funciones que existen dentro de la empresa para poder realizar un comparativo entre las áreas y escoger el proceso más crítico dentro de la empresa.

En primer lugar, se debe calcular la efectividad (E) de los factores en base a los criterios que se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2*Tablas de valores de efectividad*

Tabla de valores de efectividad		
A	1	Aceptable
B	0,5	Limitado
C	0,25	No aceptable
N	El número de encuestas realizadas	

Entonces se utiliza la siguiente fórmula para calcular la efectividad (E) de cada factor, cabe mencionar que este valor es un porcentaje para reflejar el desempeño del área.

$$E = \frac{a + b + c}{n} \times 100 \%$$

En la evaluación del desempeño se ha realizado 5 encuestas a responsables directos en cada área (dos jefes de área, dos colaboradores de la empresa y al subgerente de la empresa Tecnicentro Cusco S.A.C.) para evaluar sus conocimientos acerca de las principales tareas y funciones que correspondan. A continuación, los resultados de las encuestas se encuentran en las tablas 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6 con respecto a la evaluación del análisis de Klein junto a sus criterios ya establecidos anteriormente.

Tabla 2.3*Análisis del proceso en la gerencia - Klein*

Nro.	Gerencia	Aceptable	Limitado	No aceptable	Total
1	¿Cómo califica los directivos de la empresa?	xxxxx			
2	¿Se planeó la organización de la empresa?	xxxxx			
3	¿La dirección dispone de medios de comunicación para transmitir las órdenes a los subordinados y recibir información?	xxxxx			
4	¿Cómo considera que son sus resultados desde el punto de vista económico con respecto a otras empresas del mismo giro?	xxx	xx		
5	¿Cómo califica el método de selección de las personas a quienes se les delega algún tipo de autoridad?	xx	xxx		
6	¿Cómo califica las políticas que ha establecido la empresa para estimular al personal?	xxxx	x		
	Resultado	24x	6x	0x	90%

Tabla 2.4*Análisis del proceso en la subgerencia - Klein*

Nro.	Subgerencia	Aceptable	Limitado	No aceptable	Total
1	¿Es aceptable cada uno de los sistemas administrativos que lleva la empresa en sus registros contables?	xxxx	x		
2	¿Se realiza de forma satisfactoria la comunicación entre áreas de la empresa?	xxxxx			
3	¿Con qué frecuencia se analizan las variaciones del presupuesto de compras, así como el de gastos?	xxxx	x		
4	¿Dispone el gerente de la empresa de pronósticos mensuales de cada departamento que le permitan prever oportunamente su situación?	xxxxx			
5	¿Cómo se considera que es la situación financiera de su empresa en relación con otras de su misma actividad?	xxx	xx		
	Resultado	21x	4x	0x	92%

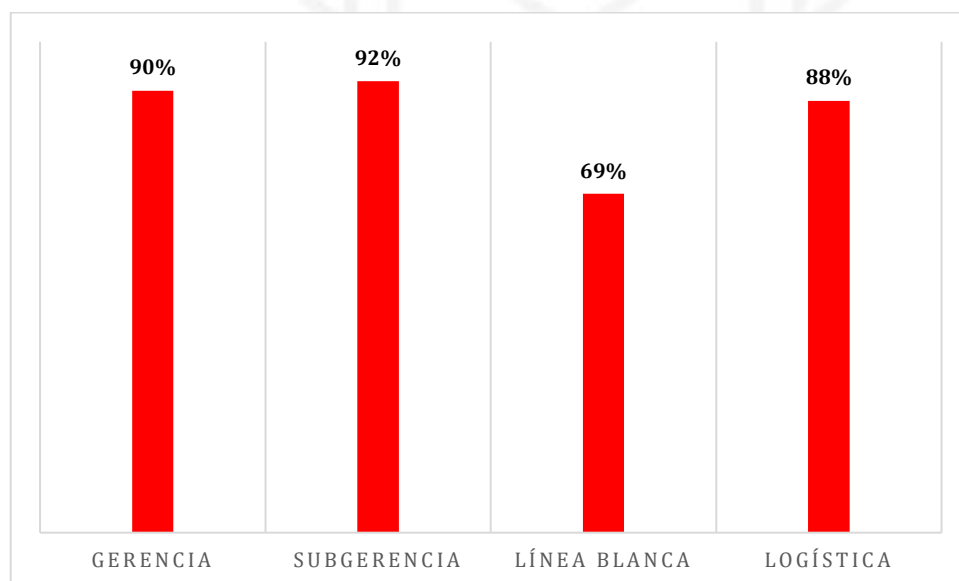
Tabla 2.5*Análisis del proceso en la línea blanca - Klein*

Nro.	Línea Blanca	Aceptable	Limitado	No aceptable	Total
1	¿La disposición del local que ocupa facilita la eficiencia de las operaciones en esa área?	x	xxxx		
2	¿Existe el equipo adecuado para la realización de las operaciones?	x	xxxx		
3	¿Existen registros actualizados del equipo existente, la antigüedad, depreciación, costos de reparación, etc.?	x	xxx	x	
4	¿Cómo califica el flujo de información de las operaciones durante el proceso, así como las demoras, recorridos, incumplimientos, etc.?	xxx	xx		
5	¿Se lleva una adecuada capacitación técnica a los operarios en dicha área?	xxxx	x		
	Resultado	10x	14x	1x	69%

Tabla 2.6*Análisis en el proceso de logística - Klein*

Nro.	Logística	Aceptable	Limitado	No aceptable	Total
1	¿Cómo califica el tipo de control de inventarios actualmente?	xxxx	x		
2	¿La localización y clasificación de los materiales es adecuada para que sean encontrados fácilmente?	xxxx	x		
3	¿Es aceptable el control de entradas y salidas de materiales en el almacén?	xxxxx			
4	¿Se presenta agotamiento de repuestos, con qué frecuencia?	x	xxxx		
5	¿En el control de calidad de los materiales comprados, con qué frecuencia se detectan anomalías?	xxxxx			
Resultado		19x	6x	0x	88%

Los resultados del análisis factorial de Klein nos determina que el proceso de con el menor desempeño es el taller de ensamblaje con un 69%. Por lo tanto, el proceso a identificar problemas, evaluar, analizar y determinar las soluciones de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C es el taller de ensamblaje de cocinas.

Figura 2.7*Tabla de resultado del factorial de Klein*

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.

3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1. Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio

El proceso de ensamblaje de cocinas comienza con el armado de la cabina, al mismo tiempo realizan el armado de los accesorios, los laterales y las perillas, paralelamente se realizan todas las conexiones de las tuberías y válvulas necesarias de la cocina; luego se realiza el ensamblaje de las puertas del horno y la cubierta de estufa. Una vez que tienen todas las partes listas se llevan las cocinas al área donde ensamblan todas las partes; en primer lugar, se junta la cabina con los laterales de los accesorios y las perillas, después se realiza la instalación de las tuberías y válvulas, al finalizar este paso se hacen las instalaciones eléctricas necesarias y se coloca la parte posterior a la cocina.

Luego de realizar las instalaciones eléctricas y de las tuberías se hace el control de calidad, que consta de la prueba para verificar si el sistema eléctrico funcione correctamente; asimismo, las tuberías y válvulas de gas, para ello con la ayuda de una manguera conectada a un balón de gas verifican en cada una de las cocinas si existe fuga o un problema con respecto al sistema eléctrico.

Finalmente se agrega la puerta de la cocina y la cubierta de las estufas, se agregan las etiquetas de seguridad junto a el código de barras y se efectúa una última inspección visual con respecto al proceso de control de producto para que no haya ninguna rayadura o algún otro problema, una vez terminado esta etapa del proceso de ensamblaje se realiza el embalado, se agregan los últimos accesorios extraíbles y se realiza el empaquetado para que puedan ser llevados al almacén.

Figura 3.1

Diagrama de proceso (DOP)

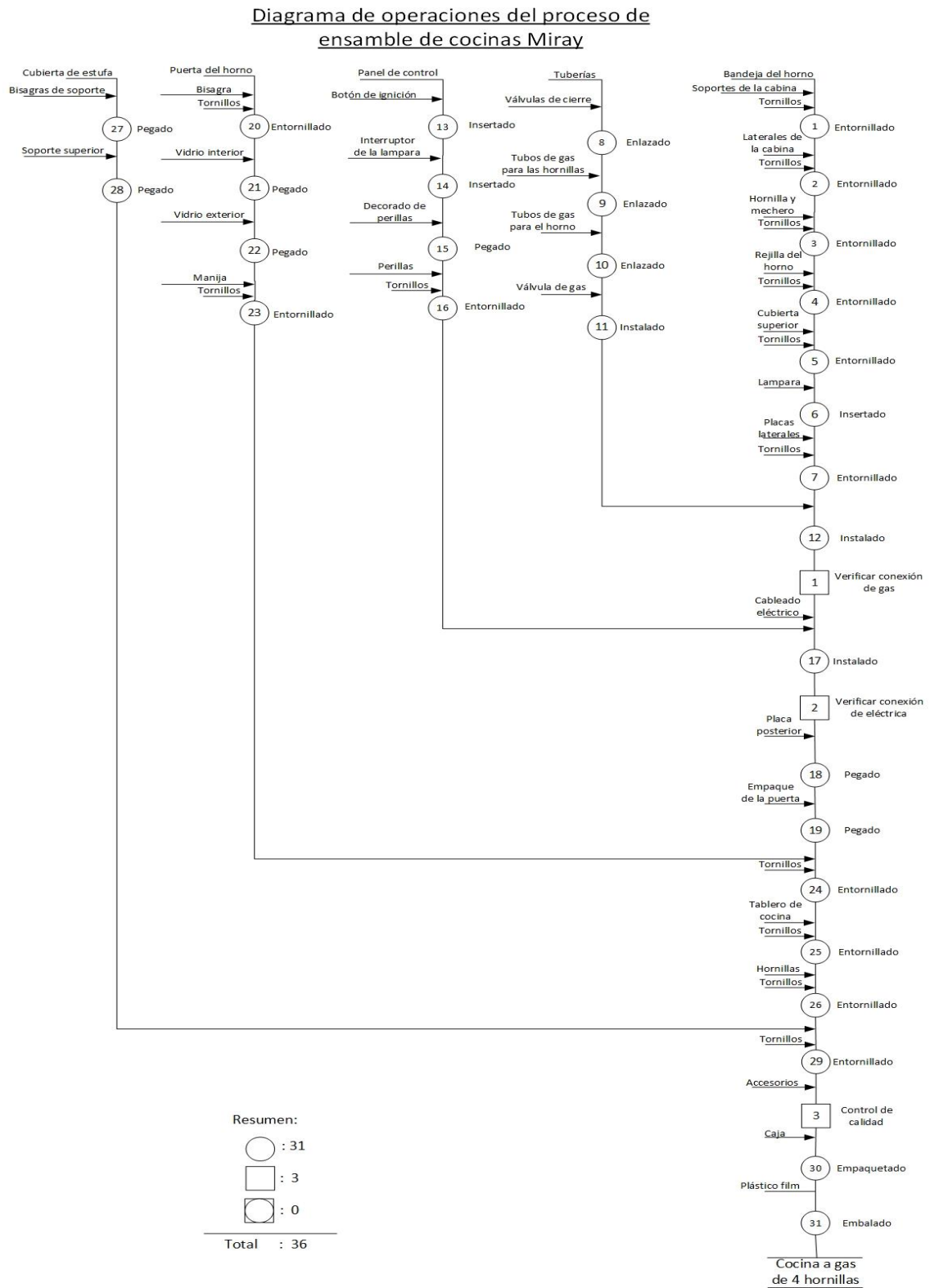
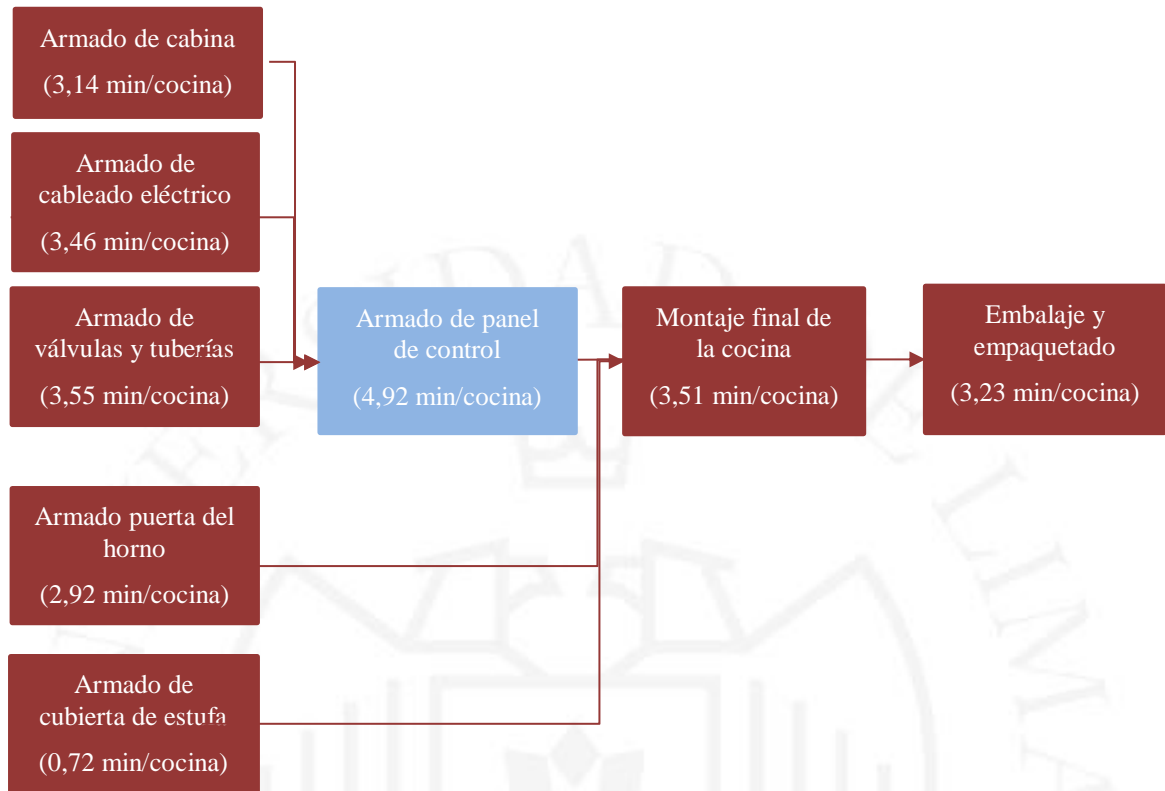


Figura 3.2

Diagrama de bloques de las estaciones de trabajo



En el diagrama de bloques (ver figura 3.2) podemos visualizar las actividades realizadas en cada una de las estaciones y el flujo que siguen las cocinas, también se puede observar el tiempo que se demoran en concluir todas las piezas necesarias para una cocina dependiendo de su respectiva estación, de esta manera se puede observar la estación cuello de botella es la estación de armado de panel de control, ya que en esta se realiza la prueba de hermeticidad de válvulas y tuberías, se arma el panel de control y finalmente se junta el panel de control con la cabina.

Figura 3.3

Diagrama de recorrido de la línea de ensamblaje

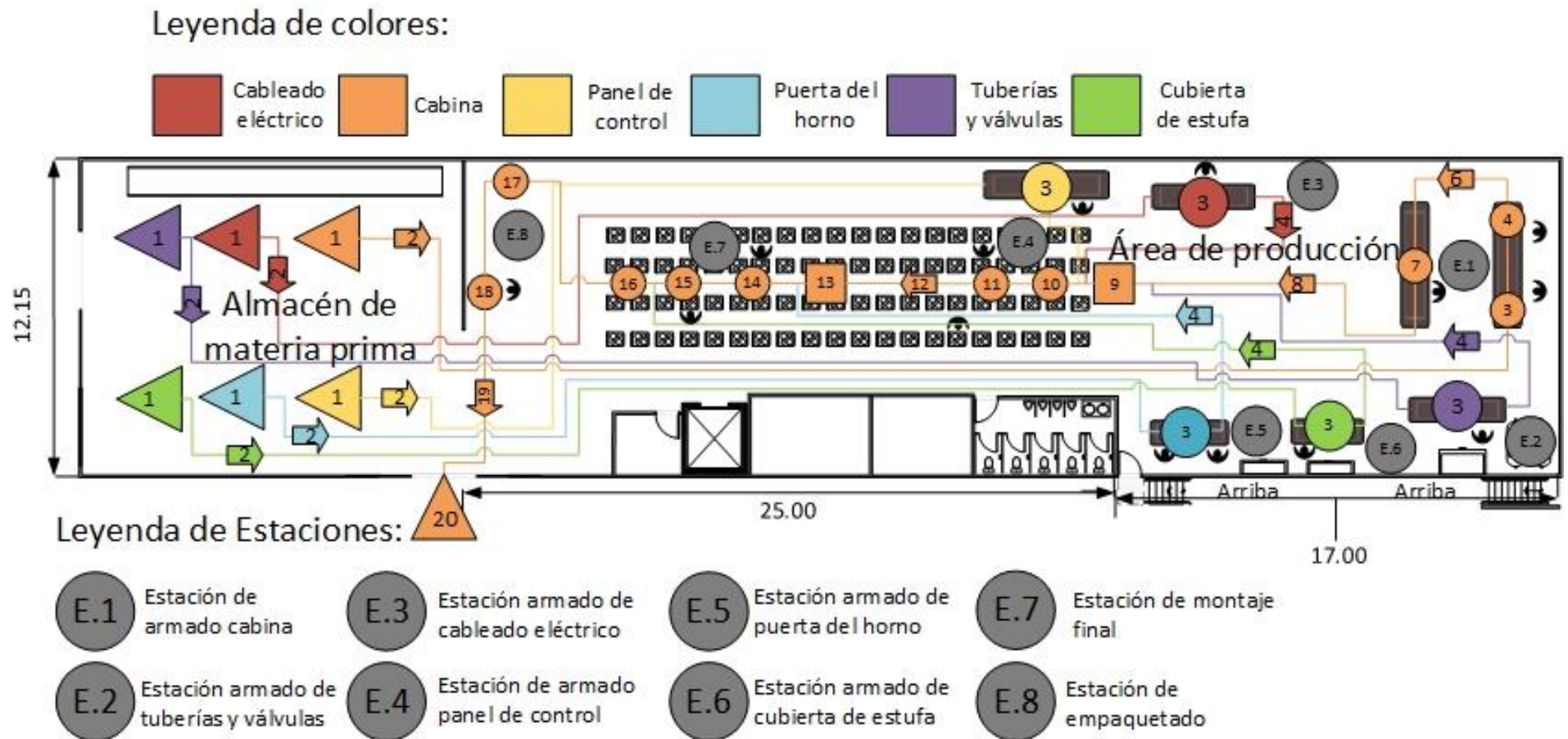


Tabla 3.1

Diagrama de actividades del proceso actual (cabina)

Diagrama núm.: 1	Actividad	Actual	Tiempo total (s)	
Hoja núm.: 1 de 1				
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	9	438	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	6	101	
	Espera	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	2	104	
	Almacenamiento	2		
	Agregan valor: 8			
		No agregan valor: 11		
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad
Recepción de material (cabina)			○	No agrega valor
Traslado a zona de armado de cabina	43,0	38	□	No agrega valor
Armar base de la cocina	6,0		▷	Agrega valor
Armar cabina	33,6		▷	Agrega valor
Traslado para armar los laterales	10,8	7,5	▷	No agrega valor
Armar laterales	23,3		▷	Agrega valor
Traslado a la zona de panel de control	12,8	8,5	▷	No agrega valor
Prueba de fuga de gas	77,81		▽	No agrega valor
Juntar panel con cabina	102,43		▷	Agrega valor
Traslado a zona de montaje final de cocina	9,50	5	▷	No agrega valor
Prueba de electricidad	26,7		▽	No agrega valor
Limpiar, colocar empaque de la puerta, colocar puerta, insertar rejillas	57,2		▷	Agrega valor
Colocar sticker	7,1		▷	Agrega valor
Colocar cubierta de estufa	14,3		▷	Agrega valor
Traslado a zona de embalaje	9,5	5	▷	No agrega valor
Armar caja	15,1		▷	No agrega valor
Empaquetar y embalar	178,4		▷	Agrega valor
Traslado a almacén de PT	15,6	12	▷	No agrega valor
Almacén de productos terminados			○	No agrega valor
Total	643	76,00		

Nota. En los anexos 2, 3, 4, 5 y 6 se observa el DAP de los subprocesos.

El tiempo de ciclo es de 643 segundos o 10,72 minutos.

3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

La empresa no cuenta con indicadores para su línea de ensamblaje de cocinas, por el cual se ha calculado los siguientes indicadores, a partir de la información brindada por la empresa y el estudio de tiempos de la línea de ensamblaje.

Tabla 3.2*Indicadores específicos de desempeño en la línea de ensamblaje*

Indicadores	2020
Tiempo total de ensamble (minutos/cocina)	10,72
Producción al día (cocinas)	45
Capacidad de línea (cocinas/día)	98
Capacidad utilizada	45,92%
Número de estaciones	8

Nota. Indicadores obtenidos en base a 8 horas efectivas

Como se puede observar en la tabla 3.2, la capacidad utilizada es 45,92%, demostrando que existe una notable oportunidad de mejora para aumentar el ensamblaje de cocinas, actualmente cuentan con 8 estaciones de trabajo y 14 operarios. Asimismo, la producción diaria del 2020 es de 45 cocinas, la capacidad de línea es 98 cocinas al día y el tiempo total de fabricación de 10,72 minutos por cocina. Actualmente, trabaja 9 horas efectivas teniendo una producción diaria de 51 cocinas.

3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

Se van a utilizar las herramientas “Diagrama de Ishikawa” (ver figura 3.4) para analizar el problema encontrado e identificar las causas; además utilizamos el “Diagrama de relaciones de causa – efecto” (ver figura 3.5) para identificar las principales causas raíz en el proceso de ensamblaje de cocinas; puesto que, al determinar las causas principales se puede establecer un plan de mejora abarcando tanto el problema principal como la soluciones a las causas raíz. Las causas raíz se identificaron realizando una lluvia de ideas en conjunto con los operarios y los encargados del área.

El problema principal observado es el incumplimiento de la meta de producción de cocinas; puesto que, en el 2019 quedaron 609 cocinas pendientes por ensamblar, disminuyendo los ingresos anuales en S/ 31 607.

Las causas intermedias son: bajo rendimiento de la línea de ensamblaje (capacidad utilizada de 45,92%), el cual se debe al excesivos despilfarros del producto (tiempo total de todos los traslados de 5,34 minutos/cocina) porque no hay estaciones establecidas; asimismo, la producción es desorganizada, y acumulación de piezas en las estaciones por

el retraso en la estación de armado de panel de control por ser el cuello de botella (4,92 minutos/cocina) y la demora en la prueba de gas (1,30 minutos/cocina).

Las causas raíz son: No existe una disposición de planta, no hay un balance de línea, estaciones de trabajo no ergonómicas, uso de GLP en prueba de hermeticidad.



Figura 3.4

Diagrama de Ishikawa

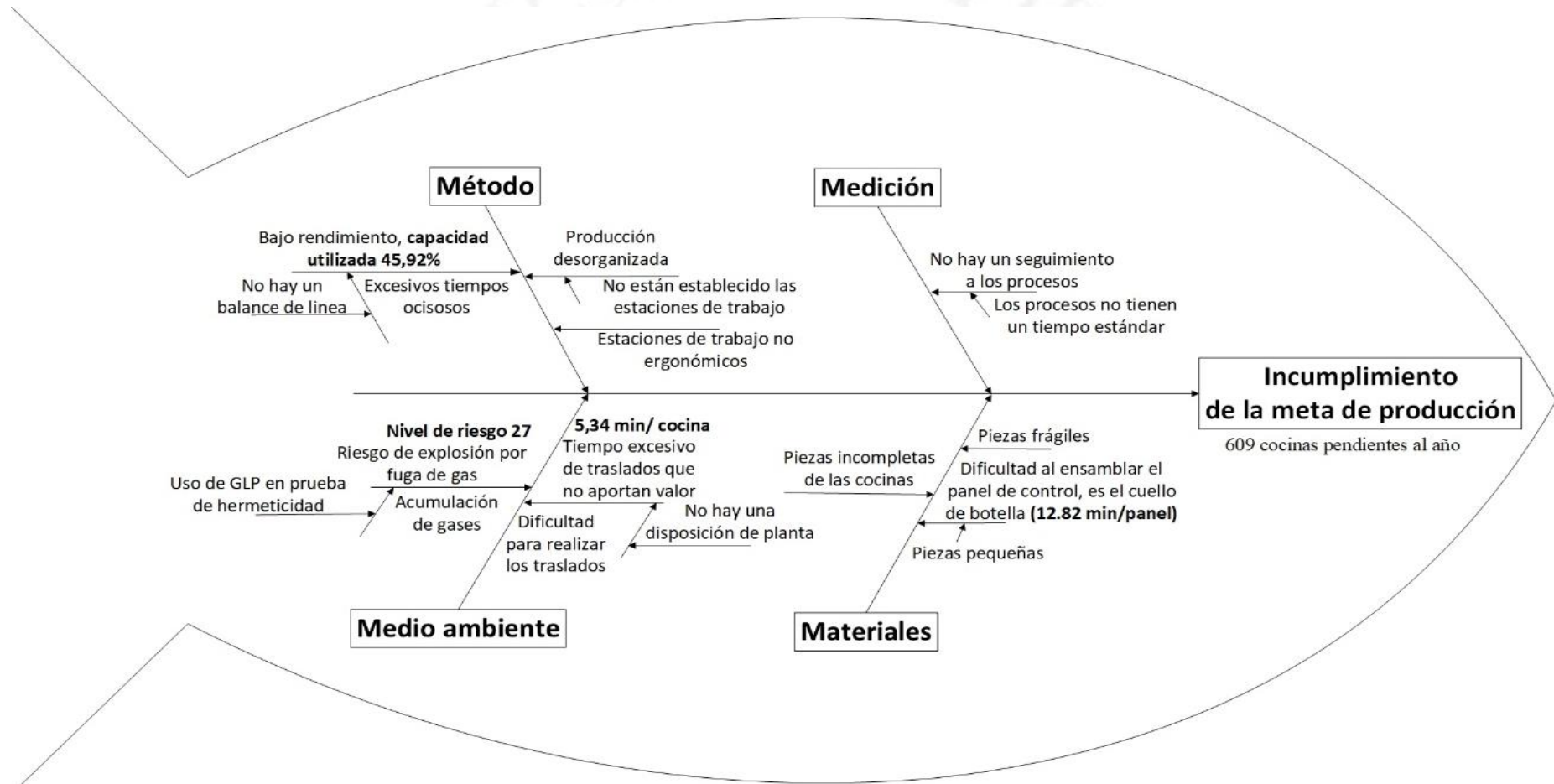
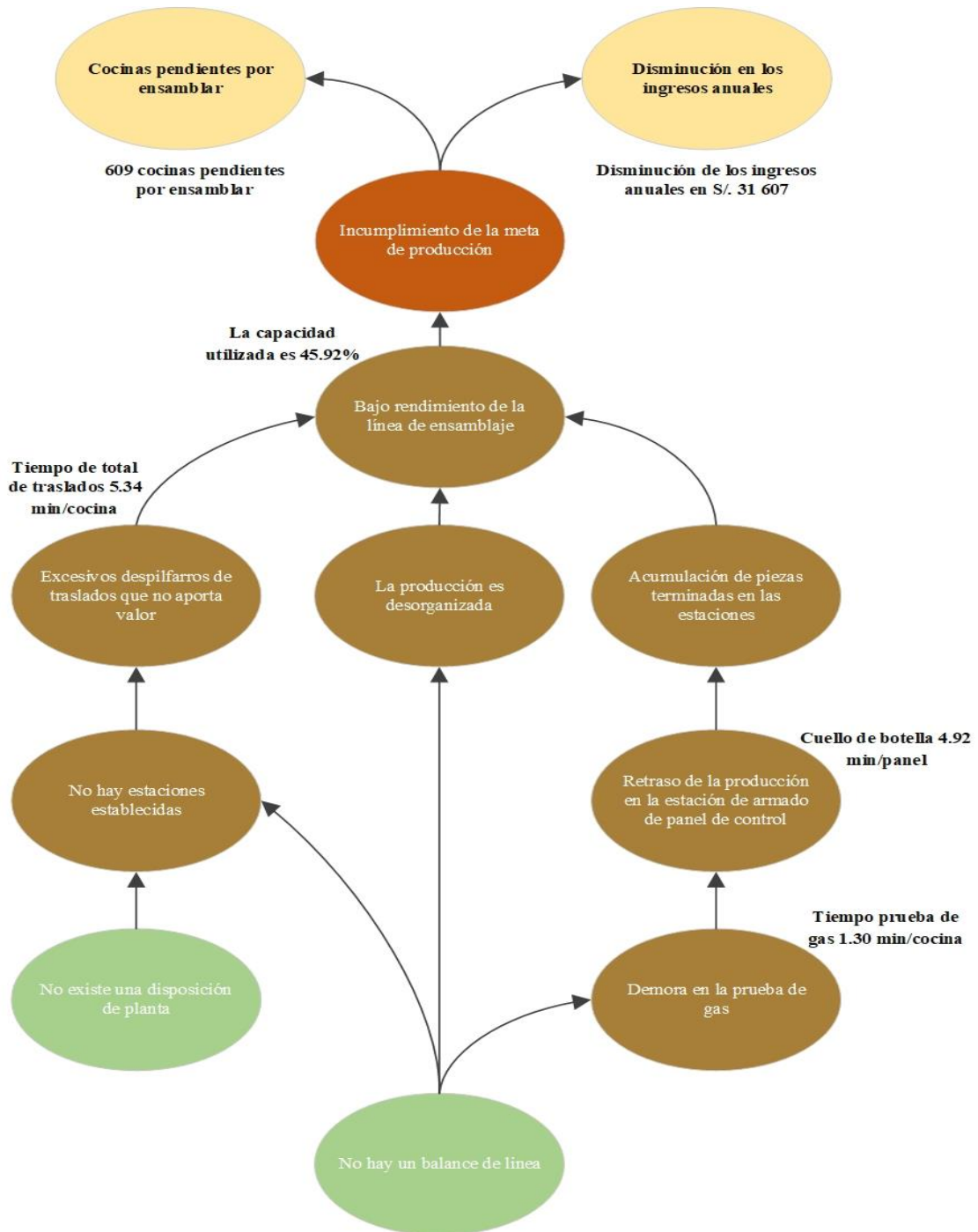


Figura 3.5

Diagrama de relaciones de causa efecto de la empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C



CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planteamiento de alternativas de solución

Las alternativas de solución se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 4.1

Alternativas de solución

Nro.	Alternativas de solución
1	Rediseño de la línea de ensamblaje
2	Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

4.1.1. Rediseño de la línea de ensamblaje

Actualmente la línea de ensamblaje se puede clasificar según el tipo de producto como una línea de ensamblaje mixta, debido a que se producen diferentes variantes de un producto básico, además no existe un tiempo de setup para variar de un modelo a otro, dado que las operaciones son las mismas para todas las variantes.

Para la propuesta al rediseñar la línea de ensamblaje se implementará una cinta transportadora, que atraviese el área de producción, llevando las piezas desde el almacén de materia primas, a través de cada una de las estaciones, para que finalmente lleguen a la estación de armado, donde se unen las diferentes piezas para formar el producto final, pasando posteriormente al almacén de productos terminados.

4.1.2. Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

La base de esta propuesta es cambiar el actual método por el cual se realiza inspección de calidad de las válvulas y tuberías de las cocinas, de este modo evitar posibles fugas de gas una vez que el cliente utilice el producto. Esta prueba se realiza con conectando la cocina a un balón de gas, para comprobar que no haya ninguna fuga y todas las hornillas funcionen, esto conlleva a la constante exposición por parte de los trabajadores, a una

actividad potencialmente peligrosa, ya que se trabaja con combustible inflamable, lo cual podría ser causante de un posible siniestro.

Esta propuesta de mejora consiste en realizar la prueba de hermeticidad de las tuberías y válvulas en un área específica dentro de la estación de armado de las mismas, esta prueba se guiará en el protocolo de buenas prácticas en pruebas neumáticas en tuberías para GLP, en el cual con apoyo del sistema de aire comprimido con el que cuenta la empresa, se realizará la prueba de hermeticidad, aplicando una presión de prueba 1.5 veces mayor a cada una de las piezas por un tiempo determinado, y este modo verificar que no existe ninguna fuga u otros defectos, cualquier reducción en la presión, se puede atribuir fácilmente a una fuga u otra causa, de esta manera se evita trabajar con un combustible inflamable dentro, de las instalaciones de la empresa.

4.2. Selección de alternativas de solución

4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

En la selección de alternativas de solución tomamos en cuenta la información del Pareto y el diagrama de Ishikawa para su respectivo análisis; asimismo, proponer las soluciones que mejoren la situación actual de la empresa. En la tabla 4.2, se muestran dos grupos relacionados con las alternativas de solución propuestas junto a las causas raíz del diagrama de relaciones causa efecto.

Tabla 4.2

Grupos por alternativas de solución

Grupos	Causas raíz	Alternativas de solución
1	No existe un balance de línea	Rediseño de la línea de ensamblaje
	No existe una disposición de planta	Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

4.2.2. Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución

Evaluaremos cuantitativa y cualitativamente las alternativas de solución para realizar un mejor análisis de las propuestas. Se va a utilizar una herramienta de ingeniería, que es el Ranking de Factores, para la evaluación cuantitativa; por el otro lado, en la tabla 4.9 se

muestra la evaluación cualitativa, según las ventajas y desventajas de cada alternativa de solución.

Factores de evaluación:

- **Impacto en la producción (A):** Nos indica el impacto de la solución, con respecto al aumento en la producción.
- **Tiempo de implementación (B):** Indica el tiempo que va a demorar en implementar la solución.
- **Costo de implementación (C):** Nos permite saber y evaluar según el costo de implementar la solución.
- **Complejidad (D):** Indica la complejidad de realizar el Proyecto.
- **Dependencia (E):** Indica la correlación que existe entre una solución y otra para poder implementarse.

Se va a realizar la tabla de enfrentamiento de cada factor, en la tabla 4.3; luego, se otorgará un puntaje a cada factor para el Ranking de Factores (Tabla 4.10).

Tabla 4.3

Tabla de enfrentamiento

Factor	A	B	C	D	E	Peso	Porcentaje
A	x	1	1	1	1	4	26,67%
B	0	x	0	1	1	2	13,33%
C	1	1	x	1	1	4	26,67%
D	0	1	0	x	1	2	13,33%
E	0	1	1	1	x	3	20,00%
Total						15	100%

Tabla 4.4*Escala del factor de costo de implementación*

Costo de implementación	Puntaje
S/. 100,000 a más	1
S/. 50,000 a S/.100,000	3
S/. 10,000 - S/. 50,000	5
S/. 0 - S/. 10,000	7

Tabla 4.5*Escala del factor de impacto en la producción*

Impacto en la producción	Puntaje
Bajo	1
Medio	3
Alto	5
Muy alto	7

Tabla 4.6*Escala del factor de complejidad*

Complejidad	Puntaje
Muy alta	1
Alta	3
Media	5
Baja	7

Tabla 4.7*Escala del factor de tiempo de implementación*

Tiempo de implementación	Puntaje
1 a 4 meses	7
4 a 8 meses	5
8 a 12 meses	3
12 meses a más	1

Tabla 4.8*Escala de factor de dependencia*

Dependencia	Puntaje
Muy alta	1
Alta	3
Media	5
Baja	7

Tabla 4.9*Tabla de evaluación cualitativa de las soluciones propuestas*

Grupos	Alternativas de solución	Evaluación cualitativa	
		Ventajas	Desventajas
1	Rediseño de la línea de ensamble	Aumento del trabajo especializado	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de inversión inicial • Requiere de un mantenimiento • Requiere capacitación de los trabajadores • Incremento en el costo energético
		Facilidad en el transporte interno de cocinas	
		Reducir número de estaciones	
		Mejora en el ritmo de producción	
2	Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas	Una mejor disposición de planta	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al trabajador • Realizar calibraciones del manómetro regularmente
		Mayor seguridad al realizar la prueba	
		Menor tiempo de ensamble	
		Bajo costo de implementación	
		Tiempo de implementación a corto plazo	

Tabla 4.10*Tabla de ranking de factores*

Factores	Alternativas de solución	Solución 1		Solución 2		
		Ponderación	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
Impacto en la producción		26,67%	7	1,87	3	0,80
Tiempo de implementación		13,33%	5	0,67	7	0,93
Costo de implementación		26,67%	1	0,27	7	1,87
Complejidad		13,33%	3	0,4	5	0,67
Dependencia		20,00%	7	1,4	1	0,20
	Total			4,60		4,47

4.2.3. Priorización de soluciones seleccionadas

La evaluación cuantitativa de las alternativas de solución reveló, que el orden de priorización para realizar cada una de las propuestas es la siguiente:

Primero se realizará el rediseño de la línea de ensamblaje, ya que en esta se reubicarán las estaciones de trabajo utilizando el balance de línea. Con la implementación del rediseño de la línea, se obtendrá una mejor distribución de los puestos de trabajo y se podría realizar una actualización de los procedimientos de trabajo.

En segundo lugar, se implementaría la propuesta para agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas, con ello se eliminaría uno de los principales riesgos en el trabajo, además se realizaría de una manera más eficaz la inspección de calidad de estas piezas.

Tabla 4.11

Priorización de las alternativas de solución

Priorización	Alternativas de solución
Primero	Rediseño de la línea de ensamblaje
Segundo	Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN

5.1. Diseño e Ingeniería del proyecto de solución

En este capítulo se van a desarrollar las soluciones propuestas en el capítulo anterior. En la tabla 5.1 se muestran las alternativas de solución:

Tabla 5.1

Alternativas de solución

Nro.	Alternativas de solución
1	Rediseño de la línea de ensamblaje
2	Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

Rediseño de la línea de ensamblaje

En la tabla 5.2 se pueden observar los indicadores que van a ser utilizados para la validación técnica de la mejora.

Tabla 5.2

Indicadores para el modelo de mejora solución 1

Indicadores del proceso	
Tiempo de ciclo real (min/und)	10,72
Producción al día (und)	45
Capacidad (und/día)	98
Capacidad utilizada	45,92%

Actualmente la empresa no cuenta con un balance de línea, por lo cual, cada operario se encarga de preparar y mover cada pieza necesaria, según el manual del fabricante y de esta manera conseguir el producto final.

Para realizar el rediseño de la línea de ensamblaje se realizará en diferentes etapas:

Primera etapa: Tomar el tiempo que le demora a cada trabajador desempeñarse en las diferentes estaciones de trabajo, además identificar los movimientos que se realiza en

cada operación a lo largo de todo el ensamblaje. Durante esta etapa se observará la situación actual de cada uno de los procesos, y así identificar posibilidades de mejora.

Segunda etapa: Analizar los datos obtenidos, en este paso se definirá el tiempo promedio de cada proceso y se identificará cual estación de trabajo es el cuello de botella durante el ensamblaje, además de las posibles causas y oportunidades de mejora en cada uno de los procesos.

Tercera etapa: Establecer las estaciones de trabajo y definir las operaciones a realizar dentro de cada estación, indicando todos los requerimientos de estas.

Cuarta etapa: Diseñar la distribución de la línea, en esta etapa se busca optimizar la distribución de las estaciones de trabajo, de tal manera que se reduzca los recorridos excesivos, aumentando la eficiencia de la línea. Al rediseñar la distribución de estaciones permitirá añadir una faja transportadora que facilite el transporte interno de las cocinas a través del área de producción. Para realizar el diseño se utilizará un diagrama de recorrido, el cual facilitará la visualización del proceso.

Quinta etapa: Realizar la compra de máquinas y herramientas, en esta etapa se realizará las cotizaciones de todo lo que se requiera para realizar la nueva distribución de la línea. Se realizará la cotización de:

- Derribar la pared que divide el área de producción del almacén de materia prima
- Construir una puerta y una rampa de acceso cerca de la nueva zona de embalaje para facilitar el transporte con el transpaleta hacia el almacén de productos terminados
- Nuevas mesas ergonómicas para las estaciones de trabajo
- Una banda transportadora modular de 20 metros de largo, y 1 metro de ancho
- Repisas para almacenar productos temporalmente en cada estación
- Posteriormente a la cotización se procederá a comprar y contratar los servicios necesarios, en esta etapa se considera el tiempo que el proveedor se demore en entregar el pedido.

Sexta etapa: Realizar un balance de línea con los datos obtenidos de cada trabajador, de esta manera distribuir óptimamente el número adecuado de trabajadores a cada estación de trabajo, para esto se considerará, el desempeño y la velocidad con la que realiza la operación el trabajador en cada área.

Séptima etapa: Instalación de máquinas y estaciones, durante esta etapa la producción se detendrá en la línea de ensamblaje para realizar las diversas modificaciones, comenzando con la construcción de la nueva puerta y la rampa, al mismo tiempo se procede a derribar la pared, posteriormente la instalación de la faja transportadora, para que finalmente se ubiquen las mesas en cada una de las estaciones con sus respectivos requerimientos.

Octava etapa: Supervisar el desarrollo de actividades, esta etapa consiste en recolectar datos tanto cuantitativos como cualitativos, y con ello analizar el rendimiento actual de la mejora, durante este periodo el supervisor se encarga de apoyar y explicar las nuevas funciones a los operarios de cada estación, es importante tomar y almacenar los datos de producción, ya que esta información facilita la toma de decisiones.

Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de la cocina

En la tabla 5.3 se pueden observar los indicadores que van a ser utilizados para la validación técnica de la mejora.

Tabla 5.3

Indicadores para el modelo de mejora solución 2

Indicadores del proceso	
Tiempo promedio de prueba (s)	78
Capacidad (und/día)	365
Nivel de riesgo	27

La prueba hermeticidad de válvulas y tuberías es de suma importancia, ya que esta prueba consiste en identificar que no existe ninguna fuga de gas ni defecto en estas piezas, esto es importante ya que representa seguridad para el cliente, una fuga gas podría causar una explosión. Actualmente esta prueba la realiza un operario dentro de la estación

de armado de panel de control, para ello el operario utiliza una manguera que se encuentra conectado a un balón de gas y con ayuda de un mechero prueba que las perillas funcionen correctamente y prueba cada una de las hornillas.

Tabla 5.4

Matriz IPERC de la prueba de hermeticidad de válvulas y tuberías.

N.º	Proceso	Peligro	Riesgo	Índices de probabilidad				Probabilidad	Severidad	Riesgo	Nivel de Riesgo	¿Es significativo?	Acciones de control
				Personas expuestas	Procedimientos existentes	Capacitación	Nivel de exposición						
1	Prueba de calidad	Balón de gas	Probabilidad de que ocurra una explosión	3	2	2	2	9	3	27	Intolerable	Sí	Cambiar el balón de gas por un sistema de aire comprimido, realizar un procedimiento sobre el uso del gas
	RIESGO RESIDUAL			3	2	1	2	8	1	8	Tolerable	No	

Considerando que esta propuesta es de alto riesgo para las operaciones y además se realiza una prueba a la vez, donde el operario realiza excesivos movimientos alrededor de todo el área de armado de panel de control, por ello está propuesta busca establecer un área fija dentro de la estación y además dejar de usar combustible inflamable para la realización de esta, con esta mejora se busca reducir el tiempo dentro de la estación, ya que está es el cuello de botella.

La prueba consiste en emplear aire comprimido a una presión 1.5 veces mayor a la que fue diseñada la pieza, por un tiempo determinado, durante este tiempo el operario debe realizar una inspección visual de todo el sistema para identificar posibles fugas o deformaciones en las tuberías, al mismo tiempo controlar en el manómetro que la presión se mantenga constante, esto indica que no hay ninguna fuga.

5.2. Desarrollo de la solución

5.2.1. Rediseño de la línea de ensamblaje

Para iniciar el plan de mejora se procedió a realizar la toma de tiempos de cada actividad y sus traslados entre estaciones, desde el inicio del ensamblaje en el almacén de materiales hasta el almacén de productos terminados (ver tabla 5.5).

Tabla 5.5

Diagrama de las actividades del proceso (actual)

Diagrama núm.: 1	Actividad	Actual	Tiempo total (s)		
Hoja núm.: 1 de 1					
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	9	438		
	Transporte	6	101		
Método: Actual / Propuesto	Espera	0	0		
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	2	104		
	Almacenamiento	2			
	Agregan valor: 8				
	No agregan valor: 11				
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad	
Recepción de material (cabina)			○	No agrega valor	
Traslado a zona de armado de cabina	43,0	38	□	No agrega valor	
Armar base de la cocina	6,0		D	Agrega valor	
Armar cabina	33,6		D	Agrega valor	
Traslado para armar los laterales	10,8	7,5	⇒	No agrega valor	
Armar laterales	23,3		D	Agrega valor	
Traslado a la zona de panel de control	12,8	8,5	⇒	No agrega valor	
Prueba de fuga de gas	77,81		▽	No agrega valor	
Juntar panel con cabina	102,43		D	Agrega valor	
Traslado a zona de montaje final de cocina	9,50	5	⇒	No agrega valor	
Prueba de electricidad	26,7		▽	No agrega valor	
Limpiar, colocar empaque de la puerta, colocar puerta, insertar rejillas	57,2		D	Agrega valor	
Colocar sticker	7,1		D	Agrega valor	
Colocar cubierta de estufa	14,3		D	Agrega valor	
Traslado a zona de embalaje	9,5	5	⇒	No agrega valor	
Armar caja	15,1		D	No agrega valor	
Empaquetar y embalar	178,4		D	Agrega valor	
Traslado a almacén de PT	15,6	12	⇒	No agrega valor	
Almacén de productos terminados			○	No agrega valor	
Total	643	76,00			

Nota. En los anexos 2, 3, 4, 5 y 6 se observa el DAP de los subprocesos.

Tabla 5.6

Resumen actual de tiempos de todas las actividades de ensamblaje

Actividad	Actual	
	Cantidad	Segundos
Traslados	16	320,18
Distancia recorrida (m)		268
Tiempo de ciclo (segundos)		643
Tiempo de ciclo (minutos)		10,72

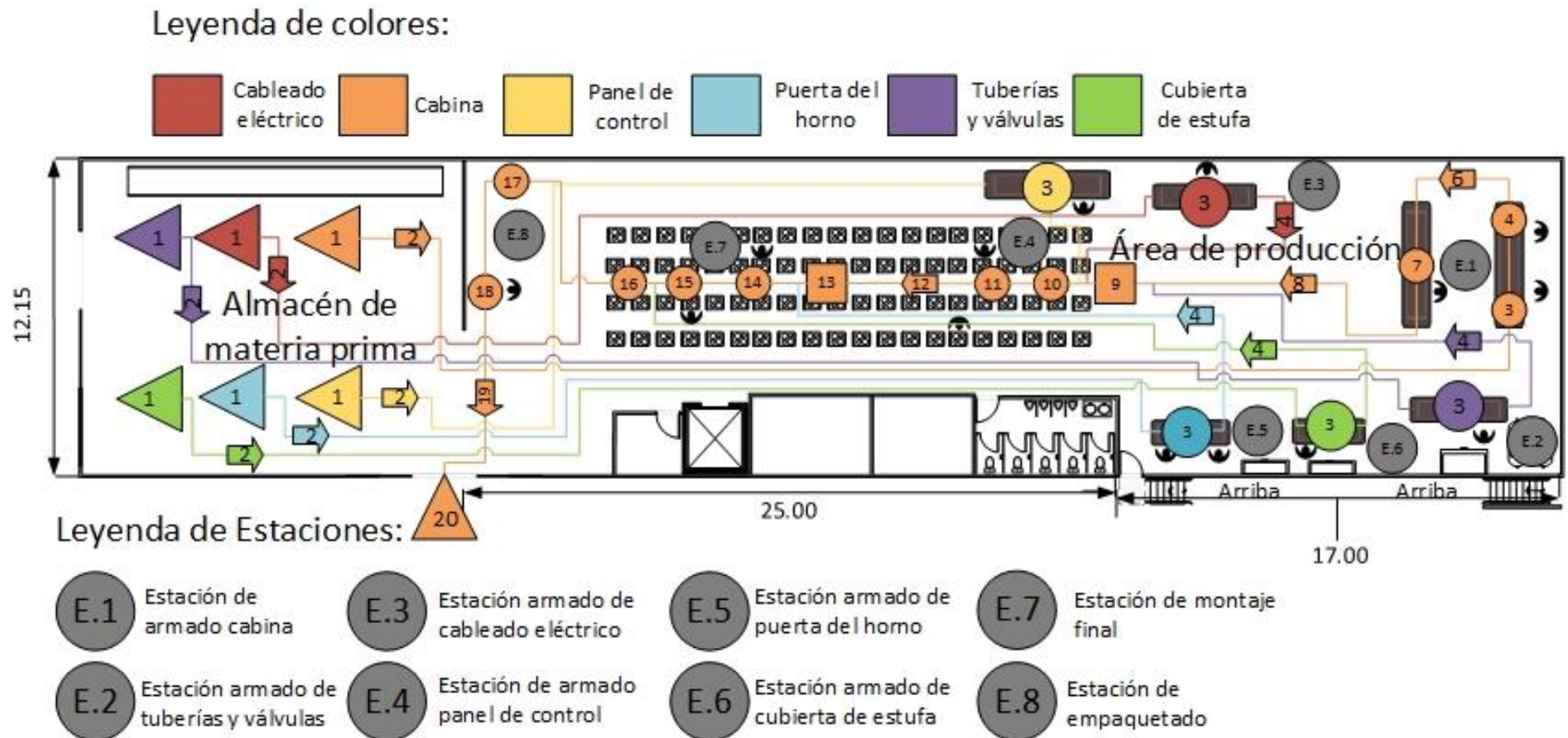
Nota. Se consideraron los subprocesos (ver anexos 2, 3, 4, 5 y 6)

En la tabla 5.6, se puede observar la sumatoria de todos los traslados es de 5,34 minutos. Se observa en la tabla 5.5, el tiempo de ciclo de ensamble de 10,72 minutos.

En la figura 5.1, se puede apreciar el recorrido actual de las piezas, como se puede apreciar, existen 8 estaciones, el almacén de materiales se encuentra alejado de las estaciones iniciales y el traslado entre estaciones es amplio.

Figura 5.1

Diagrama de recorrido (actual)



El balance de línea se utilizará para determinar el número mínimo de estaciones según el tiempo de ciclo teórico. Primero, se va a evaluar la distribución actual de las estaciones (ver figura 5.2)

En la tabla 5.7 se puede observar el tiempo de las actividades en el proceso, sin contar los traslados, el cual es de 20,13 minutos; asimismo, se observa que las actividades que demoran más son el armar panel de control y juntar el panel con la cabina. También se identificó la precedencia de cada actividad (ver tabla 5.8)

Tabla 5.7

Actividades del ensamblaje de cocinas

Actividades	Tiempo (Segundos)
A Armar base de la cocina	5,95
B Armar cabina	33,58
C Armar laterales	23,33
D Armar el cableado	57,06
E Juntar cables con placa	26,86
F Armar conector pcb	123,54
G Armar tuberías	27,17
H Ajustar las tuberías	12,30
I Juntar todas las tuberías	32,70
J Ajustar todo	35,11
K Armar válvulas	105,75
L Armar estructura de puerta	54,69
M Poner vidrio y marca juntando todo	32,77
N Armar cubierta de estufa	43,47
O Prueba de fuga de gas	77,81
P Armado panel de control	114,65
Q Juntar panel con cabina	102,43
R Prueba de electricidad	26,67
S Limpiar, colocar empaque de la puerta, colocar puerta, insertar rejillas	57,24
T Colocar sticker	7,12
U Colocar cubierta	14,32
V Armar caja	15,11
W Empaquetar y embalar	178,44
Tiempo total	1208,06

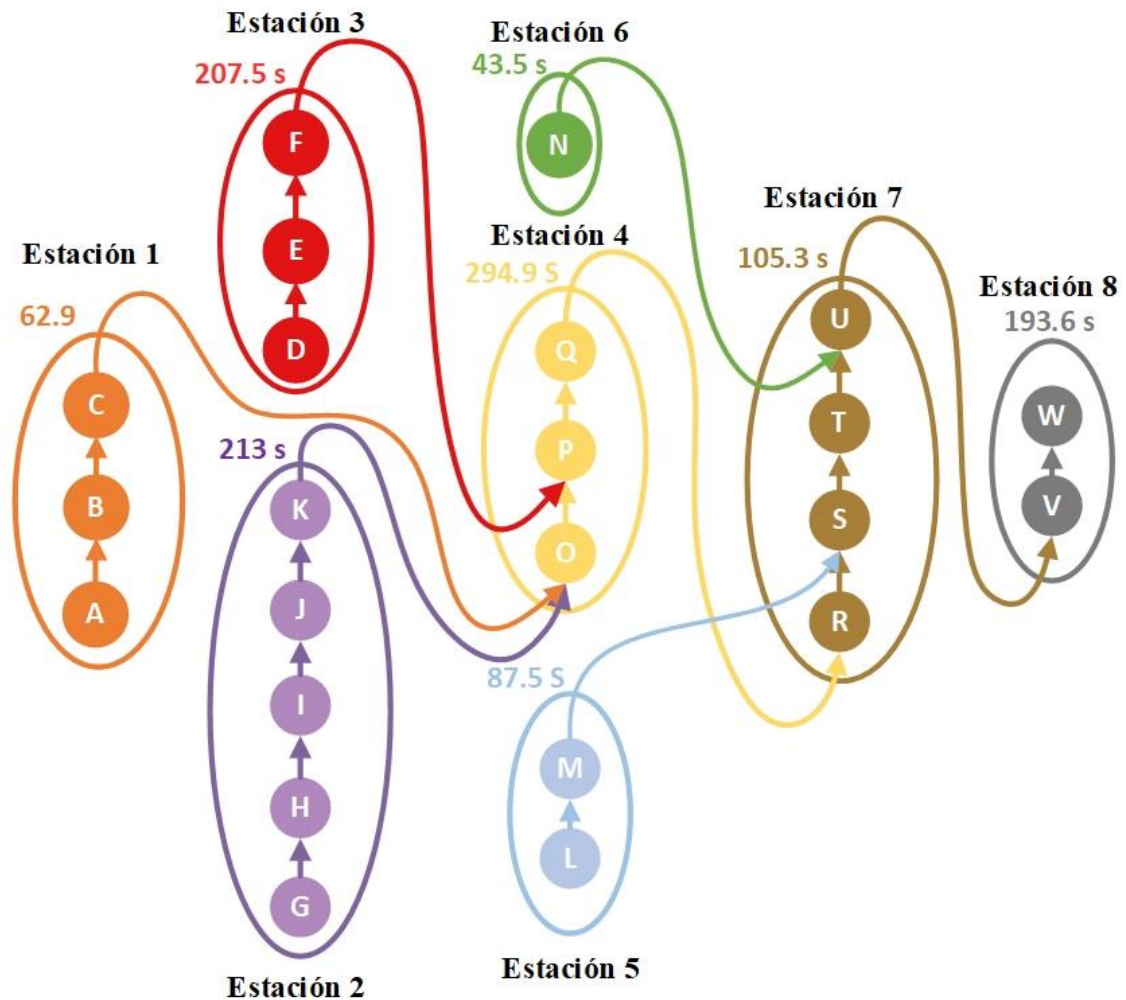
Tabla 5.8*Precedencia de las actividades*

Actividad	Precedencia
A	-
B	A
C	B
D	-
E	D
F	E
G	-
H	G
I	H
J	I
K	J
L	-
M	L
N	-
O	C, K
P	F, O
Q	P
R	Q
S	M, R
T	S
U	N, T
V	U
W	V

En la figura 5.2 se puede observar el orden actual de la línea de ensamble y las actividades que conforma cada estación. Se tienen 23 actividades y se agrupan en 8 estaciones.

Figura 5.2

Distribución de balance línea (actual)



Como se puede observar en la tabla 5.9, la línea de ensamblaje actual tiene una capacidad utilizada del 46,36%, cuentan con 8 estaciones, el tiempo total de todos los traslados es de 5,34 minutos.

Tabla 5.9

Indicadores del proceso actual

Tiempo de ciclo real (min/und)	10,72
Producción diaria (und)	45
Tiempo de todos los traslados (min/und)	5,34
Capacidad utilizada	46,36%
Número de estaciones	8
Capacidad (und/día)	98

Después de analizar la situación actual de la línea de ensamblaje, se realizó el rediseño de la línea de ensamblaje y se utilizará el balance de línea para calcular el número de estaciones óptimas para reducir los traslados y tiempo de ensamblaje.

Tabla 5.10

Calculo del número mínimo de estaciones

Tiempo producción disponible (seg/día)	28 880
Meta de producción diaria (und)	75
Takt time (tiempo ciclo teórico) (seg/und)	384
Tiempo total de todas las actividades (seg)	1 208

Se va utilizar los datos de la tabla 5.10 para realizar el cálculo del número mínimo de estaciones. Primero, se debe determinar el tiempo de ciclo teórico, el cual divide el tiempo de producción disponible (28 800 segundos) entre la meta de producción diaria (75 unidades), resultando en 384 segundos.

Luego, para determinar el número de estaciones, se divide la sumatoria de todas las actividades (1 208 segundos) entre el tiempo de ciclo teórico (384 segundos), resultando en 3,15 y se redondea al mayor, lo cual se necesita un mínimo de 4 estaciones.

Por último, se asigna las actividades a las estaciones (ver tabla 5.11 y figura 5.3). En la primera estación estarán 5 operarios; en la segunda, se encuentra 1 operario; en la tercera, 5 operarios; y en la última estación, se encuentra 3 operarios.

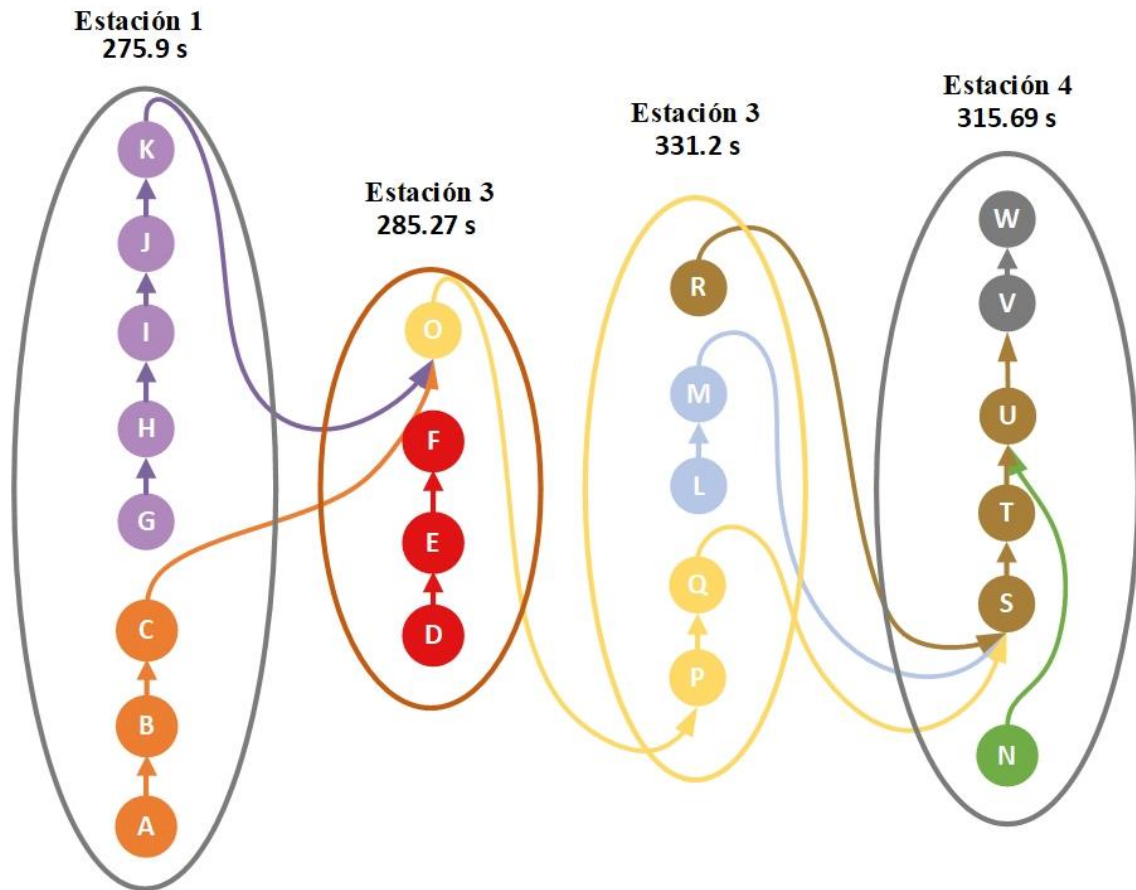
Tabla 5.11

Estaciones de trabajo asignadas

Estación	Actividad
1	A, B, C, G, H, I, J, K
2	D, E, F, O
3	P, Q, L, M, R
4	N, S, T, U, V, W

Figura 5.3

Distribución de balance línea (Propuesto)



Se pueden observar en la tabla 5.12 y 5.13, gracias al rediseño de la línea y se redujeron el total de traslados de todas las actividades de 320,18 segundos a un tiempo total de 109,6 segundos. Se redujeron a 4 estaciones. El tiempo de ciclo disminuyó en 33,02% con un total de 7,18 minutos y la distancia recorrida (m) se reduce en 63,81% con un total 97 metros.

Tabla 5.12

Diagrama de las actividades del proceso (Propuesto)

Diagrama núm.: 1 Hoja núm.: 1 de 1		Actual		Propuesta		Economía
Actividad		Cant.	s	Cant.	s	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	9	438	9	438	0
	Transporte	6	101	4	47	54
Método: Actual / Propuesto	Espera	0	0	0	0	
	Inspección	2	104	2	43	61
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Almacenamiento	2		2		
	Tiempo de ciclo (s)		643		527	18.00%
Descripción	Distancia (m)		76		38	50.00%
	Agreden valor: 9	No agreden valor: 11				
	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo		Tipo de actividad	
			○ □ D ⇨ ▽			
Recepción de material (cabina)					No agrega valor	
Traslado a zona de armado de cabina	1,2	1			No agrega valor	
Armar base de la cocina	6,0				Agrega valor	
Armar cabina	33,6				Agrega valor	
Armar laterales	23,3				Agrega valor	
Prueba de fuga de gas	16,3				No agrega valor	
Juntar panel con cabina	102,6				Agrega valor	
Traslado a zona de montaje final de cocina	4,5	3			No agrega valor	
Prueba de electricidad	26,7				No agrega valor	
Limpiar, colocar empaque de la puerta, colocar puerta, insertar rejillas	57,2				Agrega valor	
Colocar sticker	7,1				Agrega valor	
Colocar cubierta de estufa	14,3				Agrega valor	
Traslado a zona de embalaje	4,9	3,5			No agrega valor	
Armar caja	15,1				No agrega valor	
Empaquetar y embalar	178,4				Agrega valor	
Traslado a almacén de PT	36,2	30,5			No agrega valor	
Almacén de productos terminados					No agrega valor	
Total	527	38,00				

Nota. En los anexos 7, 8, 9, 10 y 11 se observa el DAP propuesto de los subprocesos.

Tabla 5.13*Resumen de la mejora de los tiempos de las actividades de ensamblaje*

Actividades	Actual		Mejora		Ahorro de tiempo
	Cantidad	Segundos	Cantidad	Segundos	
Traslados	16	320,18	9	107,6	66,39%
Inspecciones	2	104	2	43	58,65%
Distancia (m)		268		94	64,93%
Tiempo de ciclo (segundos)		643		527	17,97%
Tiempo de ciclo (minutos)		10,72		8,79	

Nota. Se consideraron los subprocesos (ver anexos 7, 8, 9, 10 y 11).

En la figura 5.4, se puede observar las mejoras aplicadas a la línea de ensamblaje, inicialmente se removió la pared que separa el almacén de materia prima del área de producción para facilitar el movimiento, además que brinda mayor espacio libre, ventilación e iluminación, también se habilitó otra puerta para facilitar el traslado de las cocinas terminadas hacia el almacén de productos terminados, luego se añadió la faja transportadora al medio de las estaciones, así cada estación tendrá acceso a ella para que todas las partes sean llevadas a la estación de ensamblaje, donde se unen todas las partes que conforman la cocina.

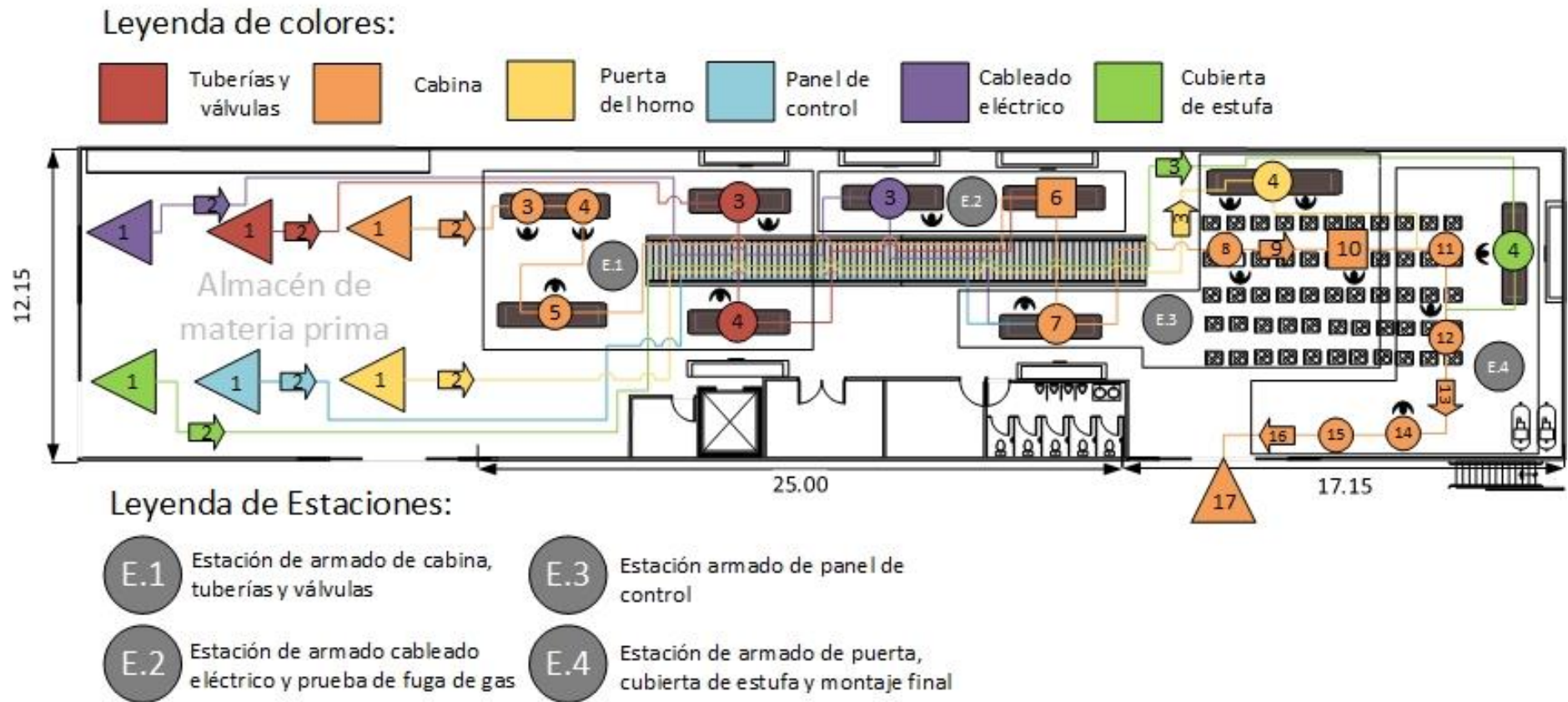
Al realizar el rediseño de línea y establecer un balance de línea, el tiempo de ciclo se redujo a 8,79 minutos/und, se redujo el tiempo total de todos los traslados a 1,79 minutos, se redujo el tiempo de la prueba de hermeticidad de fuga de gas de 77,8 segundos a 16,3; debido a ello la capacidad de producción diaria se incrementó a 124 cocinas por día, aunque la producción diaria incrementó la capacidad utilizada se redujo a 44,35 % y se estableció el número óptimo de estaciones (4).

Tabla 5.14*Indicadores del proceso propuesto*

Tiempo de ciclo real (min/und)	8,79
Producción diaria (und)	55
Tiempo de todos los traslados (min/und)	1,79
Capacidad utilizada	44,35%
Número de estaciones	4
Capacidad (und/día)	124

Figura 5.4

Diagrama de recorrido (propuesto)



5.2.2. Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

Para realizar prueba se debe considerar lo siguiente:

- a. Antes de comenzar la prueba se debe realizar una inspección visual de todo el sistema, brindando principal atención a las conexiones
- b. La prueba se debe realizar con aire comprimido a una presión 1.5 veces la presión de operación, en el caso de las cocinas, las cuales trabajan a una presión de 30 mbar, la presión a emplear durante la prueba será de 45 mbar
- c. El tiempo para realizar se determina utilizando la siguiente tabla:

Tabla 5.15

Duración de la prueba de cierre

Rango del tamaño de la válvula (DN)	Duración de la prueba S (Segundos)
DN <= 50	15
65 <= DN <=150	60
200 <= DN <=300	120
350 <= DN	120

Nota. Adaptado de *Pruebas hidrostáticas y neumáticas a tuberías y válvulas*, por O.H. Morales, 2013 (https://www.academia.edu/38564879/pruebas_hidrost%C3%81ticas_y_neum%C3%81ticas_a_tuber%C3%81das_y_v%C3%81lvulas)

El tamaño de la válvula de la cocina es DN=10, por ende, la duración de la prueba será de 15 segundos una vez alcanzada la prueba presión final.

- d. La presión debe incrementarse gradualmente en rangos de 10% de la presión de prueba.
- e. El operario debe verificar que no haya ninguna reducción de presión, ya que esto indicaría una fuga de gas.
- f. Finalmente liberar la presión gradualmente del sistema para evitar que las válvulas de salida se dañen.

Para implementar esta propuesta se seguirán las siguientes etapas:

- Primera etapa: Evaluar los tiempos y procedimientos actuales para realizar la prueba de hermeticidad de tuberías y válvulas.
- Segunda etapa: Reunir información sobre la prueba de hermeticidad, en esta etapa se buscará información sobre las diferentes formas pruebas que hay,

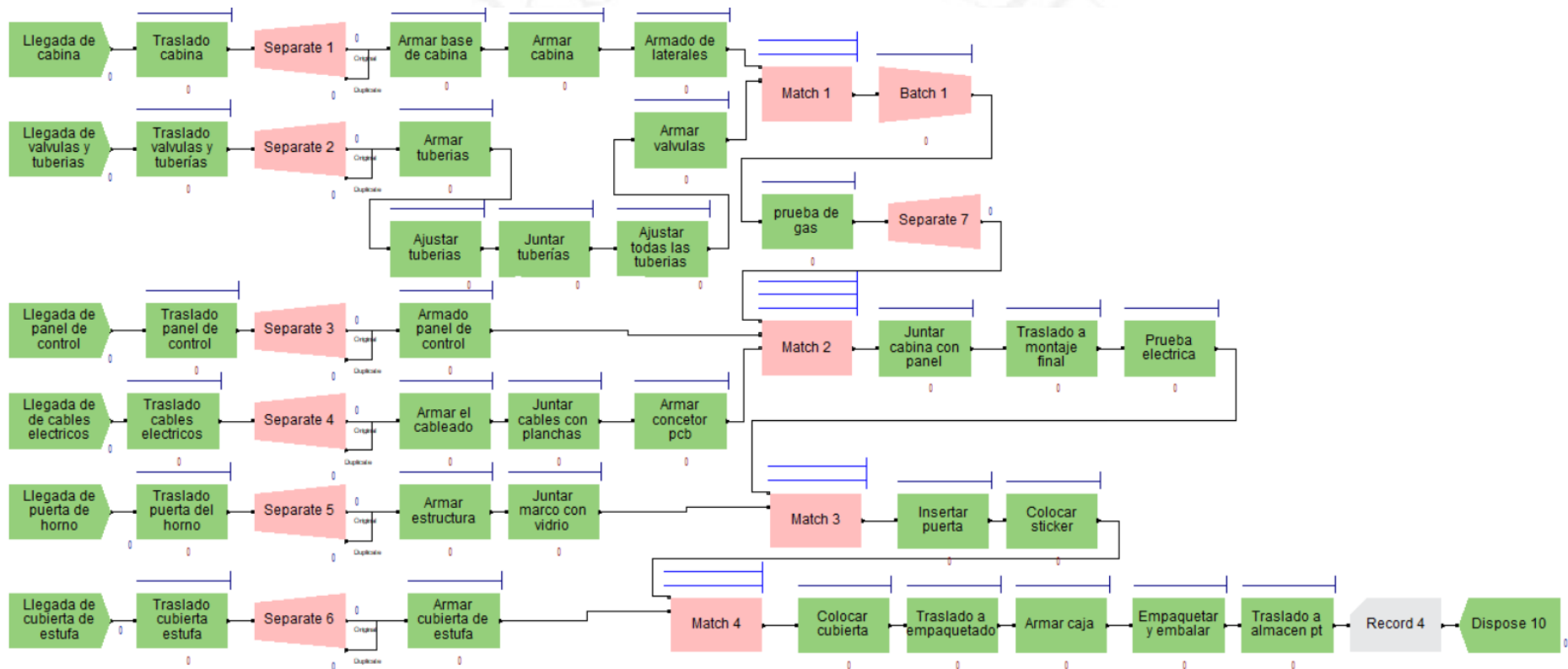
tras identificarlas, seleccionar la adecuada, considerando la facilidad y costo de cada una.

- Tercera etapa: Cotizar las herramientas necesarias para realizar la implementación, se necesitará lo siguiente:
 - 4 manómetros
 - 4 reguladores de presión
 - 4 manguera de 3/8" con una resistencia máxima de 60 mbar
 - 4 uniones Tee Bronce 3/8"
- Cuarta etapa: Comprar las herramientas necesarias, se incluye el tiempo de entrega o de recojo de cada una de las herramientas
- Quinta etapa: Instalación del sistema de pruebas neumáticas de hermeticidad, se acoplan el regulador de presión y la manguera al sistema de aire comprimido del área de producción para que sea accesible a la estación de armado de tuberías y válvulas.
- Sexta etapa: Controlar el sistema de pruebas neumáticas de hermeticidad, en esta etapa se verifica que el operario cumpla con los procedimientos y se guía al operario para que realice la nueva prueba, además evaluar si la prueba neumática es más eficaz, y establecer el nuevo tiempo estándar para la inspección.

Análisis de los resultados obtenidos en la simulación Arena

Figura 5.5

Simulación Arena



Mediante la simulación de arena se realizaron 50 réplicas y se obtuvo un conteo promedio de 55,16 cocinas ensambladas en 8 horas entre un rango de 52 cocinas como mínimo y 59 cocinas como máximo ensamblada (ver figura 5.7).

Figura 5.6

Resultado simulación

Other

	Number In	Number Out
cabina	75	55
cables electricc	75	55
cocina complet	72	55
cubierta de esti	75	55
panel de contrc	75	55
puerta del horn	75	55
subensamble 1	93	73
subensamble2	72	55
subensamble3	72	55
valvulas y tube	75	55

Figura 5.7

Conteo de cocinas

17:23:32 **Category Overview** Mayo 24, 2021
Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 50 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cocinas terminadas	55.1600	0.41	52.0000	59.0000

5.3. Plan de implementación de la solución

5.3.1. Objetivos y metas

Tabla 5.16

Descripción de los objetivos generales, específicos y metas

Alternativas de solución	Objetivos generales	Objetivos específicos	Metas
Rediseño de la línea de ensamblaje	Establecer la nueva estructura de la línea de ensamblaje para aumentar la producción	Reducir tiempo de despilfarros Reducir el tiempo de ciclo Disminuir las cocinas pendientes	Reducir el tiempo de traslados en 66.39% Tiempo de ciclo a 8.8 minutos por cocina Reducir en 100 las cocinas pendientes
Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas	Implementar el sistema de pruebas neumáticas de hermeticidad para válvulas y tuberías	Reducir el tiempo promedio de prueba Reducir el riesgo de la prueba	Reducir el tiempo de prueba en un 79% Reducir el nivel de riesgo a 8 puntos

5.3.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Tabla 5.17

Presupuesto general de alternativas de solución

Alternativas de solución	Requerimiento previo a la solución	Requerimiento durante la solución	Periodo de duración	Veces de aplicación	Costo estimado (S/.)	Inversión anual (S/.)
Rediseño de la línea de ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de balance de línea • Formato de toma de tiempos • Reunión con el jefe de área • Contar con personal calificado para desarrollar la mejora 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de tiempo de los colaboradores (supervisor e Ingeniero) • 2 operarios de construcción • 9 mesas ergonómicas • 10 estantes • 3 operarios de instalación • Banda transportadora modular (20 m) 	5 meses y 2 semanas	Única vez	<ul style="list-style-type: none"> • Sueldo supervisor: S/. 1 791 mensual • Sueldo Ingeniero: S/. 3 858 mensual • Costo de construcción puerta: S/. 91,50 por m2 • Costo de derribo de pared: S/. 97,5 por m2 • Costo operarios de instalación: S/. 1 393 por operario al mes • Costo de mesas ergonómicas: S/. 600 por unidad • Costo de estantes: S/. 163 por unidad • Banda transportadora modular: S/. 2 100 por metro 	S/85 993,88
Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión con el jefe de área • Contar con personal calificado para desarrollar la mejora • Formato de toma de tiempos 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 operarios de instalación • 4 reguladores de presión de aire XR-11a • 4 manómetros • 4 uniones Tee Bronce 3/8" • 4 mangueras de 3/8" de 3 metros 	1 mes y 3 semanas	Única vez	<ul style="list-style-type: none"> • Costo operarios de instalación: S/. 1 284 por operario al mes • Costo regulador de presión de aire: S/. 70 por unidad • Costo de manómetro: S/. 50 por unidad • Costo de uniones Tee Bronce 3/8": S/. 15 por unidad • Costo de manguera de 3/8" de 3 metros: S/. 78 por unidad 	S/5 347,17

5.3.3. Cronograma de implementación del proyecto solución

Tabla 5.18

Cronograma – Rediseño de la línea de ensamblaje

Rediseño de la línea de ensamblaje	Diagrama de Gantt (Mes/Semana)																							
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad																								
1. Toma de tiempos	█																							
2. Análisis de datos					█																			
3. Establecer las estaciones de trabajo									█															
4. Diseñar la distribución de la línea									█															
5. Realizar la compra de máquinas y herramientas									█															
6. Realizar balance de línea									█															
7. Instalación de máquinas y estaciones													█											
8. Supervisar el desarrollo de actividades																	█							

Tabla 5.19

Agilizar las pruebas de hermeticidad de la válvulas y tuberías de las cocinas

Agilizar las pruebas de hermeticidad de la válvulas y tuberías de las cocinas	Diagrama de Gantt (Mes/Semana)							
	Mes 1				Mes 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad								
1. Evaluar los tiempos de la prueba de hermeticidad	█							
2. Reunir información sobre las pruebas de hermeticidad	█							
3. Cotizar las herramientas	█							
4. Compra de herramientas	█							
5. Instalación del sistema de pruebas	█							
6. Controlar el sistema de pruebas	█							

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE SOLUCIÓN

6.1. Evaluación cualitativa de la solución

En este capítulo se realizará la evaluación económica y social de la propuesta de solución, se consideró un periodo de 5 años para el estudio. Asimismo, se considerarán tres posibles escenarios: el pesimista, conservador y optimista.

Beneficios de las alternativas de solución

Con el rediseño de la línea de ensamblaje y la agilización de la prueba de hermeticidad de válvulas y tuberías se obtuvieron los siguientes beneficios en los indicadores (ver tabla 6.1):

Tabla 6.1

Comparativo de indicadores (actual vs propuesto)

Indicadores	Actual	Propuesto
Tiempo de ciclo real (min/und)	10,72	8,79
Producción diaria (und)	45	55
Tiempo de todos los traslados (min/und)	5,34	1.79
Capacidad (und/día)	98	124
Capacidad utilizada	46,36%	44,35%
Número de estaciones	8	4

Para establecer los beneficios de esta alternativa se consideró el escenario conservador, en el cual la producción se incrementa en un 22,22% tras implementar la mejora.

Actualmente la producción de cocinas al diaria es de 45 unidades, en un mes se trabajan 25 días por lo cual se ensamblan 1 125 cocinas, con un precio de venta unitario de S/. 51,9 y el costo de producción unitario de S/. 34,09.

El incremento de 22,22% se representa en 3 000 cocinas al año, y en utilidades representa S/. 32 246,81. A continuación, en la tabla 6.2, se muestra el beneficio total de y el beneficio neto de la propuesta:

Tabla 6.2

Beneficio económico de propuesta de mejora

	Beneficio total de la propuesta	Beneficio neto de la propuesta
Producción diaria cocinas	55	+10
Producción de cocinas anual	16 500	+3 000
Ingresos	S/ 856 350,00	+S/ 155 700,00
Costos fijos y variables	S/ 565 974,84	+S/ 105 759,84
Utilidad neta	S/ 194 750,22	+S/ 30 973,49

Costos de las alternativas de solución

1. Rediseño de la línea de ensamblaje, considerando que, para la implementación de la faja transportadora y las estaciones de trabajo, por ello los trabajadores realizarían otras funciones en otras áreas de la empresa.

Tabla 6.3

Costo estimado para el rediseño de la línea de ensamblaje

Costo estimado (S/.)	Inversión (S/.)
A. Sueldo supervisor (5 meses y 2 semanas): S/. 1 791 mensual	
B. Sueldo Ingeniero (5 meses y 2 semanas): S/. 3 858 mensual	
C. Costo de construcción puerta (2 m): S/. 91,50 por m ²	
D. Costo de derribo de pared (5 m): S/. 97,5 por m ²	
E. Costo de 3 operarios de instalación (5 semanas): S/. 1 393 por operario al mes	85 993,88
F. Costo de 9 mesas ergonómicas: S/. 600 por unidad	
G. Costo de 10 estantes: S/. 163 por unidad	
H. Banda transportadora modular de 20 m: S/. 2 100 por metro	

$$\begin{aligned} \text{Costo estimado: } & A \times 5.5 + B \times 5.5 + C \times 2 + D \times 5 + E \times 3 \times 1.25 + F \times 9 \\ & + G \times 10 + H \times 20 = 85\,993,88 \end{aligned}$$

2. Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas

Tabla 6.4

Costo estimado para las pruebas de hermeticidad

Costo estimado (S/.)	Inversión (S/.)
A. Costo de 2 operarios de instalación (1 mes y 3 semanas): S/. 1 284 por operario al mes	
B. Costo de 4 regulador de presión de aire: S/. 70 por unidad	
C. Costo de 4 manómetro: S/. 50 por unidad	5 347,17
D. Costo de 4 uniones Tee Bronce 3/8": S/. 15 por unidad	
E. Costo de manguera de 3/8" de 3 metros: S/. 78 por unidad	

$$\text{Costo estimado} = A \times 2 \times 1.75 + B \times 4 + C \times 4 + D \times 4 + E \times 4 = 5\,347,17$$

Por lo tanto, el costo de inversión de la propuesta de mejora es de S/ 91 341,00.

6.2. Determinación de los escenarios para la solución propuesta

En las tablas 6.5, se puede observar un detallado de cada escenario con relación a cada alternativa de solución.

Tabla 6.5

Escenarios de las alternativas de solución

Alternativa de solución	Escenarios		
	Pesimista	Conservador	Optimista
Rediseño de la línea de ensamblaje	El incremento de la producción no es el esperado con 15,56%.	El incremento de la producción presenta beneficios esperados aproximadamente de 22,22%.	El incremento de la producción supera las expectativas en un 31,11%, trayendo consigo mayores beneficios económicos.
	La faja transportadora tenga problemas de fábrica, y por ende tenga constantes averías, frenando la producción.	La faja transportadora tenga averías ocasionales, disminuyendo la producción.	La faja transportadora no presenta averías durante las horas de producción.
	Los trabajadores no cumplen con el balance de línea y rotan entre las estaciones. La producción es de 52 cocinas diarias.	Los trabajadores cumplen con el balance de línea, pero gradualmente algunos dejan de cumplir con sus funciones. La producción es de 55 cocinas diarias.	Los trabajadores comprenden la importancia de trabajar por estaciones, por ende, respetan sus puestos de trabajo y cumplen con sus funciones. La producción es de 59 cocinas diarias.
Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas	Se realizan dos pruebas a la vez y el tiempo de la prueba de hermeticidad se reduce de 58,23%, además se elimina el uso de GLP.	Se realizan cuatro pruebas a la vez y el tiempo de la prueba de hermeticidad se reduce de 79,12%, además se elimina el uso de GLP.	Se realizan cinco pruebas a la vez y el tiempo de la prueba de hermeticidad se reduce de 83,29%, además se elimina el uso de GLP.

Escenario pesimista

En este escenario, las alternativas de solución son viables; sin embargo, incrementa la producción anual de cocinas aumenta en 2 100 unidades equivalente a un incremento del 15,56%. Esto se debe a la costumbre de los trabajadores en la forma de trabajar el ensamblaje de cocinas. Asimismo, el desinterés por trabajar según el balance de línea.

Tabla 6.6

Flujo de fondo económico escenario pesimista

Concepto/año	0	1	2	3	4	5
Inversión total	-91 341,00					
Ingresos totales		108 990,00	108 990,00	108 990,00	108 990,00	108 990,00
(-) Costos de ventas		71 589,00	71 589,00	71 589,00	71 589,00	71 589,00
(-) Costo fijo		3 489,84	3 489,84	3 489,84	3 489,84	3 489,84
(=)Utilidad Bruta		33 911,16	33 911,16	33 911,16	33 911,16	33 911,16
(-) Gastos administrativos		1 337,23	1 337,23	1 337,23	1 337,23	1 337,23
(-) Depreciación		4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00
(=)Utilidad antes de impuestos		28 373,93	28 373,93	28 373,93	28 373,93	28 373,93
(-) Impuestos		8 370,31	8 370,31	8 370,31	8 370,31	8 370,31
(=)Utilidad neta		20 003,62	20 003,62	20 003,62	20 003,62	20 003,62
(+) Depreciación		4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00
(+) Valor en Libros						21 000,00
(=)Flujo neto de fondos económicos	-91 341,00	24 203,62	24 203,62	24 203,62	24 203,62	45 203,62

Para poder determinar el VAN del proyecto se utilizó un costo de oportunidad (COK) de 14,70%, dado que nuestra tasa libre de riesgo es de 4,21%, la tasa de mercado es de 11,251% y el beta es de 1,49. Finalmente, se determinó un VAN de S/ 950,90 y el TIR es de 15,10%, un ratio de beneficio/costo de 1,01 y el periodo de recuperación es de 4 años, 11 meses y 15 días; valores que nos indican la viabilidad del proyecto debido a que el VAN es positivo, el valor de la TIR es mayor al COK, el beneficio costo es mayor a 1 y nuestro periodo de recuperación es menor a 5 años.

Escenario conservador

Las alternativas de solución son viables y son implementadas correctamente. La producción anual de cocinas aumenta en 3 000 unidades equivalente a un incremento del 22,22%.

Tabla 6.7

Flujo de fondo económico escenario conservador

Concepto/año	0	1	2	3	4	5
Inversión total	-91 341,00					
Ingresos totales		155 700,00	155 700,00	155 700,00	155 700,00	155 700,00
(-) Costos de ventas		102 270,00	102 270,00	102 270,00	102 270,00	102 270,00
(-) Costo fijo		3 489,84	3 489,84	3 489,84	3 489,84	3 489,84
(=)Utilidad Bruta		49 940,16	49 940,16	49 940,16	49 940,16	49 940,16
(-) Gastos administrativos		1 806,13	1 806,13	1 806,13	1 806,13	1 806,13
(-) Depreciación		4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00
(=)Utilidad antes de impuestos		43 934,03	43 934,03	43 934,03	43 934,03	43 934,03
(-) Impuestos		12 960,54	12 960,54	12 960,54	12 960,54	12 960,54
(=)Utilidad neta		30 973,49	30 973,49	30 973,49	30 973,49	30 973,49
(+) Depreciación		4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00
(+) Valor en Libros						21 000,00
(=)Flujo neto de fondos económicos	-91 341,00	35 173,49	35 173,49	35 173,49	35 173,49	56 173,49

Para poder determinar el VAN del proyecto se utilizó un costo de oportunidad (COK) de 14,70%, dado que nuestra tasa libre de riesgo es de 4,21%, la tasa de mercado es de 11,251% y el beta es de 1,49. Finalmente, se determinó un VAN de S/ 37 986,33 y el TIR es de 29,99%, un ratio de beneficio/costo de 1,42 y el periodo de recuperación es de 3 años, 6 meses y 7 días; valores que nos indican la viabilidad del proyecto debido a que el VAN es positivo, el valor de la TIR es mayor al COK, el beneficio costo es mayor a 1 y nuestro periodo de recuperación es menor a 5 años.

Escenario optimista

En este escenario, los mismos trabajadores van a cumplir con el nuevo balance de línea por iniciativa propia. De este modo, la producción anual supera las expectativas con un incremento de 4 200 unidades equivalente a un 31,11%.

Tabla 6.8

Flujo de fondo económico escenario optimista

Concepto/año	0	1	2	3	4	5
Inversión total	-91 341,00					
Ingresos totales		217 980,00	217 980,00	217 980,00	217 980,00	217 980,00
(-) Costos de ventas		143 178,00	143 178,00	143 178,00	143 178,00	143 178,00
(-) Costo fijo		3 489,84	3 489,84	3 489,84	3 489,84	3 489,84
(=)Utilidad Bruta		71 312,16	71 312,16	71 312,16	71 312,16	71 312,16
(-) Gastos administrativos		2 357,15	2 357,15	2 357,15	2 357,15	2 357,15
(-) Depreciación		4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00
(=)Utilidad antes de impuestos		64 755,01	64 755,01	64 755,01	64 755,01	64 755,01
(-) Impuestos		19 102,73	19 102,73	19 102,73	19 102,73	19 102,73
(=)Utilidad neta		45 652,28	45 652,28	45 652,28	45 652,28	45 652,28
(+) Depreciación		4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00	4 200,00
(+) Valor en Libros						21 000,00
(=)Flujo neto de fondos económicos	-91 341,00	49 852,28	49 852,28	49 852,28	49 852,28	70 852,28

Para poder determinar el VAN del proyecto se utilizó un costo de oportunidad (COK) de 14,70%, dado que nuestra tasa libre de riesgo es de 4,21%, la tasa de mercado es de 11,251% y el beta es de 1,49. Finalmente, se determinó un VAN de S/ 87 543,45 y el TIR es de 48,58 %, un ratio de beneficio/costo 1,96 y el periodo de recuperación es de 2 años, 3 meses y 19 días; valores que nos indican la viabilidad del proyecto debido a que el VAN es positivo, el valor de la TIR es mayor al COK, el beneficio costo es mayor a 1 y nuestro periodo de recuperación es menor a 5 años.

Tabla 6.9

Resumen indicadores económicos de los escenarios

Indicadores	Esc. Pesimista	Esc. Conservador	Esc. Optimista
VAN	S/ 950,90	S/ 37 986,33	S/ 87 543,45
TIR	15,1%	29,99%	48,58%
B/C	1,01	1,42	1,96
PRI	4 años, 11 meses y 15 días	3 años, 6 meses y 7 días	2 años, 3 meses y 19 días

6.3. Evaluación económica del proyecto de mejora

Tras realizar la simulación del nuevo rediseño de línea y la mejora en la prueba de hermeticidad, hemos considerado el escenario conservador como la base para la simulación de sensibilidad económica del proyecto (ver figura 6.1).

Tabla

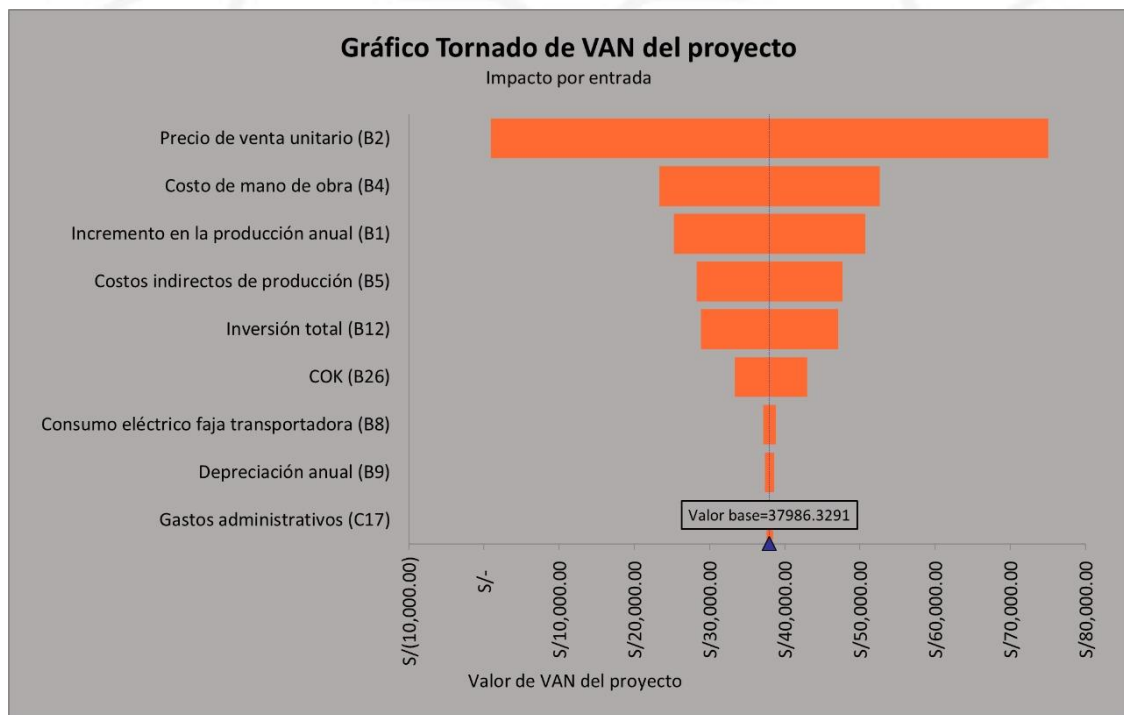
6.10

Indicadores financieros

Indicadores	Valor
VAN	S/ 37 986,33
TIR	29,99%
Beneficio/Costo	1,42
Periodo de recuperación	3 años, 6 meses, 7 días
Punto de equilibrio (S/.)	S/ 266 176,19
Punto de equilibrio en volumen (cocinas)	5 129

Figura 6.1

Análisis de tornado



Tras realizar el análisis de tornado, se realizó el análisis de las variables de entrada (ver tabla 6.11).

Tabla 6.11*Análisis de variables de entrada del modelo de sensibilidad*

Nombre de entrada	Paso	Variación de entrada			Variación de salida		
		Valor	Cambio	Cambio (%)	Valor	Cambio	Cambio (%)
Incremento en la producción anual (B1)	1	2 700,00	-300,00	-10.00%	25 269,17	-12 717,16	-33,48%
	2	2 850,00	-150,00	-5.00%	31 627,75	-6 358,58	-16,74%
	3	3 000,00	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	3 150,00	150,00	5.00%	44 344,91	6 358,58	16,74%
	5	3 300,00	300,00	10.00%	50 703,49	12 717,16	33,48%
Precio de venta unitario (B2)	1	46,71	-5,19	-10.00%	927,34	-37 058,99	-97,56%
	2	49,31	-2,60	-5.00%	19 456,84	-18 529,49	-48,78%
	3	51,90	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	54,50	2,60	5.00%	56 515,82	18 529,49	48,78%
	5	57,09	5,19	10.00%	75 045,32	37 058,99	97,56%
Costo de mano de obra (B4)	1	18,49	-2,05	-10.00%	52 652,83	14 666,50	38,61%
	2	19,51	-1,03	-5.00%	45 319,58	7 333,25	19,30%
	3	20,54	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	21,57	1,03	5.00%	30 653,08	-7 333,25	-19,30%
	5	22,59	2,05	10.00%	23 319,82	-14 666,50	-38,61%
Costos indirectos de producción (B5)	1	12,20	-1,36	-10.00%	47 661,65	9 675,32	25,47%
	2	12,87	-0,68	-5.00%	42 823,99	4 837,66	12,74%
	3	13,55	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	14,23	0,68	5.00%	33 148,67	-4 837,66	-12,74%
	5	14,91	1,36	10.00%	28 311,01	-9 675,32	-25,47%
Consumo eléctrico faja transportadora (B8)	1	0,33	-0,04	-10.00%	38 816,96	830,64	2,19%
	2	0,35	-0,02	-5.00%	38 401,65	415,32	1,09%
	3	0,37	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	0,39	0,02	5.00%	37 571,01	-415,32	-1,09%
	5	0,41	0,04	10.00%	37 155,69	-830,64	-2,19%
Depreciación anual (B9)	1	37 800,00	-4 200,00	-10.00%	38 625,83	639,50	1,68%
	2	39 900,00	-2 100,00	-5.00%	38 306,08	319,75	0,84%
	3	42 000,00	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	44 100,00	2 100,00	5.00%	37 666,58	-319,75	-0,84%
	5	46 200,00	4 200,00	10.00%	37 346,83	-639,50	-1,68%
Inversión total (B12)	1	-1 00 475,10	-9 134,10	-10.00%	28 852,23	-9 134,10	-24,05%
	2	-95 908,05	-4 567,05	-5.00%	33 419,28	-4 567,05	-12,02%
	3	-91 341,00	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	-86 773,95	4 567,05	5.00%	42 553,38	4 567,05	12,02%
	5	-82 206,90	9 134,10	10.00%	47 120,43	9 134,10	24,05%
Gastos administrativos (C17)	1	1 625,52	-180,61	-10.00%	38 416,22	429,89	1,13%
	2	1 715,82	-90,31	-5.00%	38 201,27	214,94	0,57%
	3	1 806,13	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	1 896,44	90,31	5.00%	37 771,39	-214,94	-0,57%
	5	1 986,74	180,61	10.00%	37 556,44	-429,89	-1,13%
COK (B26)	1	0,13	-0,01	-10.00%	42 963,85	4 977,52	13,10%
	2	0,14	-0,01	-5.00%	40 437,59	2 451,26	6,45%
	3	0,15	0,00	0.00%	37 986,33	0,00	0,00%
	4	0,15	0,01	5.00%	35 607,22	-2 379,11	-6,26%
	5	0,16	0,01	10.00%	33 297,53	-4 688,80	-12,34%

Tras el análisis de la tabla 6.11 se concluye lo siguiente:

Si se incrementa la producción anual en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 33,48%.

Si se incrementa el precio de venta unitario en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 97,56%.

Si se disminuye el costo de mano de obra en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 38,51%.

Si se disminuyen los costos indirectos de producción en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 25,47%.

Si se disminuye el consumo eléctrico de la faja transportadora en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 2,19%.

Si se disminuye la depreciación anual en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 1,68%.

Si se disminuye la inversión total en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 24,05 %.

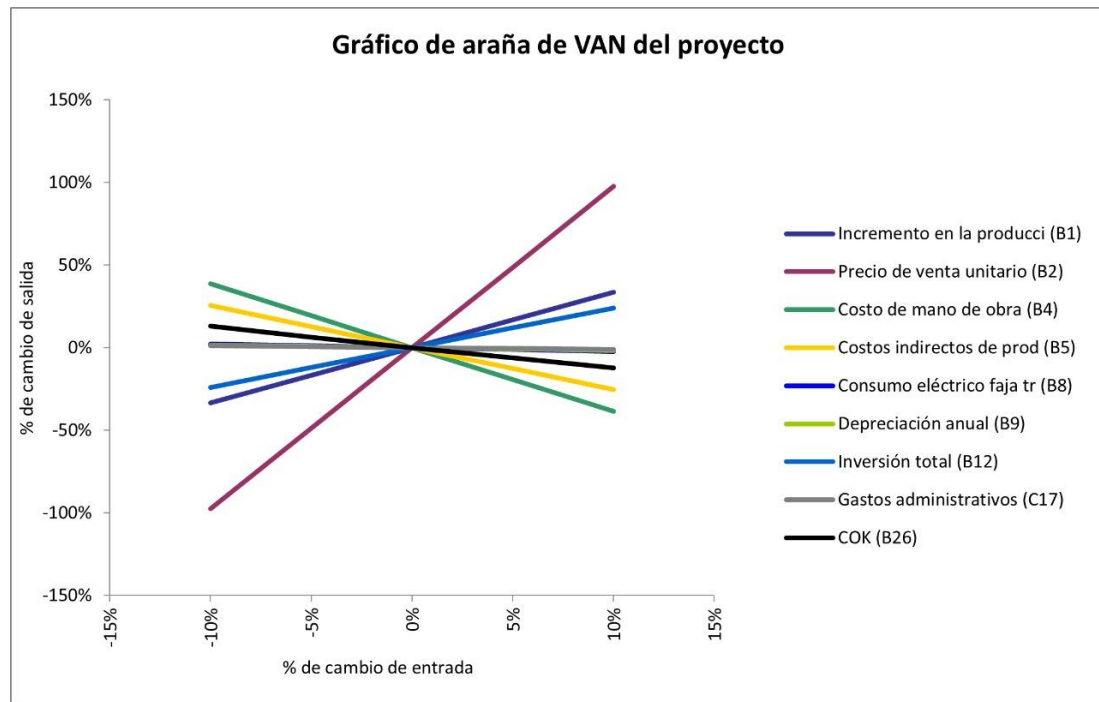
Si se disminuyen los gastos administrativos en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 1,13%.

Si se disminuye el COK en 10%, aumentaría de manera positiva el VAN en un 13,10%.

Finalmente, se puede afirmar que la variable de precio de venta unitario, el costo de la mano de obra y la producción anual de cocinas son las variables con mayor impacto en el resultado del VAN. En caso del precio de venta unitario el VAN varía en un 97,56% tanto como positivo como negativamente, el costo de mano de obra, en 38,61% y la producción anual, en 33,48%. Como lo muestra el gráfico de araña por la simulación de sensibilidad del proyecto (ver figura 6.2).

Figura 6.2

Gráfico de araña



6.4. Justificación social del proyecto de mejora

Tras realizar el análisis de riesgos en y peligros en el trabajo, empleando la matriz IPERC, se pudo identificar que el principal peligro al que se enfrentan los trabajadores es el riesgo de una explosión causada por una fuga de gas o de intoxicamiento durante la prueba de calidad, dando como resultado en la matriz IPERC un indicador de 27 de riesgo, el cual es un nivel de riesgo intolerable. Por ello, con la propuesta de Agilizar las pruebas de hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas, se reduce el tiempo de cada prueba; además de reducir el peligro, ya que la prueba de calidad se realizaría con aire comprimido y se dejaría de usar el combustible inflamable. Considerando el cambio, se realizó otro análisis con la matriz IPERC dando como resultado un indicador de 8 de riesgo, con el cual ahora el nivel de riesgo es tolerable, está propuesta trae consigo como beneficio un ambiente laboral más seguro para los trabajadores, además de una mejora en el tiempo de realización de la prueba de calidad.

Por otro lado, la propuesta del rediseño de la línea de ensamblaje trae como beneficio adicional que ahora los trabajadores podrán contar con mesas adecuadas para

realizar el trabajo, además con el balance de línea realizado, se redujo la distancia recorrida de 268 metros a 94 metros, con ello se busca prevenir lesiones a causa de peligros ergonómicos.

Además se observó que durante el año la empresa requirió de horas extras para poder cumplir con algunas ordenes de producto, ante lo cual está propuesta, permite cumplir con la meta de producción sin necesidad de requerir horas extra, además que considerando en el bienestar de los trabajadores, para esta propuesta se mantiene el mismo número de trabajadores, y en caso de requerimientos por órdenes de mayor volumen se pueden contratar temporalmente a 2 operarios, uno para la estación de válvulas y otro operario para empaquetado, y con ello conseguir producir 66,8 cocinas al día.



CONCLUSIONES

- Los resultados del factorial de Klein indicaron que el área con menor eficiencia en la empresa era la línea de ensamblaje de línea blanca teniendo un porcentaje de 69%.
- Tras realizar el estudio de tiempos y un análisis del taller de ensamblaje de cocinas se identificaron los siguientes indicadores:
 - Tiempo de ciclo real (min/und): 10,72
 - Producción diaria (und): 45
 - Tiempo total de todos los traslados (min/und): 5,34
 - Capacidad (und/día): 98
 - Capacidad utilizada: 46,36%
 - Número de estaciones: 8
- El problema principal es el incumplimiento de la meta de producción de cocinas, los efectos del problema son: cocinas pendientes por ensamblar (609 unidades) y disminución en los ingresos (S/ 31 607). Las causas raíz identificadas son: no existe un balance de línea y no existe una disposición de planta.
- Las propuestas de solución son:
 - Rediseño de la línea de ensamblaje
 - Agilizar las pruebas hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas.
- El rediseño de la línea de ensamblaje y agilización de las pruebas hermeticidad de las válvulas y tuberías de las cocinas dieron como resultado los siguientes indicadores:
 - Tiempo de ciclo real (min/und): 8,79
 - Producción diaria (und): 55
 - Tiempo total de todos los traslados (min/und): 1,79
 - Capacidad (und/día): 124
 - Capacidad utilizada: 44,35%
 - Número de estaciones: 4

- Es viable técnicamente el proyecto, porque al realizar la simulación del proceso de ensamblaje se obtuvo como resultado un promedio de 55,16 cocinas diarias, logrando aumentar la producción anual de cocinas en 3 000 unidades.
- Es viable económicamente el proyecto, porque el VAN es positivo con un valor de S/ 37 986,33, un TIR mayor al COK de 29,99%, un beneficio/costo de 1,42 y el periodo de recuperación es de 3 años, 6 meses y 7 días.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda una comunicación activa entre la gerencia y los trabajadores utilizando técnicas como lluvia de ideas para identificar posibles mejoras al proceso propuesto.
- Se recomienda proponer a los operarios de cada estación identificar posibles causas en la demora de sus actividades, reportando dicha información al supervisor cada dos meses para su posterior análisis.
- Se recomienda utilizar la técnica de las 5S para mejorar el orden y limpieza del taller de ensamblaje de cocinas.
- En el caso se requiera tener una producción cercana al takt time, se recomienda contratar 2 operarios, uno para la estación de válvulas y otro operario para empaquetado, con estas contrataciones llegaría a un tiempo de ciclo de 431 s/cocina, produciendo 66,8 cocinas al día.
- En caso se busque mayor beneficio económico, se recomienda analizar las siguientes variables ya que tienen un mayor impacto positivo como negativo en el resultado del VAN:
 - Precio de venta unitario: impacto en el VAN de 97,56%.
 - Costo de mano de obra. impacto en el VAN de 38,61%.
 - Producción anual: impacto en el VAN de 33,48%.

REFERENCIAS

- ACE Project. (s.f.). *Integridad Electoral: Marco legal*.
<https://aceproject.org/main/espanol/ei/eic.htm>
- Ángel Hugo, P. (2016, 17 de agosto). Índice de Progreso Social: ¿Cómo está el Perú?.
El Comercio. <https://elcomercio.pe/peru/indice-progreso-social-peru-248271-noticia/>
- Banco Mundial BIRF AIF. (s.f.) *El Banco Mundial en Perú*.
<https://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview>.
- Banco Mundial. (2020, 13 de octubre). *El Banco Mundial en Perú*.
<https://www.bancomundial.org/es/country/peru/overview>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., y Noriega, M. (2020). *Mejora Continua de los Procesos: Herramientas y técnicas*. Universidad de Lima, Fondo Editorial.
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/10832>
- Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM, Reglamento nacional para la gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2012, 27 de junio).
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-nacional-gestion-manejo-residuos-aparatos-electricos>
- EDS robotics. (2020, 16 de octubre). *¿Qué es la producción en cadena?*.
<https://www.edsrobotics.com/blog/produccion-cadena-que-es/>
- Hill, C. W., y Jones, G. R. (2011). *Administración estratégica. Un enfoque integral* (9. a ed.). Cengage Learning.
- Instituto Nacional de estadística e informática [INEI]. (2018, 25 de junio). *Población del Perú totalizó 31 millones 237 mil 385 personas al 2017*.
<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-del-peru-totalizo-31-millones-237-mil-385-personas-al-2017-10817/>
- Ley N.° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2011).
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/349382/LEY_DE_SEGURIDAD_Y_SALUD_EN_EL_TRABAJO.pdf
- Ramírez, J. (2019, 1 de octubre). Perú: un rompecabezas político. *DW*.
<https://p.dw.com/p/3QXAR>
- Ruiz, M. (2019, 28 de setiembre). BCRP baja proyección del PBI de 2019 a 2.7%. *Perú21*. <https://peru21.pe/economia/bcrp-baja-proyeccion-del-pbi-de-2019-a-27-noticia/>

Salazar López, B. (2019, 16 de Junio). *Balanceo de línea*. Ingeniería Industrial Online.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>

Venta online productos durables en Perú tuvo el segundo crecimiento más alto de Latinoamérica, por Gestión. (2019, 7 de marzo). *Gestión*.
<https://gestion.pe/economia/venta-online-productos-durables-peru-tuvo-segundo-crecimiento-alto-latinoamerica-260690-noticia/>).



BIBLIOGRAFÍA

- Barrera Martínez, S. S. (2016). *Diseño e implementación de un modelo de mejora en el área de ensamble de la línea de cerraduras INAFER, referencias C-999 y MEGA en la empresa Allegion Colombia S.A.S* [Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia]. Repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1910>
- El Economista America. (26 de Marzo de 2019). *eEconomista América Perú*. <https://www.eeconomistaamerica.pe/economia-eAm-peru/noticias/9784018/03/19/Venta-de-electrodomesticos-crecera-1-el-2019.html>
- La crisis política que enfrenta Perú: cinco claves. (26 de Setiembre de 2019). *Gestión*. <https://gestion.pe/peru/la-crisis-politica-que-enfrenta-peru-cinco-claves-noticia/>
- Medina Chacón, E., y Illada García, R. (2015, 30 de abril). Heurística para el balance de líneas de ensamble con consideraciones ergonómicas. *Revista Ingeniería Industrial*, 14(1). <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/1913>
- Mendoza Cupe, V. R., y Salcedo Valdivia, M. J. (2016). *Estudio de mejora para el área de producción de la empresa Filtros San Jorge SAC* [Trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. doi.<http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/3492>
- Murillo Garcia, R., Peñaherrera-Lareanas, F., Borja Salinas, E., y Vanegas, V. (2018, junio). Líneas de ensamble y balanceo y su impacto en la productividad de los procesos de manufactura. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Publicación en línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/06/ensamble-balanceo-productividad.html>
- Pinto Guillén, A. (2020). *Propuesta de mejora en una empresa agroindustrial* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/11739>
- Villavicencio Brito, J. B. (2015). *Definición de procesos y elaboración de instructivos de trabajo para el área de Pre ensamble y Ensamble de cocinas y cocinetas en Fibro Acero S.A.* [Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Producción y Operaciones, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4276>

Yandún Garzón, C. E. (Febrero de 2016). *Rediseño y mejoramiento de la línea de ensamble de cocinas de inducción en la empresa ecuatoriana de artefactos (ECASA)* [Tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniería en Producción Industrial, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador]. Repositorio digital de la Universidad de Las Américas. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4761>





ANEXOS

Anexo 1: Carta de autorización de la empresa



Lima, 13 de mayo de 2021

Señores
Universidad de Lima
Av. Javier Prado Este 4600,
Distrito de Santiago de Surco

De mi consideración.

Me es grato presentar mis saludos y por medio de la presenta autorizamos realizar el siguiente trabajo de investigación (Tesis) en nuestra empresa Tecnicentro Cuzco S.A.C.:

***"MEJORA DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE DE COCINAS DE LA EMPRESA
TECNICENTRO CUZCO S.A.C."***

Y asimismo publicar el Trabajo de Investigación en su repositorio a los siguientes Bachilleres en Ingeniería Industrial de su universidad:

Castro Segovia, Carlos Miguel Código 20151739
O'Brien Chávez Arroyo, Brad Código 20150965

Asimos, solicitar el envío de un ejemplar a nuestra empresa una vez aprobado la Tesis Universitaria









Sin otro Particular

Atentamente



José Castro Manyan
Subgerente

Anexo 2: DAP actual de válvulas y tuberías

Diagrama núm.: 2	Actividad	Actual	Tiempo total (s)	
Hoja núm.: 1 de 1				
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	5	213	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	60	
	Espera	0	0	
	Inspección	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Almacenamiento	1		
	Agregar valor: 5			
	No agregan valor: 3			
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad
Recepción de material (válvulas y tuberías)				No agrega valor
Traslado a zona de armado de válvulas y tuberías	43,0	38		No agrega valor
Armar tuberías	27,2			Agrega valor
Ajustar las tuberías	12,3			Agrega valor
Conectar todas las tuberías	32,7			Agrega valor
Ajustar todo	35,1			Agrega valor
Armar válvulas	105,8			Agrega valor
Traslado a la zona de panel de control	16,5	14		No agrega valor
Total	273	52,0		

Anexo 3: DAP actual de cableado eléctrico

Diagrama núm: 3	Actividad	Actual	Tiempo total (s)	
Hoja núm.: 1 de 1				
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	3	207.5	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	35.3	
	Espera	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	
	Almacenamiento	1		
	Agregan valor: 3	No agregan valor: 3		
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad
Recepción de material (cableado eléctrico con panel)			○	No agrega valor
Traslado a estación	29,2	27	□	No agrega valor
Armar el cableado	57,1		◇	Agrega valor
Juntar cables con placa	26,9		⇒	Agrega valor
Armar conector pcb	123,5		▽	Agrega valor
Traslado a la zona de panel de control	6,1	5	○	No agrega valor
Total	243	32,0		







Anexo 4: DAP actual de puerta de horno

Diagrama núm: 4 Hoja núm.: 1 de 1	Actividad	Actual	Tiempo total (s)	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	2	87	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	46	
	Espera	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	
	Almacenamiento	1		
	Agregan valor: 2		No agregan valor: 3	
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad
Recepción de material (puerta del horno)			○	No agrega valor
Traslado a zona de armado puerta del horno	33,1	28	□	No agrega valor
Armar estructura de puerta	54,7		D	Agrega valor
Poner vidrio y marca juntando todo	32,8		→	Agrega valor
Traslado a la zona de montaje final de cocina	12,4	8	▽	No agrega valor
Total	133	36		

Anexo 5: DAP actual de cubierta de estufa

Diagrama núm.: 5 Hoja núm.: 1 de 1	Actividad	Actual	Tiempo total (s)	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	1	43,5	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	54,9	
	Espera	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	
	Almacenamiento	1		
	Agregan valor: 1		No agregan valor: 3	
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad
Recepción de material (cubierta de estufa)			○ □ D ↗	
Traslado a zona de cubierta de estufa	38,1	32,5		No agrega valor
Armar cubierta de estufa	43,5			No agrega valor
Traslado a la zona de montaje final de cocina	16,8	14		Agrega valor
Total	98	46,5		No agrega valor







Anexo 6: DAP actual de panel de control

Diagrama núm.: 6 Hoja núm.: 1 de 1	Actividad	Actual	Tiempo total (s)	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	1	114,6	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	23,8	
	Espera	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	
	Almacenamiento	1		
	Agregan valor: 1		No agregan valor: 3	
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo 	Tipo de actividad
Recepción de material (panel de control)				No agrega valor
Traslado a estación	22,6	24,5		No agrega valor
Armado panel de control	114,65			Agrega valor
Traslado para juntar panel con cabina	1,2	1		No agrega valor
Total	138	25,5		

Anexo 7: DAP propuesto válvulas y tuberías

Diagrama núm: 2 Hoja núm.: 1 de 1	Actividad	Actual		Propuesta		Economía
		Cant.	s	Cant.	s	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	5	213	5	213	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	60	1	9,7	50
	Espera	0	0	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	0	0	
	Almacenamiento	1		1		
Descripción	Tiempo de ciclo (s)		273		223	18,4%
	Distancia (m)		52		8,5	83,7%
	Agregan valor: 5			No agregan valor: 3		
	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo Tipo de actividad			
Recepción de material (válvulas y tuberías)						● No agrega valor
Traslado a zona de armado de válvulas y tuberías	9,7	8,5				● No agrega valor
Armar tuberías	27,2					● Agrega valor
Ajustar las tuberías	12,3					● Agrega valor
Conectar todas las tuberías	32,7					● Agrega valor
Ajustar todo	35,1					● Agrega valor
Armar válvulas	105,8					● Agrega valor
Traslado a la estación 2 (prueba de fuga de gas)						● No agrega valor
Total	223	8,5				

Anexo 8: DAP propuesto cableado eléctrico

Diagrama núm: 3 Hoja núm.: 1 de 1		Actual		Propuesta		Economía
Actividad		Cant.	s	Cant.	s	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	3	208	3	208	
Método: Actual / Propuesto	Transporte	2	35,3	1	8,9	26
	Espera	0	0	0		
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	0		
	Almacenamiento	1		1		
Descripción	Tiempo de ciclo (s)		243		216	10,9%
	Distancia (m)		32		7,0	78,1%
	Agregan valor: 3			No agregan valor: 3		
		Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo	Tipo de actividad	
Recepción de material (cableado eléctrico)				No agrega valor		
Traslado a estación	8,9	7		No agrega valor		
Armar el cableado	57,1			Agrega valor		
Juntar cables con placa	26,9			Agrega valor		
Armar conector pcb	123,5			Agrega valor		
Traslado a la estación 3 (armado de panel de control)				No agrega valor		
Total	216	7,0				

Anexo 9: DAP propuesto puerta horno

Diagrama núm: 4 Hoja núm.: 1 de 1		Actual		Propuesta		Economía
Actividad		Cant.	s	Cant.	s	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	3	87	3	87	
	Transporte	2	46	1	13	33
Método: Actual / Propuesto	Espera	0	0	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	0	0	
	Almacenamiento	1		1		
	Tiempo de ciclo (s)		133		101	24,3%
	Distancia (m)		36		16,0	63,9%
Descripción	Agregan valor: 2			No agregan valor: 3		
	Tiempo (s)					
	Distancia (m)					
	Símbolo	○	□	▭	➡	▽
	Tipo de actividad					
Recepción de material (puerta del horno)						No agrega valor
Traslado a estación	13,2	13				No agrega valor
Armar estructura de puerta	54,7					Agrega valor
Poner vidrio y marca juntando todo	32,8					Agrega valor
Traslado a la zona de montaje final de cocina (estación 4)						No agrega valor
Total	103	13,0				

Anexo 10: DAP propuesto cubierta estufa

Diagrama núm: 5 Hoja núm.: 1 de 1	Actividad	Actual		Propuesta		Economía
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	Cant.	s	Cant.	s	
	Transporte	2	55	1	20	35
	Espera	0	0	0	0	
	Inspección	0	0	0	0	
	Almacenamiento	1		1		
	Tiempo de ciclo (s)		98		64	34,9%
	Distancia (m)		46,5		20,5	55,9%
	Agregan valor: 1			No agregan valor: 3		
Descripción	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo		Tipo de actividad	
			○	□	D	⇒
			▽			
Recepción de material (cubierta de estufa)						
Traslado a estación	20,3	20,5				
Armar cubierta de estufa	43,5					
Traslado a la zona de montaje final de cocina (estación 4)						
Total	318	33,5				

Anexo 11: DAP propuesto panel de control

Diagrama núm: 6 Hoja núm.: 1 de 1	Actividad	Actual		Propuesta		Economía
		Cant.	s	Cant.	s	
Objeto: Cocina de base a gas	Operación	1	115	1	115	
	Transporte	2	24	1	9	15
Método: Actual / Propuesto	Espera	0	0	0	0	
Lugar: Taller Tecnicentro Cuzco	Inspección	0	0	0	0	
	Almacenamiento	1		1		
	Tiempo de ciclo (s)		138		124	10,5%
	Distancia (m)		25,5		7,0	72,5%
Descripción	Agregan valor: 1	No agregan valor: 3				
	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo		Tipo de actividad	
			○ □ ▢ ⇨ ▽			
Recepción de material (panel de control)						
Traslado a estación	8,9	7			No agrega valor	
Armado de panel de control	114,6				No agrega valor	
Traslado a zona de montaje final de cocina (estación 4)					Agrega valor	
Total	124	7,0			No Agrega valor	