



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Implementación de herramientas del Lean Manufacturing
para gestionar de forma eficiente el proceso productivo de
la empresa purificadora y envasadora de agua de mesa
Aqua Mia EIRL**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

**Daniel Arturo Calle Burneo
Pier Anthony Sandoval Serquen**

Asesor:
Dr. Ing. José Luis Calderón Lama

Piura, diciembre de 2024



Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Daniel Arturo Calle Burneo, egresado del Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 72702125, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:

“Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para gestionar de forma eficiente el proceso productivo de la empresa purificadora y envasadora de agua de mesa Aqua Mia EIRL ”

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Industrial y de Sistemas.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Pier Anthony Sandoval Serquen, identificado con DNI: 75912519

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

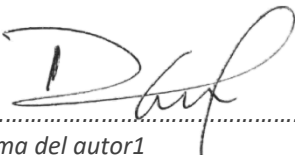
La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Dr. Ing. José Luis Calderón Lama, identificado con DNI: 02674265

Declaro (declaramos) que:

Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 20/11/2024.


.....
Firma del autor1


.....
Firma del asesor1

.....
Firma del co-asesor1



Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Pier Anthony Sandoval Serquen, egresado del Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 75912519, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:

“Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para gestionar de forma eficiente el proceso productivo de la empresa purificadora y envasadora de agua de mesa Aqua Mia EIRL ”

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Industrial y de Sistemas.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Daniel Arturo Calle Burneo, identificado con DNI: 72702125

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

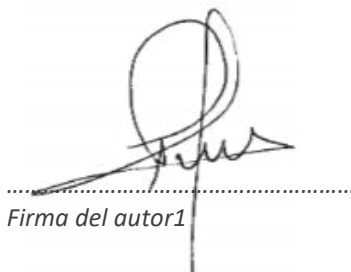
La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Dr. Ing. José Luis Calderón Lama, identificado con DNI: 02674265

Declaro (declaramos) que:

Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 20/11/2024.



.....
Firma del autor¹



.....
Firma del asesor¹

.....
Firma del co-asesor¹

Resumen

El presente trabajo de tesis se enfoca en el estudio y aplicación del concepto de *Lean Manufacturing* como herramienta para la mejora continua de los procesos productivos en la industria manufacturera. El objetivo principal es implementar las herramientas del *Lean Manufacturing* en la empresa Aqua Mia EIRL, analizando sus principios fundamentales y su relación con la calidad y la eficiencia en la producción.

Para lograr este objetivo, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el tema, se definieron los principales conceptos y herramientas de *Lean Manufacturing* y se identificaron las mejores prácticas para su implementación en la industria.

Los resultados obtenidos demuestran que la implementación de *Lean Manufacturing* puede mejorar significativamente la calidad y la eficiencia en la producción, reducir los costos y aumentar la satisfacción del cliente.

En conclusión, este trabajo de tesis proporciona información necesaria para la implementación efectiva de *Lean Manufacturing* en la industria manufacturera, basada en los principios fundamentales y las mejores prácticas identificadas en la literatura y en la experiencia práctica de una empresa real. Los resultados obtenidos demuestran que la implementación de *Lean Manufacturing* puede ser una herramienta valiosa para la mejora continua de los procesos productivos y para el logro de ventajas competitivas en el mercado.



Tabla de contenido

Introducción	9
Capítulo 1 Justificación y objetivos de este trabajo	10
1.1 Antecedentes.....	10
1.2 Justificación	11
1.3 Objetivos.....	11
Capítulo 2 Marco teórico.....	12
2.1 Lean Manufacturing.....	12
2.1.1 <i>Historia del Lean Manufacturing</i>	12
2.1.2 <i>Definición y objetivos de la filosofía Lean</i>	14
2.1.3 <i>Herramientas del Lean Manufacturing</i>	15
Capítulo 3 Descripción y situación actual de Aqua Mia EIRL	29
3.1 Descripción de Aqua Mia EIRL	29
3.1.1 <i>Organigrama</i>	29
3.1.2 <i>MOF</i>	29
3.2 Productos y demanda.....	32
3.3 Recursos de Aqua Mia EIRL	34
3.3.1 <i>Maquinaria y Equipos</i>	34
3.3.2 <i>Materiales</i>	40
3.4 Proceso productivo de bidones de agua de mesa de Aqua Mia EIRL	41
3.4.1 <i>Descripción del proceso productivo</i>	41
3.4.2 <i>Diagrama de Flujo del Proceso</i>	44
3.4.3 <i>Plano de Planta procesadora de agua de Aqua Mia EIRL</i>	45
3.5 Diagnóstico de los problemas de la empresa.....	46
3.5.1 <i>Problemas encontrados</i>	46
3.5.2 <i>Propuestas de solución a los problemas</i>	46
Capítulo 4 Implementación de las herramientas <i>Lean Manufacturing</i>	47
4.1 Aplicación de las 5S	47
4.2 Aplicación del JIT utilizando el <i>Takt Time</i>	56
4.3 Aplicación del <i>Heijunka</i>	68
Capítulo 5 Impacto y viabilidad del uso de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i>	71
5.1 Impacto del estudio	71
5.1.1 <i>Impacto del estudio de las 5S</i>	71
5.1.2 <i>Impacto del estudio del JIT utilizando el Takt Time</i>	71
5.1.3 <i>Impacto del estudio del Heijunka</i>	72
5.2 Análisis económico y financiero	72
5.2.1 <i>Presupuesto de inversión</i>	72
5.2.2 <i>Presupuesto de costos y gastos</i>	73
5.2.3 <i>Análisis de rentabilidad</i>	76
5.2.4 <i>Flujo económico y financiero</i>	78
5.2.5 <i>VAN</i>	79
5.2.6 <i>TIR</i>	80
Conclusiones.....	81
Recomendaciones	82
Referencias.....	83
Anexos	86
Anexo A. Cotización de la fabricación de los 4 rack	87

Anexo B. Cotización de la fabricación de los 2 lavadores de cemento 88
Anexo C. Control de limpieza Semanal para ayudar el plan de limpieza 89
Anexo D. Control de limpieza diario para ayudar el plan de limpieza 91



Lista de tablas

Tabla 1 MOF del Gerente General.....	30
Tabla 2 MOF del jefe de Producción.....	31
Tabla 3 MOF de los operarios de la planta	32
Tabla 4 Especificaciones técnicas de la bomba Inoxidable.....	34
Tabla 5 Especificaciones técnicas del hidroneumático	35
Tabla 6 Especificaciones técnicas del filtro multimedia automático.....	35
Tabla 7 Especificaciones técnicas del filtro carbón activado	36
Tabla 8 Especificaciones técnicas de los filtros de sedimentos.....	37
Tabla 9 Especificaciones técnicas del sistema de luz ultravioleta	38
Tabla 10 Especificaciones técnicas del Generador de Ozono	39
Tabla 11 Especificaciones técnicas de la cañería de llenado	39
Tabla 12 Especificaciones técnicas del tablero de control	40
Tabla 13 Codificación de cada ítem - SEITON.....	50
Tabla 14 Tiempos a usarse en cada zona de trabajo	52
Tabla 15 Tiempo total de preparación	57
Tabla 16 Tiempo útil de preparado antes del lavado	57
Tabla 17 Tiempo total de lavado.....	58
Tabla 18 Tiempo útil del lavado	58
Tabla 19 Tiempo total desinfectado	59
Tabla 20 Tiempo útil de desinfectado.....	59
Tabla 21 Tiempo total llenado	59
Tabla 22 Tiempo útil llenado	60
Tabla 23 Tiempo total sellado	60
Tabla 24 Tiempo útil sellado.....	61
Tabla 25 Tiempo total etiquetado.....	61
Tabla 26 Tiempo útil etiquetado.....	61
Tabla 27 Tabla resumen del tiempo utilizado	62
Tabla 28 Resumen del ciclo de producción calculado	63
Tabla 29 Tiempos muertos.....	63
Tabla 30 Tiempo de proceso por bidón	64
Tabla 31 Demanda diaria	68
Tabla 32 Datos de producción	68
Tabla 33 Presupuesto de inversión	72
Tabla 34 Licencias Gubernamentales.....	73
Tabla 35 Costo mensual de mano de obra directa.....	75
Tabla 36 Costos y Gastos anual.....	75
Tabla 37 Depreciación de activos.....	76
Tabla 38 Resumen de ventas pronosticadas por año	78
Tabla 39 Flujo Económico	79

Lista de figuras

Figura 1 Demanda cliente	15
Figura 2 Procesos de la cadena de fabricación.....	16
Figura 3 Productos, materias primas y subproductos	16
Figura 4 Clientes, proveedores y frecuencias de entrega	17
Figura 5 Flujo de información y de material	17
Figura 6 Línea de tiempo para el lead time	18
Figura 7 Ordenamiento por familia de productos	20
Figura 8 Tablero kanban	21
Figura 9 Objetivos del JIT	25
Figura 10 Jidoka.....	26
Figura 11 Ejemplo de Poka Yoke	27
Figura 12 Organigrama de la empresa AQUA MIA EIRL.....	29
Figura 13 Bidón de 20 litros	33
Figura 14 Bomba Inoxidable.....	34
Figura 15 Hidroneumático	34
Figura 16 Filtro Multimedia Automático	35
Figura 17 Filtro Carbón Activado.....	36
Figura 18 Sistema de Filtración para purificación del agua (Filtros de Sedimentos)	37
Figura 19 Sistema de Luz Ultravioleta.....	38
Figura 20 Equipo de Generador de Ozono.....	38
Figura 21 Cañería de llenado	39
Figura 22 Tablero de Control.....	40
Figura 23 Mapa de procesos de AQUA MIA EIRL.....	43
Figura 24 Diagrama de flujo del proceso.....	44
Figura 25 Plano de Planta procesadora de agua de AQUA MIA EIRL	45
Figura 26 Materia prima	47
Figura 27 Bolsas de sal mal ubicadas	48
Figura 28 Etiqueta de colores – SEIRI.....	49
Figura 29 Diagrama de flujo de limpieza	52
Figura 30 Check list de conformidad de limpieza	53
Figura 31 Tiempo de cada proceso.....	65
Figura 32 Tiempo total del proceso vs takt time de 2400 bidones.....	65
Figura 33 Planta modificada.....	67
Figura 34 Plantilla para representar la organización de la producción	69
Figura 35 Relación de tiempo de uso.....	70

Introducción

La tesis que se presenta denominada "Implementación de herramientas del *Lean Manufacturing* para gestionar de forma eficiente el proceso productivo de la empresa purificadora y envasadora de agua de mesa Aqua Mia EIRL", empresa purificadora y envasadora de agua", tiene como objetivo proporcionar a Aqua Mia, productora de bidones de agua, estrategias para optimizar su producción usando herramientas de *Lean Manufacturing*, lo cual les permitirá atraer más clientes, minimizar los tiempos improductivos y mejorar la eficiencia del tiempo de trabajo de empleados, tanto calificados como no calificados.

La presente tesis está conformada por 5 capítulos:

En el primer capítulo, se abordan los conceptos y antecedentes de cuatro estudios que aplican la metodología *Lean Manufacturing* para incrementar la eficiencia y mejorar sus resultados de los procesos productivos. Así como también la justificación y objetivos que se quiere llegar a obtener haciendo uso las herramientas lean en el proceso productivo de la empresa Aqua Mia.

En el segundo capítulo, se aborda el Marco Teórico, abarca temas como la evolución del *Lean Manufacturing*, su definición, propósitos de esta filosofía y una explicación exhaustiva de las herramientas disponibles bajo esta filosofía para su implementación en procesos productivos.

En el tercer capítulo, se aborda la Descripción y Situación actual de Aqua Mia EIRL, proporciona un análisis detallado de la estructura actual de la empresa, incluyendo su organigrama, manual de funciones, cartera de productos, demanda, infraestructura de maquinaria y equipo, así como el diagrama de flujo del proceso y una descripción completa del proceso productivo. Además, incluye un diseño del plano (*layout*) actual de la planta y analiza los problemas encontrados, ofreciendo propuestas de solución.

En el cuarto capítulo, se aborda, profundiza en los problemas específicos identificados en Aqua Mia y describe la aplicación de tres herramientas clave: 5S, el JIT utilizando el *Takt Time* y el *Heijunka*, para resolver los desafíos actuales de la empresa.

En el quinto capítulo, se aborda el Impacto y viabilidad del uso de las herramientas de *Lean Manufacturing*, examina los beneficios de implementar las tres herramientas mencionadas en el proceso productivo de Aqua Mia EIRL. Se enfoca en cómo estas contribuyen al ahorro de tiempos muertos y la optimización del proceso, así como en mejoras estructurales y logísticas que maximizan el uso del espacio y organizan eficientemente los insumos, materiales de limpieza y materias primas utilizadas en la producción.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas después de la ejecución de la tesis.

Capítulo 1

Justificación y objetivos de este trabajo

En este capítulo, los antecedentes abarcan cuatro documentos que emplean la metodología *Lean Manufacturing* para hacer que los procesos productivos de cada empresa sean más eficientes y mejoren sus resultados.

Así mismo, se habla de los problemas que actualmente la empresa Aqua Mia viene atravesando y como el uso de las herramientas *Lean* ayudaría en una mejor gestión de los procesos, para ello se ha visto necesario fijar objetivos que permitan alcanzar los resultados deseados.

1.1 Antecedentes

A continuación, se mencionan cuatro documentos que tratan temas similares al de esta tesis y sirven de antecedentes:

El primero es una tesis de la Universidad Privada del Norte, de la facultad de ingeniería industrial, denominada “Aplicación de herramientas del *Lean Manufacturing* para mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno en Norsac S.A.”. Los autores de la tesis son los bachilleres Bruno Manuel Soto Canales y Rosa Bianca Vega Rivas. La tesis fue sustentada en el mes de marzo del 2012 y detalla la información necesaria para poner en práctica las herramientas necesarias de *Lean Manufacturing* y las mejoras que trajo consigo su aplicación en la empresa.

El segundo es una tesis de la Universidad Católica del Perú, de la facultad de ingeniería industrial, denominada “Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de *Lean Manufacturing* en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos”. La autora de la tesis es Sharon Gianella Sascó Blanco. La tesis fue sustentada en el mes de octubre del 2018; esta detalla el análisis llevado a cabo y la propuesta de mejora que traen las herramientas de *Lean Manufacturing* en la empresa.

El tercer documento es un trabajo de investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, de la facultad de ingeniería industrial, denominado “Implementación de herramientas *Lean Manufacturing* para mejorar productividad en planta de producción de galletas”. Los autores del trabajo de investigación son Nelson Contreras Ortiz, Juan José Huertas Camacho y Arnold Andrés Portugal Carrera. El trabajo de investigación fue presentado en el mes de noviembre del 2018 y detalla la importancia de las herramientas *Lean Manufacturing* en una planta de producción de galletas.

El cuarto documento es una tesis de la Universidad Nacional de Trujillo, de la facultad de ingeniería industrial, denominada “Propuesta de implementación de la metodología *Lean Manufacturing* para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado pet de la empresa Ajeper S.A.”. El autor de la tesis es el bachiller Jesús Iván Castro Vásquez. La tesis fue

sustentada en el mes de noviembre del 2016 y detalla la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing* para optimizar tanto los procesos productivos, como el uso de equipos y el recurso humano a través de la eliminación de los desperdicios y problemas presentes en dicho proceso, con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa en el dinámico y variable mercado de bebidas.

1.2 Justificación

Actualmente la empresa Aqua Mia EIRL presenta problemas en el proceso productivo de agua de mesa, como son los tiempos de espera, distribución, almacenaje y gestión de inventario; por lo que genera un elevado tiempo de entrega de sus productos. Es por ello que se vio conveniente aplicar herramientas de *Lean Manufacturing*, pues permitirán gestionar mejor los tiempos a la vez que se maximizaría el valor de los productos para los clientes. El buen uso de esta metodología reflejará una optimización de recursos para la empresa por lo que generará ahorros a futuro e incremento de las utilidades.

Este estudio brindará a la empresa un documento técnico que permitirá a Aqua Mia EIRL mejorar el proceso de manufactura de sus productos mediante la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* desarrolladas en base a datos reales de la situación actual de la empresa.

1.3 Objetivos

Objetivo General:

Implementar las herramientas del *Lean Manufacturing* para gestionar de forma óptima el proceso productivo de la empresa Aqua Mia EIRL, en un periodo de 3 meses.

Objetivos Específicos:

Describir la empresa Aqua Mia EIRL, identificando así su maquinaria, su equipo y sus proveedores.

Investigar, encontrar y detallar los problemas dentro del proceso productivo.

Diseñar una lista de los problemas encontrados y qué herramienta de *Lean Manufacturing* se aplicará para resolverlo.

Diseñar un plano de la planta procesadora de agua.

Elaborar a detalle todo el proceso de implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* que se usará para resolver los problemas encontrados dentro de la planta de tratamiento de agua.

Llevar a la empresa a una producción mensual de 2400 bidones por incremento de clientes e indicación del gerente de la empresa. Elaborar un análisis económico-financiero para determinar el VAN y la TIR, de manera que permita observar el impacto y viabilidad del uso de las herramientas del *Lean Manufacturing* en la empresa Aqua Mia EIRL.

Capítulo 2

Marco teórico

En este capítulo, se engloban temas referentes a la historia, definición y objetos propios de la metodología *Lean Manufacturing*.

Así mismo, se habla de las herramientas que utiliza la metodología *Lean Manufacturing* para poder darle solución a procesos o actividades que presentan problemas en su ejecución semanal, mensual o anual.

2.1 Lean Manufacturing

En esta primera parte, se explicará un poco la historia de cómo surge la metodología *Lean Manufacturing*. Además, se dará una definición concreta de lo que es *Lean Manufacturing* y sus objetivos.

2.1.1 Historia del Lean Manufacturing

A inicios del siglo XX aparecen Frederick Winslow Taylor y Henry Ford con sus novedosas técnicas de organización y administración para volver los trabajos más eficientes.

Frederick W. Taylor fue un ingeniero norteamericano que gracias a su formación y capacidad se planteó la idea de analizar el trabajo realizado por los obreros dentro de la planta de siderúrgica que dirigía, se basó en descomponer el trabajo en tareas simples y cronometradas, exigiendo de esta manera la realización de las labores necesarias en el tiempo justo. Se dio cuenta que este tipo de estudio permitía conocer los tiempos muertos que el obrero tenía en una determinada tarea, ayudando de esta manera a implementar y corregir los vacíos existentes que perjudicaban a la compañía en sus estándares de productividad. Introduciendo incentivos económicos que dependieran de las piezas producidas en función a un tiempo estimado, es como propuso motivar e intensificar el ritmo del rendimiento organizacional, pasando el control del trabajo de manos de los obreros a manos de los directivos de la organización.

El taylorismo fue muy apoyado por empresarios estadounidenses que vieron de esta manera la posibilidad de tener mejores resultados dentro de los procesos productivos de su compañía ya que podrían incrementar la cantidad de producción a un menor costo, esto se debe a que las tareas eran cada vez más simplificadas y mecánicas tal que podían usar trabajadores menos cualificados.

Por lo tanto “el Taylorismo está basado en la división del trabajo, la producción en cadena y la eliminación de la autonomía temporal del trabajador” (José Francisco López, 2019).

Por otro lado, Henry Ford al igual que Taylor fue uno de los pioneros en aplicar técnicas que mejoren el rendimiento en la producción. El Fordismo es un sistema de producción en cadena utilizada para la producción en masa; utilizó maquinaria para simplificar las tareas,

redujo el traslado de los trabajadores al implementar un sistema de cadena continuo, esto ayudó a disminuir significativamente los tiempos de ensamble y por ende aumentó el volumen de producción.

Este método presenta una mejora significativa con respecto al taylorismo, ya que sincronizó los procesos e introdujo mano de obra especializada clasificada por actividades, ya que los operarios ahora asumen procesos más simples y específicos, todo esto gracias a la mecanización de las tareas. Todas las mejoras aplicadas en la producción hicieron que a mediados del siglo XX la productividad aumente de un 1.5% a un 5.6% (Tomás & Elena, 2004).

Por lo que podemos decir que “el Fordismo es un taylorismo mejorado gracias a la mecanización. Ford, a diferencia de Taylor, tiene en cuenta la producción y el trabajo como un todo que, unido, mejora los resultados” (José Francisco López, 2020).

En Japón se da inicio al pensamiento Lean a causa de la ruptura de estas técnicas. En 1902, Sakichi Toyoda inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo y mediante una indicación visual al operador advertía que el equipo necesitaba ser intervenido. Este ingenio en la automatización hizo posible separar a los humanos de las máquinas, permitiendo de esta manera al hombre controlar varios equipos, lo que conlleva a una mejora significativa de la productividad.

Más adelante, con el fin de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas quedaron devastadas; Toyota al igual que las demás compañías se enfrentó a un gran desafío en reactivar una industria competitiva en un escenario donde los estragos de la guerra eran una muralla muy dura de superar. Los japoneses eran conscientes de la escasez de materia prima que estaban atravesando y que solo podían depender de sí mismos para poder desarrollarse.

Precisamente, en un entorno de incertidumbre dos ingenieros de Toyota, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, comenzaron a estudiar métodos de producción de empresas estadounidenses. En aquel entonces Estados Unidos y Europa tenían un sistema basado en la producción en masa, pero limitado en el número de modelos. Toyota y Ohno se dieron cuenta que esta idea no podía ser aplicable en su país por lo que concluyeron que un sistema basado en un stock limitado y suprimiendo toda clase de despilfarros podría ser la solución de este problema (Marin, 2021).

Es así, que Taiichi Ohno establece las bases de un nuevo sistema de gestión llamado Just in Time (Justo a tiempo), donde establece un principio muy simple pero fundamental, el cual es “tener a la mano los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesita” (Geinfor, s.f.). Este nuevo sistema ganó fama con la crisis del petróleo de 1973 cuando el gobierno de Japón fomentó la extensión y aplicación de este método a otras compañías del país; a partir de ese instante las empresas japonesas comenzaron a tener una ventaja competitiva con occidente (Ingeniería de calidad, s.f.).

El *Lean Manufacturing* (LM) y el *Just in Time* (JIT) están estrechamente relacionados, pero no son idénticos. Mientras que el JIT se enfoca en la gestión eficiente de inventarios y la producción, asegurando la disponibilidad oportuna de materiales, el LM abarca un conjunto más amplio de principios, que incluyen la optimización de procesos, la mejora continua y la participación de los empleados, siendo aplicable a diversos tipos de empresas más allá de la fabricación.

2.1.2 Definición y objetivos de la filosofía Lean

Definición

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión enfocada en mejorar y optimizar sistemas de producción al enfocarse en identificar y eliminar los "desperdicios". Estos se entienden como procesos o actividades que consumen más recursos de los necesarios en la fabricación. Entre los tipos de desperdicios se encuentran la sobreproducción, los tiempos de espera, el transporte, el procesamiento excesivo, el inventario, y los movimientos innecesarios, entre otros (Matías & Idoipe, 2013).

Además, no se puede definir de manera rígida ni es una filosofía que impone un cambio radical en todos los procesos existentes. En lugar de eso, se trata de una combinación de varios elementos, técnicas y prácticas que surgen de un análisis exhaustivo realizado en el propio entorno de producción. Esta metodología cuenta con el respaldo y compromiso de la dirección, que entiende la importancia de su aplicación. Además, el pensamiento Lean se encuentra en constante evolución, ya que se aprende y se adapta en función de la experiencia acumulada en la implementación de sus distintas herramientas, ajustándose a las particularidades de diversos contextos industriales e incluso en el sector de servicios (Matías & Idoipe, 2013).

Es por eso que podemos decir que: *“La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas”* (Matías & Idoipe, 2013).

Objetivos

La filosofía *Lean* tiene los siguientes objetivos:

1. Generar una nueva cultura de mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo.
2. Identificar el valor único y distintivo de la empresa en relación con su competencia.
3. Evaluar un ciclo completo de un producto o servicio y las etapas que contiene: procesos, materiales, características, etc., con la finalidad de conseguir eliminar desperdicios, evaluar oportunidades y que el trabajo se optimice.

4. Controlar la creación del flujo de valor, es decir verificar que todo vaya de acuerdo con lo planeado por encargo y en función de la demanda (Aula 21, s.f.).

2.1.3 Herramientas del Lean Manufacturing

Value Stream Mapping

El *Value Stream Mapping* es una herramienta para métodos de manufactura eficiente que permite el control visual del flujo de trabajo, Por lo tanto, se puede ver el estado actual del proceso productivo, definir el proceso esperado y mostrar posibles oportunidades de mejora. Además, con la ayuda del control visual se pueden observar actividades y situaciones que no agregan valor al proceso productivo.

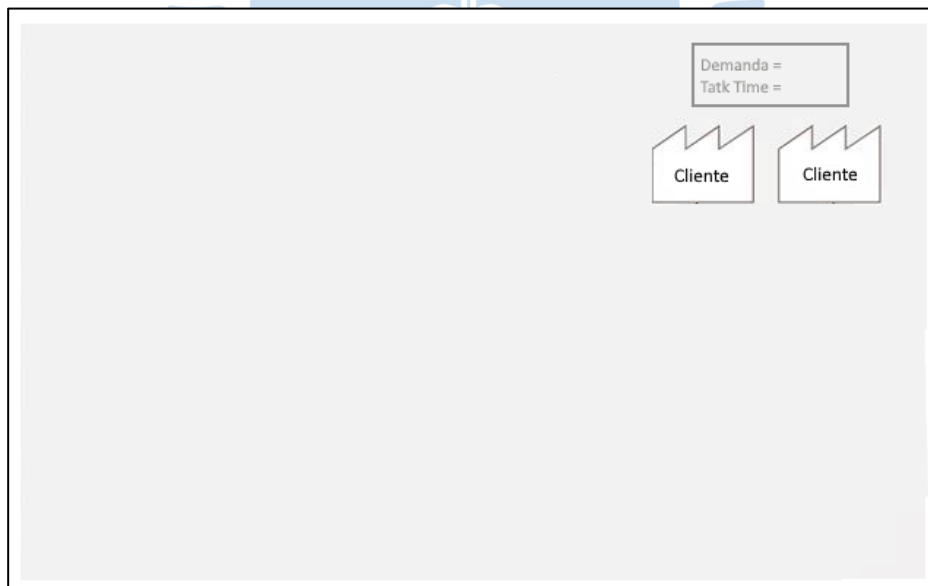
El proceso es el siguiente:

- Definir la demanda de los clientes

Se define la demanda del cliente por un periodo de tiempo concreto. Como se puede apreciar en la Figura 1 se comenzará a dibujar el VSM teniendo como punto de partida el cliente y su demanda.

Figura 1

Demanda cliente



Nota. Tomada de Carlos Marte (2020).

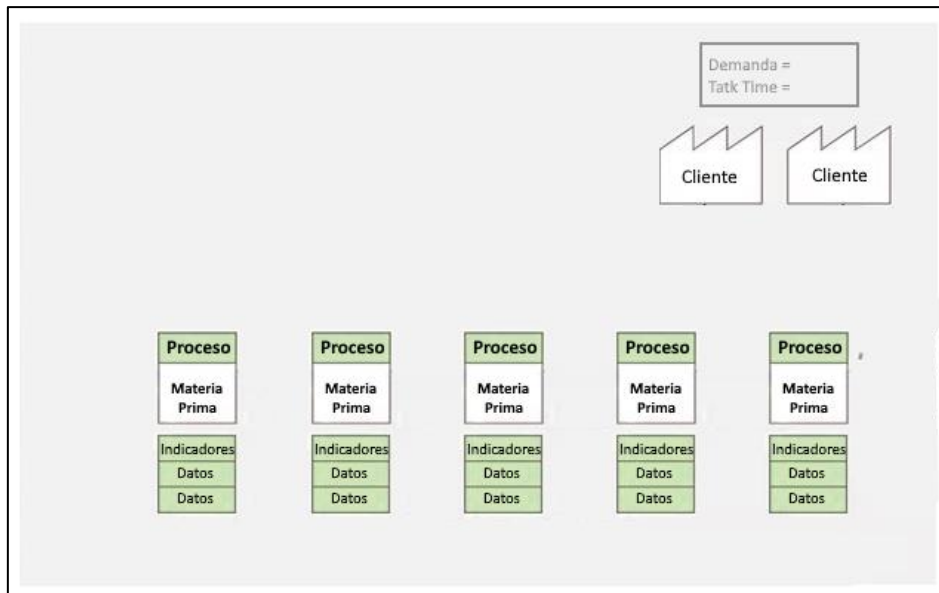
- Añadir los procesos

Como paso siguiente del VSM se añaden los distintos procesos (ver Figura 2) presentes en la cadena de fabricación. Teniendo en cuenta que tanto el stock como el almacenaje de las piezas o semiproductos se dibujarán posteriormente después de los procesos. Hay que tener en cuenta que los procesos serán dibujados de izquierda a derecha siguiendo el orden de la

producción añadiendo los datos o indicadores como por ejemplo el tiempo de ciclo, número de unidades, turno, tiempo de cambio, etc.

Figura 2

Procesos de la cadena de fabricación



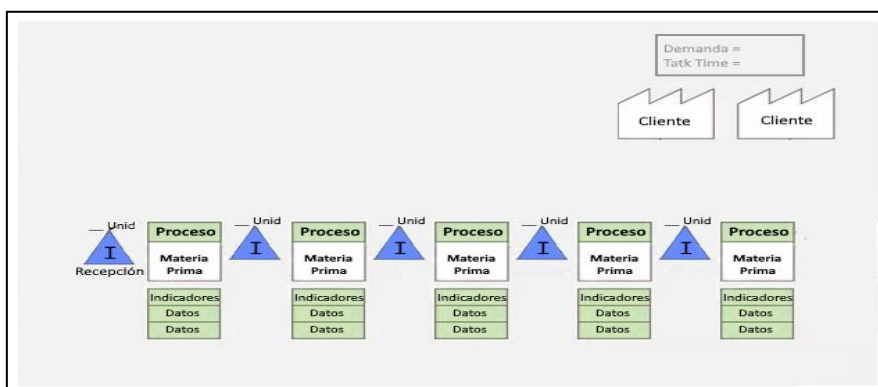
Nota. Tomada de Carlos Marte (2020).

- Añadir los inventarios

Estos son los productos, materias primas y subproductos que se van acumulando al finalizar cada proceso. Se representan mediante un triángulo y deben incluir la cantidad exacta de unidades correspondientes. Es importante señalar que solo se tomarán en cuenta las materias primas más relevantes para cada. Este paso tres se puede apreciar en la Figura 3 que se muestra a continuación.

Figura 3

Productos, materias primas y subproductos



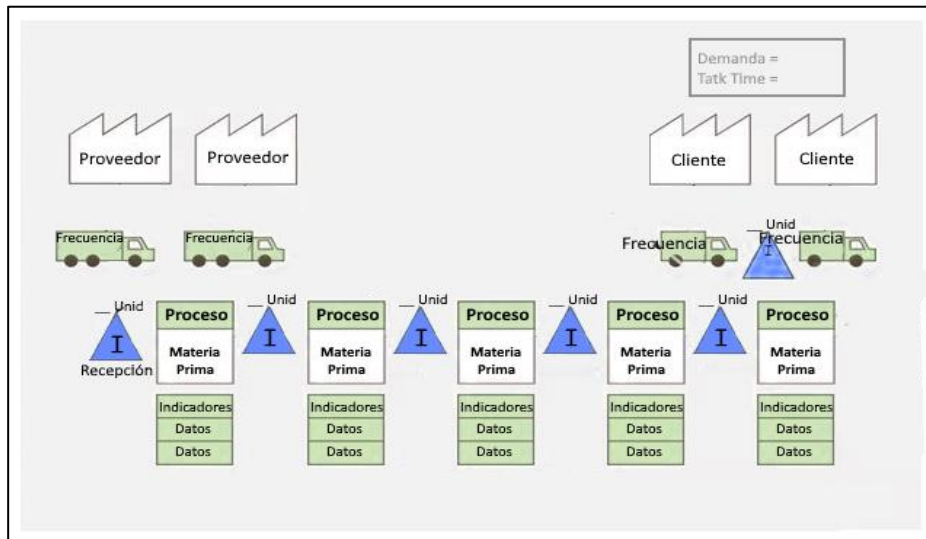
Nota. Tomada de Carlos Marte (2020).

- Proveedores y frecuencias de entrega

Se agregan los proveedores y la frecuencia de entrega tanto de los proveedores como a los clientes, tal como se ve en la Figura 4.

Figura 4

Cientes, proveedores y frecuencias de entrega

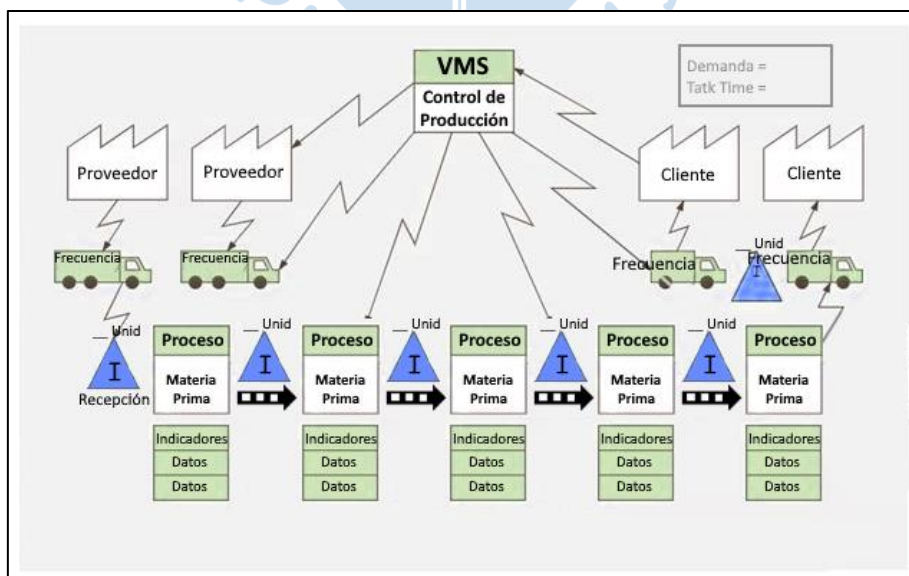


Nota. Tomada de Carlos Marte (2020).

- Añadir el flujo de información y de material

Figura 5

Flujo de información y de material



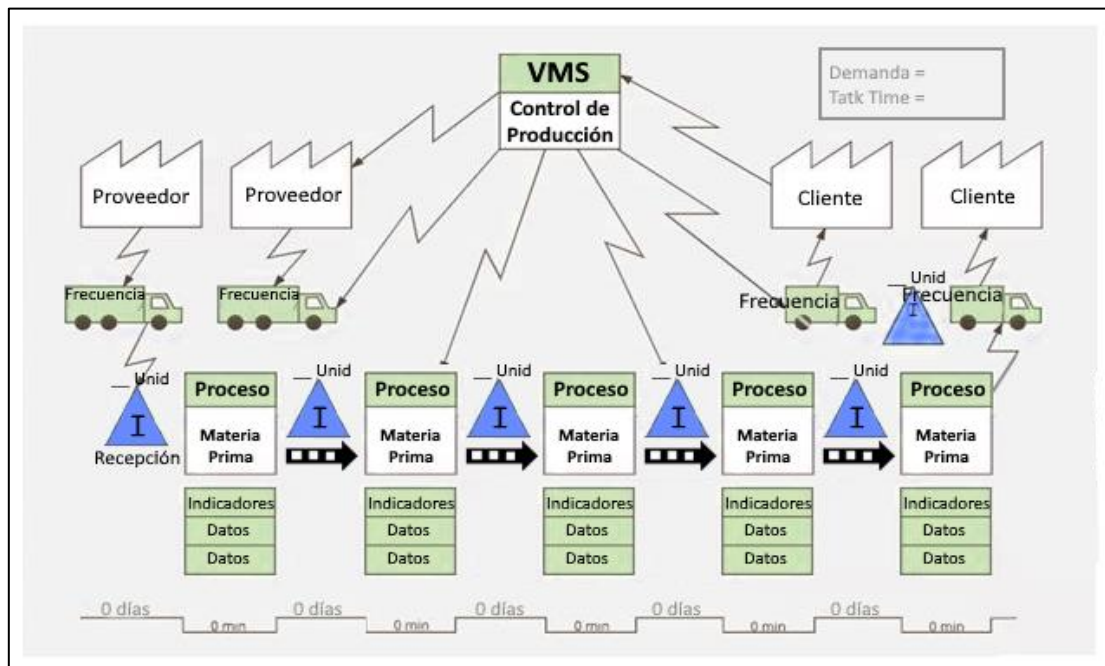
Nota. Tomada de Carlos Marte (2020).

- Incluir la línea de tiempo

El último paso consiste en la línea de tiempo que se muestra en la Figura 6 que permite calcular el tiempo de entrega, o el tiempo que lleva completar todo el proceso, desde que llega las mercancías, pasando por todos los procesos, hasta la entrega final al cliente.

Figura 6

Línea de tiempo para el lead time



Nota. Tomada de Carlos Marte (2020).

Single Minute Exchange of Die (SMED)

La *Single Minute Exchange of Die* o SMED como lo conocemos comúnmente según su abreviatura, es una herramienta de método de fabricación simple diseñada para reducir el tiempo de configuración de la máquina. De esta forma, la producción se puede realizar en pequeños lotes, reduciendo el inventario y acomodando cualquier imprevisto que pueda ocurrir durante el proceso. Por lo tanto, se deben seguir los siete pasos de SMED para reducir el tiempo de preparación de la máquina:

1. Preparación Previa:

En esta etapa se suele probar todo lo relacionado con el proceso de fabricación del producto o servicio. Una vez recopilada toda la información, se forma un equipo de profesionales que pueden recomendar cambios.

2. Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED:

En este paso, se iniciará una filmación detallada de todas las actividades que forman parte del proceso. La grabación comenzará cuando finalice la fabricación de la última pieza de un lote y concluirá al iniciar la fabricación de la primera pieza del siguiente lote. Las grabaciones permitirán registrar cada actividad involucrada en el proceso, junto con su duración específica. Esto permitirá calcular el tiempo de ciclo estándar del proceso.

3. Separar lo interno de lo externo:

En esta etapa, los integrantes del equipo analizan cada actividad realizada previamente con el fin de identificar aquellas que pueden considerarse externas. Las actividades externas son aquellas que pueden llevarse a cabo mientras la máquina sigue operando, lo que significa que su tiempo de ejecución no afecta al tiempo total del ciclo del proceso.

4. Organizar actividades externas:

En esta etapa, el equipo planifica las actividades externas para que coincidan con el funcionamiento de la máquina, asegurándose de realizarlas antes de que sean necesarias (por ejemplo, preparar las herramientas requeridas). Esto implica la creación de una lista de verificación para el taller SMED.

5. Convertir lo interno en externo:

Para cada actividad que se ha decidido transformar en externa, el equipo debe establecer un plan de acción específico que permita lograr dicha conversión. Esto implica detallar para cada actividad qué acciones se llevarán a cabo, quién será el responsable de ejecutarlas y el plazo en el que deben completarse.

6. Reducir los tiempos de actividades internas:

En esta etapa, el equipo debe proponer ideas de mejora orientadas a disminuir los tiempos de ejecución de las actividades internas. Cuando se ha definido una idea de mejora y todos están de acuerdo en su implementación, el equipo debe establecer un plan de acción que guíe los pasos necesarios.

7. Realizar el seguimiento:

Después de reducir los tiempos de las actividades internas mediante el método SMED, es esencial realizar un seguimiento continuo. Esto implica registrar las incidencias y los tiempos de cambio para analizar la evolución del proceso y realizar ajustes si es necesario, asegurando una eficiencia sostenida a lo largo del tiempo.

Celda de manufactura

Una celda de manufactura es un conjunto de operadores y equipos adecuadamente agrupados para agregar valor a la producción de uno o más elementos de una gama de productos, permitiendo su rápida adaptación a la producción de otro producto similar. Cabe señalar que las células de producción no son adecuadas para todos los procesos ni para todas

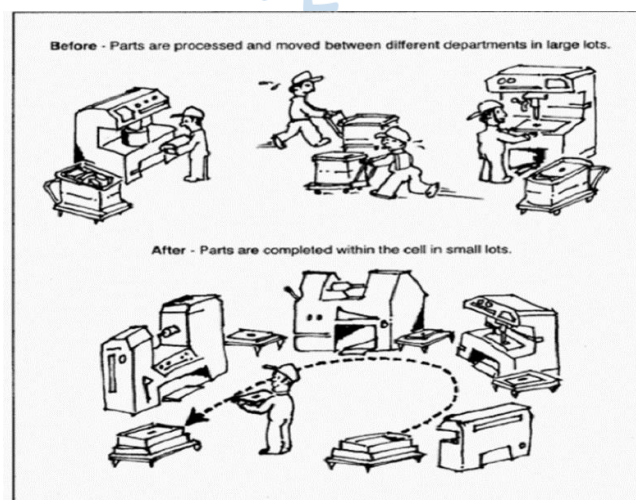
las industrias. Por ejemplo, en industrias con una gran cantidad de productos y en industrias manufactureras únicas (por ejemplo, industrias de procesamiento continuo como la fabricación de papel), este concepto no es aplicable porque no hay diversidad de productos.

Para hacer uso de esta herramienta hay que tener en cuenta conceptos fundamentales que tienen que estar presentes en el flujo de trabajo. Estos son:

- Operadores multifuncionales que sean capaces de manejar cualquier máquina con el mismo nivel de competencia que los operarios especializados en cada una de ellas (Roberto Minaya V., 2013).
- Máquinas de menor tamaño que operen con un bajo volumen de producción, organizadas en un diseño de planta que reduzca al mínimo el desplazamiento tanto del personal como de los productos en proceso (Roberto Minaya V., 2013).
- Un sistema de transporte y entrega de materiales que optimice la provisión de materia prima y la recolección de productos terminados (Roberto Minaya V., 2013).
- Un balance de línea eficiente que permite operar la misma línea con un solo operador en momentos de baja carga y, si es necesario, aumentar a 3 o 4 operadores de acuerdo con el Takt time (Roberto Minaya V., 2013).
- Procedimientos operativos estándar para cada operador, claramente definidos en cuanto a calidad y seguridad. Estas operaciones se ajustan dependiendo de si hay un solo operador en la celda o si hay dos o más trabajando simultáneamente (Roberto Minaya V., 2013).
- Organizar el proceso de producción por familias de productos (Roberto Minaya V., 2013).

Figura 7

Ordenamiento por familia de productos



Nota. Tomada de Roberto Minaya (2013).

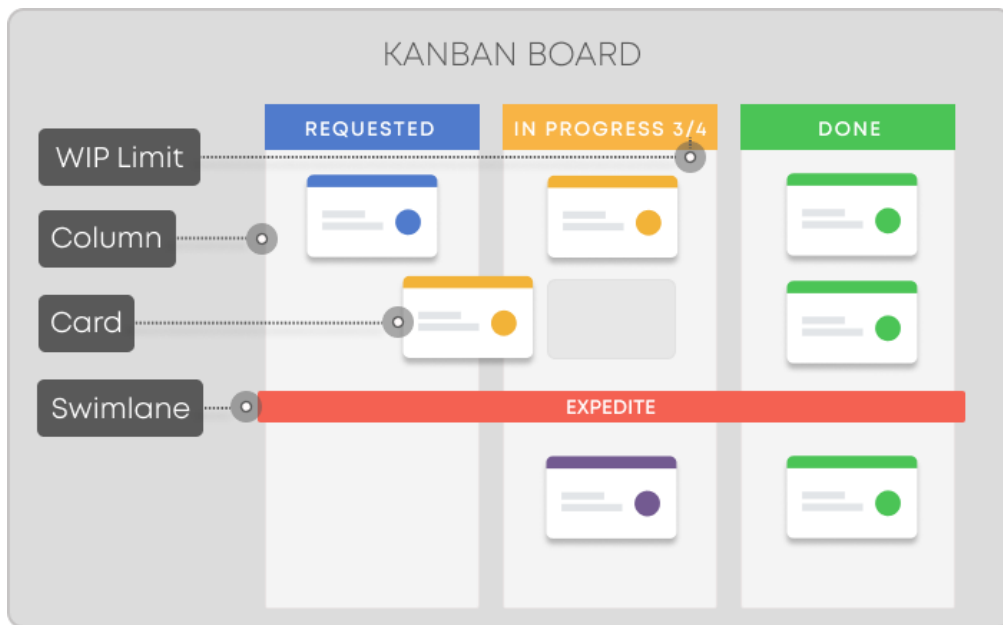
Sistema Kanban

El sistema o método Kanban permite una mejor gestión del flujo de trabajo maximizando la eficiencia y la mejora continua. Es por eso que, para poder tener una mejor gestión del flujo, el trabajo se representa en tableros Kanban.

A continuación, se representa un ejemplo de tablero Kanban en la Figura 8.

Figura 8

Tablero kanban



Nota. Tomada de Kanbanize (s.f.).

La imagen muestra el diagrama de un tablero Kanban utilizada en la metodología Lean Manufacturing y en entornos de trabajo ágil, como el desarrollo de software. En él, las tareas se presentan como tarjetas que avanzan de izquierda a derecha a través de columnas que representan distintas etapas del proceso, como "Solicitado", "En progreso" y "Hecho", proporcionando una visión clara y transparente del flujo de trabajo y proyectos.

Cuando se pretende implantar el método Kanban, toda la organización debe tener cuidado con los pasos a dar en la práctica de este por lo que deben estar presentes seis prácticas básicas:

- Visualizar el flujo de trabajo.
- Restringir el trabajo en curso.
- Administrar el flujo de trabajo.
- Definir claramente las políticas de los procesos.
- Implementar bucles de retroalimentación.

- Fomentar la mejora colaborativa.

Heijunka

Heijunka es un enfoque dentro de la metodología Lean diseñada para minimizar las desigualdades en los procesos de producción y reducir el riesgo de sobrecarga de trabajo. Al implementar este método, las empresas pueden adaptarse mejor a las fluctuaciones en la demanda, lo que les permite utilizar su capacidad de manera más eficiente y efectiva (Businessmap, 2020).

Al optar por Heijunka, es posible abandonar la práctica de producir en lotes para almacenamiento y en su lugar, comenzar a fabricar según los pedidos reales de los clientes. Esta estrategia permite disminuir los costos asociados al inventario, ya que, en situaciones de bajo volumen de pedidos, se mantiene una menor cantidad de productos en stock, lo que evita tener mercancía sin vender. Por lo tanto, el proceso y el equipo estarán protegidos de una sobrecarga al existir un aumento de demanda ya que estarás produciendo de acuerdo con tu *takt time*, es decir, tu tasa de venta promedio (Businessmap, 2020).

El método tiene dos formas de nivelar la producción:

- Nivelación por volumen

Al establecer un flujo de trabajo continuo, se debe detener el proceso del trabajo en lotes para producir solo lo que se ha pedido y mantener los costos de inventario bajos (Businessmap, 2020).

En su esencia, Lean propone que se debe comenzar un nuevo trabajo solo al recibir un pedido. No obstante, esta práctica puede no ser viable para empresas que experimentan un flujo constante de nuevos pedidos y que necesitan ajustar su proceso de trabajo para cumplir con la demanda. Heijunka ofrece la posibilidad de equilibrar la producción de acuerdo con el volumen promedio de pedidos que se reciben, lo que permite una respuesta más eficiente a las variaciones en la demanda.

- Nivelación por tipo

Heijunka es igualmente útil cuando se trata de gestionar una variedad de productos. Este enfoque permite equilibrar la producción según la demanda promedio de cada producto en la cartera, organizando el trabajo de manera que se ajuste a esa demanda. El principio fundamental sigue siendo el mismo: se producen suficientes unidades de cada tipo para satisfacer las necesidades promedio de los clientes.

Las 5s

La herramienta de las 5S es un concepto que se originó en la década de los 50 en Japón dentro de Toyota como parte del sistema de producción conocido como Lean Manufacturing enfocada en la calidad y productividad de la organización.

Las “5S” son las iniciales de cinco palabras japonesas que componen las 5 fases del método:

- *SEIRI* – CLASIFICACIÓN. En esta etapa se separa lo innecesario de lo necesario libreando de esta manera espacio en el lugar de trabajo para facilitar la identificación de los materiales en una tarea.
- *SEITON* – ORDEN. Se trata de colocar los materiales y herramientas esenciales de manera sistemática para facilitar su ubicación de una manera fácil y rápida, contribuyendo así en una reducción en el tiempo y riesgos
- *SEISO* – LIMPIEZA. Basada en fomentar la limpieza y mantener un espacio de trabajo agradable y seguro, además que ayuda a identificar problemas o defectos en los equipos e instalaciones.
- *SEIKETSU* – ESTANDARIZACIÓN. El objetivo es establecer procedimientos estandarizados y normas que permita que las 3S anteriores se mantenga de manera consistente garantizando la continuidad del método.
- *SHITSUKE* – DISCIPLINA. Consiste en fomentar la autorresponsabilidad y disciplina para que se repitan de una manera constante las 4S anteriores y de esta forma generar una mejora continua dentro de una organización.

Mientras las tres primeras fases son operativas y orientadas al entorno físico, las dos últimas están orientadas a las personas. La cuarta tiende a mantener el estado alcanzado en las anteriores, y la quinta permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo.

La mejora continua se basa en el trabajo en equipo dado que la implementación del método es tarea de todos, de esta manera todos los involucrados son partícipes del proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo.

La aplicación de la metodología de las 5S dentro de una empresa tiene muchos beneficios tanto personal como organizacional, estas son:

- Mejores condiciones de trabajo, aumentando los niveles de seguridad y disminuyendo los accidentes.
- Mayor productividad.
- Reducción en los tiempos de respuesta más cortos.
- Mejora en la calidad de productos y/o servicios.
- Bajo nivel de inversión para lograr su implementación.
- Genera cultura organizacional y disciplina personal.
- Genera mayor compromiso, responsabilidad, cooperación y trabajo en equipo.

- Mejora la imagen ante nuestros clientes.
- Acerca a la organización a implementar gestión de calidad total.
- Mejora en el ambiente del trabajador, aumentando su crecimiento.
- Transforma físicamente el entorno del puesto de trabajo, aumentando el orden y el espacio.

Las 5S son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, ya sea industrial o de servicios incluso en aquellas que aparentemente se encuentran limpias y ordenadas, así como en aquellas que deseen iniciar el camino de la mejora continua.

Just in time

El método *Just in Time* (JIT), también denominado sistema "Justo a Tiempo", es una metodología originalmente creada por Kiichiro Toyoda para la organización de la producción cuyo objetivo es el de contar únicamente con la cantidad necesaria de producto, en el momento y lugar justo (AR Racking, 2023).

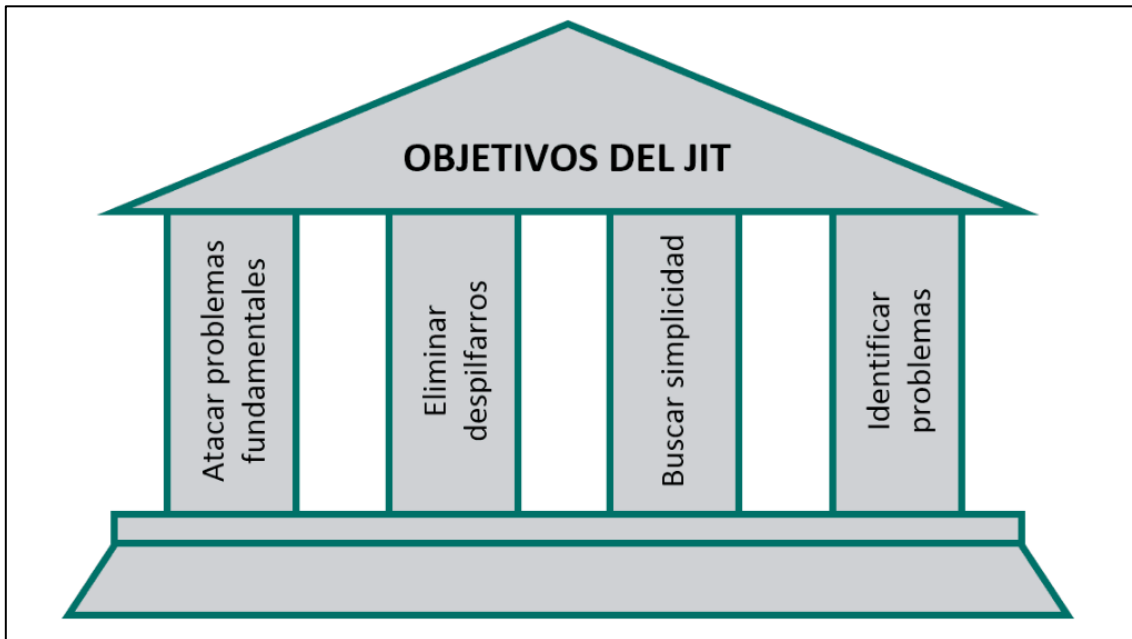
JIT es una herramienta fundamental dentro del sistema de producción *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* se basa en la filosofía de eliminar el desperdicio ("muda") en todo el proceso de producción para crear valor para el cliente. JIT ayuda a lograr esto al minimizar el inventario, mejorar el flujo de trabajo y reducir los tiempos de espera (Elias Quispe, 2020).

Esta metodología implica la eliminación de desperdicios en todo el proceso de producción, incluyendo la eliminación de tiempos de espera, la optimización del flujo de trabajo, la reducción de defectos y la eliminación de procesos innecesarios. Esto se logra a través de una estrecha colaboración entre los proveedores y los clientes, con el fin de coordinar la entrega de materiales y productos terminados en el momento adecuado.

El JIT también implica la implementación de un sistema de producción "pull", en el que la producción se inicia solo cuando se recibe una orden del cliente. Esto ayuda a asegurar que la producción se ajuste precisamente a la demanda del mercado, reduciendo así el riesgo de inventario excesivo.

Para la implementación del JIT se requiere una estrecha colaboración y comunicación entre los proveedores, los clientes y los departamentos internos de la empresa. También requiere una atención cuidadosa a la calidad del producto y la capacidad de respuesta del proceso de producción. Por ende, el JIT según se representa en la Figura 9 cuenta con cuatro pilares para poder llegar a sus objetivos.

Figura 9

Objetivos del JIT

Nota. Tomada del Instituto de Productividad Empresarial Aplicada (s.f.)

- Atacar los problemas fundamentales.
- Eliminar despilfarros, de esta forma se evita usar de manera innecesaria productos o materia prima.
- Buscar simplicidad, de esta manera se busca el método más simple y eficiente.
- Elaborar un sistema para reconocer problemas, ya que al identificar estos problemas seremos capaces de implementar medidas y dar soluciones más rápidas.

Jidoka

Uno de los pilares del sistema de producción Toyota es el *Jidoka* y se originó a principio del año 1900 cuando Sakichi Toyoda inventó un telar textil que se detenía automáticamente cuando algún hilo se rompía.

El concepto de *Jidoka* puede ser llamado como automatización con un toque humano que nos permite eliminar la causa raíz de los defectos generando así calidad y mejoras en los procesos.

Este concepto es muy importante y se puede desglosar en cuatro pasos:

1. Detectar el problema
2. Parada
3. Corregir el problema

4. Investigar y corregir la causa raíz

Además de mejorar la calidad y eficiencia, es también usada para la mejora en la seguridad del lugar de trabajo permitiendo así disminuir el riesgo causados por equipos o maquinarias defectuosas.

Teniendo en cuenta que el *Jidoka* engloba conceptos como el *Andon* y el *Poka-Yoke*, muchas veces estos serán parte del proceso de mejora. Esto se puede observar en la Figura 10.

Figura 10

Jidoka



Nota. Tomada de Ingrid Pastor (s.f.)

Andon

Esta definición se origina en Japón por los años 70, en su cultura esta palabra significa “señal” o “linterna” que describe de forma general su funcionamiento.

El Andon es una alerta visual que destaca el lugar en donde se requiere actuar. Esta herramienta se usa junto con el *Jidoka*, el cual resalta un problema cuando se presenta y así poder implementar inmediatamente medidas de prevención.

El Andon acciona en la mayoría de los casos un botón que hace que la producción pare y de esta manera puedan tomar datos y así encontrar el origen de la causa, para de esta manera proponer rápidamente una solución (Geinfor, s.f.).

Poka-yoke

Es una herramienta originaria de Japón cuyo significado es “a prueba de errores”. La finalidad del *POKA YOKE* es la de elaborar procesos sin equivocaciones de procedencia humana o de máquinas, este sistema puede ser de gran ayuda en la minimizar los problemas y/o errores en la línea de producción.

Dentro de las operaciones que se llevan a cabo en la elaboración del producto final existen tareas de ensamble y otras operaciones propensas a errores, por eso los *Poka Yoke* ayudan a minimizar los errores con medidas no tan complejas y económicas.

El sistema *Poka Yoke* tiene funciones de control y advertencia diseñados para evitar errores o para alertar sobre ellos.

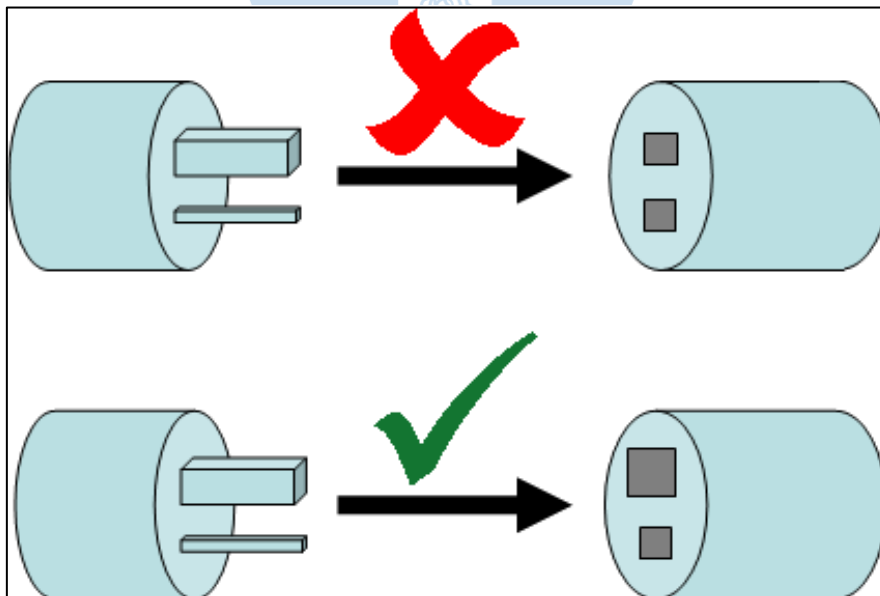
Función de control: es un diseño para prevenir que el error suceda mediante la implementación de colores o formas que distinga cada uno de los procesos.

Función de advertencia: en este caso se acepta el hecho que pueda llegar a producirse un error, pero se diseña un instrumento que haga frente a ello dando la advertencia al operador de que se debe de corregir.

A muestra de ejemplo podemos apreciar en la Figura 11 una de las funciones que utiliza el sistema de *Poka Yoke*.

Figura 11

Ejemplo de Poka Yoke



Nota. Tomado de Rodrigo González González y Jorge Jimeno Bernal (2012)

Ventaja del *Poka Yoke*

- Se reduce el riesgo de incurrir en errores en las tareas de ensambles realizadas.

- Ahorra tiempos de operación ya que así los operarios no dedican esfuerzo en comprobar si su labor está bien realizada.
- Incrementa la calidad del producto final, actuando sobre las fallas en vez de tener que realizar reparaciones posteriores.

TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) no se limita al mantenimiento preventivo, sino que lo integra con otras estrategias para lograr la máxima eficiencia y confiabilidad de los equipos en una planta de producción. “En 1951 Seiichi Nakajima introdujo el Mantenimiento Productivo (PM) en Japón y continuó por más de 60 años desarrollando el tema, que a partir del 1971 se transformó en el enfoque y la práctica del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en Nippondenso, un proveedor mayor de Toyota” (Sexto, 2017, pág. 1).

Pilares del TPM:

El TPM se basa en ocho pilares fundamentales que trabajan en conjunto para alcanzar la excelencia en el mantenimiento:

1. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo riguroso y sistemático para prevenir fallas y extender la vida útil de los equipos.
2. Monitoreo continuo de la condición de los equipos para detectar y corregir problemas potenciales antes de que provoquen fallas.
3. Análisis estadístico de datos de fallas para optimizar las estrategias de mantenimiento y mejorar la confiabilidad a largo plazo.
4. Implementación de actividades de mejora continua para eliminar las pérdidas y optimizar los procesos de mantenimiento.
5. Capacitación a los operadores para que realicen tareas básicas de mantenimiento y participen activamente en la identificación y resolución de problemas.
6. Implementación de prácticas para prevenir defectos y garantizar la calidad de los productos.
7. Recopilación, análisis y uso efectivo de datos para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento.
8. Integración de prácticas seguras y sostenibles en todas las actividades de mantenimiento.

El TPM destaca por la participación activa de los operarios en las actividades de mantenimiento. A través de grupos de mejora, los operarios analizan sus equipos, proponen medidas para aumentar su confiabilidad, reducen los tiempos de parada por mantenimiento preventivo y aumentan la efectividad global tanto del equipo como de toda la fábrica (Marín-García & Mateo-Martínez, 2013).

Capítulo 3

Descripción y situación actual de Aqua Mia EIRL

En este capítulo, denominado descripción y situación actual de Aqua Mia EIRL se engloban temas referentes a información actual de los procesos productivos de la empresa.

Así mismo, se explicará la distribución interna de la empresa, problemas que acarrear en la actualidad, Manual de Organización y Funciones (MOF), distribución de planta, maquinaria y equipo, demanda y producción.

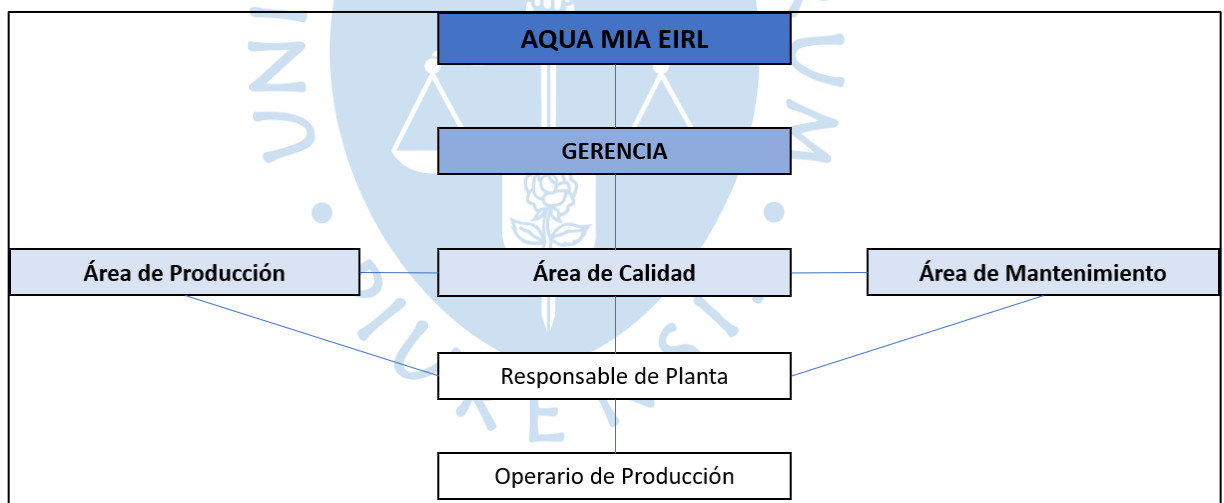
3.1 Descripción de Aqua Mia EIRL

La empresa Aqua Mia EIRL es una pequeña empresa que lleva en el mercado 3 años de funcionamiento y que se dedica a la venta de bidones de agua de mesa de 20 Litros como producto base y así como también a la producción de botellas de agua de 650 ml, a partir de este año.

3.1.1 Organigrama

Figura 12

Organigrama de la empresa AQUA MIA EIRL



3.1.2 MOF

A través del Modelo de Organización Funcional (MOF), se detallará la estructura organizativa de la empresa, estableciendo las funciones clave, las responsabilidades y los requisitos asociados a cada puesto de trabajo de los integrantes de la organización.

MOF del Gerente General

En la Tabla 1 se detalla el MOF del Gerente General de la planta

Tabla 1*MOF del Gerente General*

Puesto	Gerente General
Unidad orgánica: Gerencia	
Detalle del puesto	La persona responsable de dirigir y representar legalmente a la empresa.
Funciones principales y responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Velar porque se cumpla la misión, visión y objetivos estratégicos de la empresa a corto y largo plazo. • Planificar, organizar, controlar y dirigir las actividades y el trabajo de toda la empresa. • Controlar y supervisar todas las áreas de la empresa. • Asegurar la supervivencia de la empresa. • Gestiona los costos y la contabilidad de la empresa.
Requisitos	<p>Grado académico: Ingeniero/Administrador de empresas/Economista.</p> <p>Experiencia: Tener como mínimo 2 años de experiencia en cargos similares.</p> <p>Conocimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inglés avanzado • Microsoft Office avanzado • MS Project avanzado • Software de gestión de procesos <p>Competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo • Trabajo en equipo • Comunicación asertiva • Capacidad para análisis • Responsabilidad • Negociación • Toma de decisiones • Resolución de problemas • Empatía.
Depende jerárquicamente de	Nadie.
Supervisa a	Jefe de Producción

Nota. Adaptada de Calle, Sandoval, Castillo, Córdova, & Larrain (2020).

MOF del jefe de Producción

En la Tabla 2 se detalla el MOF del jefe de Producción de la planta.

Tabla 2

MOF del jefe de Producción

Puesto	Responsable de Planta
Detalle del puesto	La persona responsable de planificar, gestionar y supervisar las actividades y procesos vinculados a la producción de botellas y bidones de agua de mesa.
Funciones principales y responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar la línea de producción a lo largo de todo el proceso. • Identificar cualquier falla que pueda surgir durante la producción. • Asegurar la calidad del producto final. • Gestionar los almacenes. • Administrar la logística de la planta distribuidora de agua. • Supervisar la calidad en los procesos y en el producto final. • Registrar las deficiencias de calidad tanto en el proceso como en el producto. • Gestionar las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los activos de la empresa. • Establecer normas y procedimientos de control para asegurar el correcto funcionamiento de los activos de la empresa. • Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo establecidas por la empresa. • Administrar la renovación de los activos.
Requisitos	<p>Grado académico: Ingeniero Industrial.</p> <p>Experiencia laboral: Tener como mínimo 2 años de experiencia en cargos similares.</p> <p>Conocimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inglés intermedio • Microsoft Office intermedio <p>Competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo • Proactividad • Trabajo en equipo

Puesto	Responsable de Planta
	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de decisiones • Ética
Depende jerárquicamente de	Gerencia General
Supervisa a	Operaciones de Producción

Nota. Adaptada de Calle, Sandoval, Castillo, Córdova, & Larrain (2020).

MOF de los operarios de planta

En la Tabla 3 se detalla el MOF de los operarios de la planta.

Tabla 3

MOF de los operarios de la planta

Puesto	Operarios de la planta
Detalle del puesto	Personas encargadas de la elaboración de los bidones de agua de mesa y botellas bajo la supervisión del jefe de producción.
Funciones principales y responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Operar los procesos de lavado, desinfección, embotellado, llenado, sellado, etiquetado y traslado de producto final al carro distribuidor. • Mantener comunicación directa con jefatura de producción.
Requisitos	<p>Grado académico: Estudios técnicos o secundarios completos.</p> <p>Experiencia laboral: Experiencia en puestos similares como mínimo 6 meses.</p> <p>Competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Ética • Responsabilidad • Proactividad • Actitud abierta
Depende jerárquicamente de	Jefatura de producción
Supervisa a	Ninguno

Nota. Adaptada de Calle, Sandoval, Castillo, Córdova, & Larrain (2020).

3.2 Productos y demanda

Los productos de la empresa AQUA MIA EIRL son:

Bidones PET de 20 L de agua de mesa

Son envases retornables y reutilizable para el envasado de agua potable de mesa, mineral y/o purificada. Fabricados en PET.

Gracias al material por el cual están elaborados permiten desinfectar en las líneas de lavado, soportando temperaturas menores a los 60°C sin degradarse ni deformarse.

La demanda como toda empresa de agua de mesa tiene 2 temporadas muy marcadas. La primera temporada que concierte a la temporada de verano donde el consumo aumenta, siendo la demanda mensual promedia de 1224 bidones en los picos más altos. La segunda temporada corresponde a la temporada de invierno, donde las ventas no son tan elevadas por lo que la demanda mensual en dicha temporada alcanza los 960 bidones en promedio.

Figura 13

Bidón de 20 litros



Botellas de 650 ml

Son envases retornables y reutilizable para el envasado de agua potable de mesa, mineral y/o purificada. Fabricados en PET.

La demanda como toda empresa de agua de mesa tiene 2 temporadas muy marcadas. La primera temporada que concierte a la temporada de verano donde el consumo aumenta, siendo la demanda mensual promedio de 576 botellas de 650 ml. La segunda temporada corresponde a la temporada de invierno, donde las ventas no son tan elevadas por lo que la demanda mensual promedio de dicha temporada alcanza las 288 botellas de 650 ml.

3.3 Recursos de Aqua Mia EIRL

En este apartado se pasará a describir la maquinaria y equipos, así como los materiales necesarios para llevar a cabo el proceso de producción de los productos de la empresa.

3.3.1 Maquinaria y Equipos

Bomba Inoxidable

Figura 14

Bomba Inoxidable



Nota. Tomado de saamiseq(2024)

Tabla 4

Especificaciones técnicas de la bomba Inoxidable

Marca	PENTAX
Modelo:	Jet Inox 100
Potencia:	1.0 HP
Voltaje:	220 V
Fase:	Monofásica

Hidroneumático

Figura 15

Hidroneumático



Nota. Tomado de conselva (2024)

Tabla 5

Especificaciones técnicas del hidroneumático

Marca	PENTAX	
Potencia:	1.0 HP	
Voltaje:	220 V	
Fase:	Monofásica	
Modelo:	Maxivarem Vertical	
Capacidad	100	L/hora.

Filtro multimedia automático

Figura 16

Filtro Multimedia Automático



Nota. Tomado de megaozono(2024)

Tabla 6

Especificaciones técnicas del filtro multimedia automático

Marca	OZONOMATIC
Modelo:	FM-1.0
Cantidad:	1 unidad
Capacidad:	28 litros/ hora
Controlador (Cabezal):	Performa LOGIX- (Retro lavado automático por tiempo)
Voltaje del Controlador:	220 V- Monofásico
Tanque:	Tanque Polyglass (fibra de vidrio reforzada)
Dimensiones:	Diámetro: 9 pulgadas Altura: 48 pulgadas

Marca	OZONOMATIC
Incluye:	Tobera superior e inferior y tubo central
Medios Filtrantes:	9.0 kg Arena de Cuarzo 0.5 mm 8.8 kg Arena de Cuarzo 1.0 mm 8.6 kg Antracita 1.0 mm 8.9 kg Garnet 1. Mm 5.0 kg Grava de Cuarzo 5.0 mm

Filtro Carbón Activado

Figura 17

Filtro Carbón Activado



Nota. Tomado de agualimpia (2024)

Tabla 7

Especificaciones técnicas del filtro carbón activado

Marca	OZONOMATIC
Modelo:	GAC-1.0
Cantidad:	1 unidad
Capacidad:	28 litros/ hora
Controlador (Cabezal):	Performa LOGIX- (Retro lavado automático por tiempo)
Voltaje del Controlador:	220 V- Monofásico
Tanque:	Tanque POLIGLASS (fibra de vidrio reforzada)
Dimensiones:	Diámetro: 9 pulgadas

Marca	OZONOMATIC
	Altura: 48 pulgadas
Incluye:	Tobera superior e inferior y tubo central
Medios Filtrantes:	1 pie ³ de carbón activado granular 4 kg de grava de cuarzo como soporte.

Sistema de Filtración para purificación del agua (Filtros de Sedimentos)

Figura 18

Sistema de Filtración para purificación del agua (Filtros de Sedimentos)



Nota. Tomado de Todo agua (2024))

Tabla 8

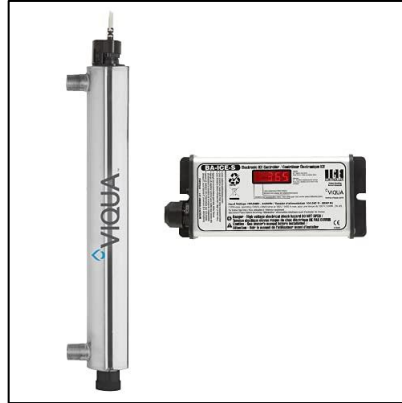
Especificaciones técnicas de los filtros de sedimentos

Marca:	HYDRONIX
Cantidad:	3 unidades
Capacidad:	28 litros/ hora
Portafiltro:	Blue Body/Black PR- ¾"
Dimensiones:	Diámetro: 4.5 pulgadas Altura: 20 pulgadas
Filtros Cartuchos:	01 Filtro Plisado de 5 micras 01 Filtro de Sedimentos de 5 micras 01 Filtro de Sedimentos de 1 micra
Material del Filtro:	Polipropileno

Sistema de Luz Ultravioleta

Figura 19

Sistema de Luz Ultravioleta



Nota. Tomado de Filtra shop (2024)

Tabla 9

Especificaciones técnicas del sistema de luz ultravioleta

Marca:	STERILIGHT- Silver
Modelo:	S5Q-PA
Cantidad:	01 unidad
Capacidad:	5.0 GPM (Galones por minuto)
Voltaje:	220 V- Monofásico

Equipo de Generador de Ozono

Figura 20

Equipo de Generador de Ozono



Nota. Tomado Mega ozono (2024)

Tabla 10*Especificaciones técnicas del Generador de Ozono*

Marca:	OZONOMATIC
Modelo:	OZA- 1200
Cantidad:	1 unidad
Producción:	1.2 g/h
Voltaje:	220 V- Monofásico
Incluye:	04 Venturi ½" 01 Check de Ozono ½"

Cañerías de llenado**Figura 21***Cañería de llenado***Tabla 11***Especificaciones técnicas de la cañería de llenado*

Marca:	PAVCO
Material:	PVC
Llave de paso:	4 unidad
Pulgada	2"

Tablero de Control

Figura 22

Tablero de Control



Nota. Tomado Wattco (2024)

Tabla 12

Especificaciones técnicas del tablero de control

Marca:	OZONOMATIC
Potencia:	1.5 HP
Cantidad:	1 unidad
Fase:	Monofásico
Voltaje:	220 V
Frecuencia:	60 Hz
Protección	IP65

3.3.2 Materiales

- Agua procesada

El agua procesada es la materia prima necesaria para que se pueda llevar a cabo todo el proceso productivo de la planta.

Para poder obtener dicha materia el primer paso a seguir es obtener el agua extraída del subsuelo a través de una bomba sumergible de 20 hp. Esta agua obtenida es colocada en 2 tanques de 2500 litros a través de una tubería de 2 mm. Paso siguiente se coloca 500 mililitros de cloro granulado disuelto en tanque 1 y 2.

Pasados 15 minutos de haber colocado el cloro granulado se da marcha al proceso de tratamiento del agua. Esta es distribuida por los filtros mencionados en el punto 3.3.1, maquinaria utilizada para tratamiento de agua.

- Precintos de seguridad

Son mecanismos físicos hechos por plástico ABS que ayudan a salvaguardar el contenido de los bidones de agua de mesa que son llevados para venta y consumo de los clientes.

- Desinfectante industrial

El desinfectante industrial es una herramienta esencial para asegurar la higiene y salubridad en la industria alimentaria. Su principal función es eliminar agentes patógenos, evitando así el crecimiento y la propagación de virus, bacterias y microorganismos que pueden ser perjudiciales para la salud.

- Bidones Pet de 20 litros

Son envases retornables y reutilizables fabricados en PET (Politereftalato de etileno) para el envasado de agua potable de mesa, mineral y/o purificada.

Gracias al material del cual están elaborados, se pueden lavar en las líneas de envasado, soportando temperaturas menores a los 60°C sin degradarse ni deformarse.

- Botellas de plástico de 650 ml

Son envases retornables y reutilizable para el envasado de agua potable de mesa, mineral y/o purificada. Fabricados en PET (Politereftalato de etileno).

3.4 Proceso productivo de bidones de agua de mesa de Aqua Mia EIRL

3.4.1 Descripción del proceso productivo

Los procesos de la empresa son estratégicos, operativos y de soporte.

Procesos estratégicos

- Gestión comercial

Proceso clave para la empresa que involucra el establecimiento de alianzas con proveedores de insumos y estrategias de marketing y ventas.

- Gestión de calidad

Para brindar un producto que satisfaga los requerimientos del cliente, la empresa controla mediante muestras continuas el cumplimiento de los estándares requeridos de manera que se garantice que el producto sea apto para el consumo.

- Gestión de recursos humanos

Involucra el reclutamiento, selección, capacitación y seguimiento de los colaboradores para el logro de objetivos, así como de la correcta gestión de los beneficios laborales correspondientes.

Procesos operativos

- Recepción de agua y clorado

El agua bruta utilizada por la planta embotelladora proviene de aguas subterráneas (pozo). La toma de agua se realiza en dos tanques de 2500 litros de capacidad. Se adiciona cloro en una cantidad de 250 gramos disueltos en 500 ml de agua.

- Lavado y desinfección

Tanto los envases retornables como no retornables atraviesan un proceso de lavado por normas sanitarias.

- Filtración

El proceso comienza con el bombeo de agua a través de cada uno de los filtros. El primer filtro, conocido como filtro multimedia, se encarga de eliminar los sólidos que todavía están suspendidos en el agua.

El segundo filtro es de carbón activado, y su función principal es eliminar el sabor a cloro que puede permanecer en el agua, así como cualquier otro tipo de olor. Además, este filtro retiene las partículas que pueden impartir color al agua, en caso de que estén presentes.

Por último, el filtro de ósmosis inversa se encarga de eliminar todas las sales restantes utilizando membranas equipadas con pulidores de intercambio catiónico. Este filtro es el más efectivo y seguro, ya que puede eliminar hasta el 99.5% de las sales disueltas en el agua, lo que resulta en un producto con un bajo contenido de sales.

- Purificación

Ablandamiento: Los equipos ablandadores de agua permiten eliminar las sales de calcio y magnesio presentes en el agua, este proceso se utiliza para reducir la dureza del agua en el proceso de purificación.

Luz ultravioleta y ozono: El agua filtrada pasa por un tratamiento de desinfección con ozono y luz ultravioleta para asegurar la destrucción total de microorganismos y asegurar que el agua esté apta para el consumo humano.

- Envasado

Este proceso consiste en el llenado, tapado y etiquetado de los bidones con agua purificada de mesa de manera manual.

Llenado: La planta cuenta con una tubería con tres válvulas y llaves por la cual circula el agua finalmente purificada con la que se procede a llenar tres bidones en simultáneo colocados previamente sobre una mesa.

Tapado: Sobre la mesa, a cada bidón lleno se le coloca la tapa utilizando una taponadora y alrededor la cinta de seguridad con ayuda de una máquina selladora.

Etiquetado: A los bidones sellados se les coloca las etiquetas con el respectivo logo y nombre de la empresa.

Las unidades de producto terminado se llevan desde el fin de la línea de producción hacia un espacio contiguo al área de envasado. Se contabiliza y controla el stock.

- **Compras**

Se gestiona la compra de insumos, materiales, equipos y envases (bidones).

- **Distribución**

La distribución se realiza de la planta a los puntos de venta y de los puntos de venta a los clientes. Cabe resaltar que toda la distribución es llevada a cabo por la empresa.

Procesos de soporte

- **Limpieza**

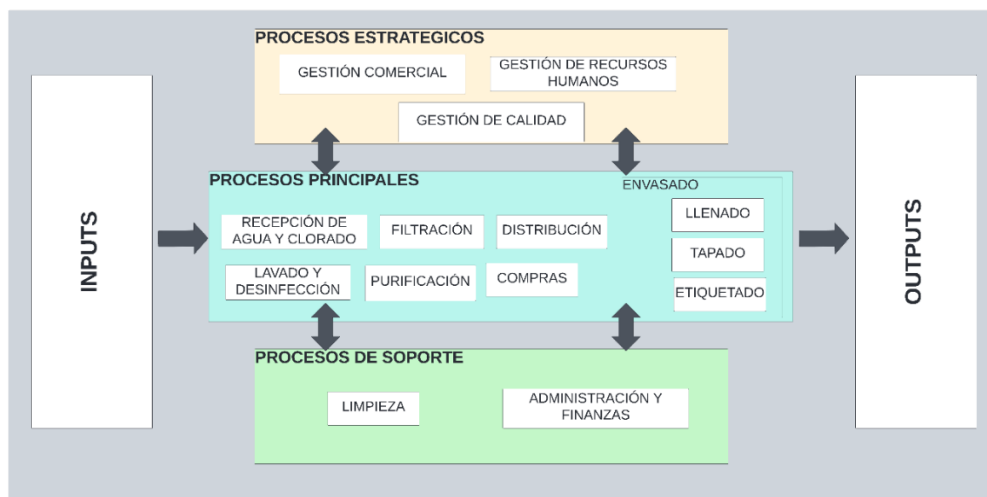
Se realizan dos tipos de limpieza: programada y ocasional con la finalidad de mantener un ambiente ordenado e higiénico, respetando así los estándares de calidad; además de favorecer la prevención de accidentes en planta.

- **Administración y finanzas**

Para la correcta obtención y distribución de los recursos de la empresa.

Figura 23

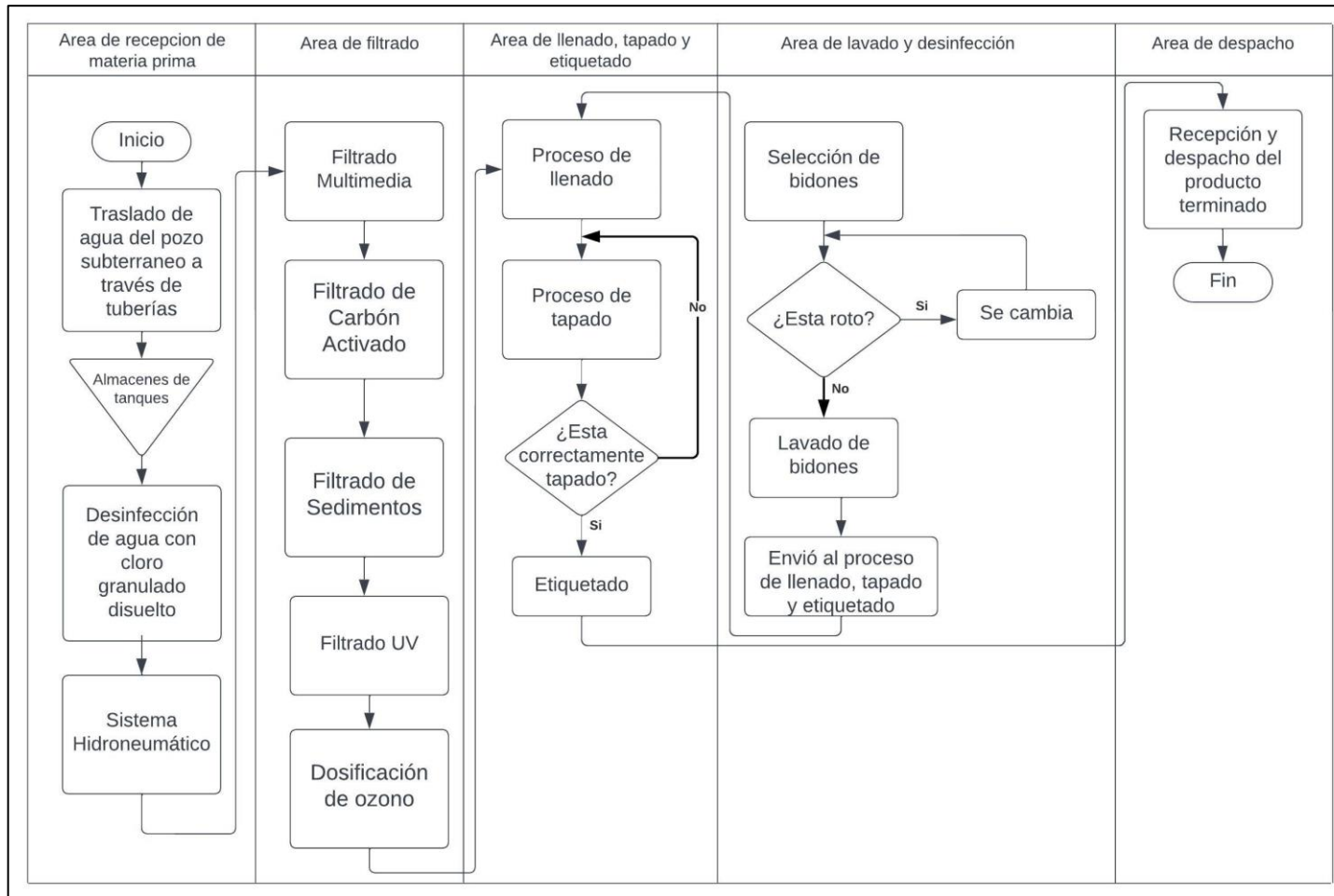
Mapa de procesos de AQUA MIA EIRL



3.4.2 Diagrama de Flujo del Proceso

Figura 24

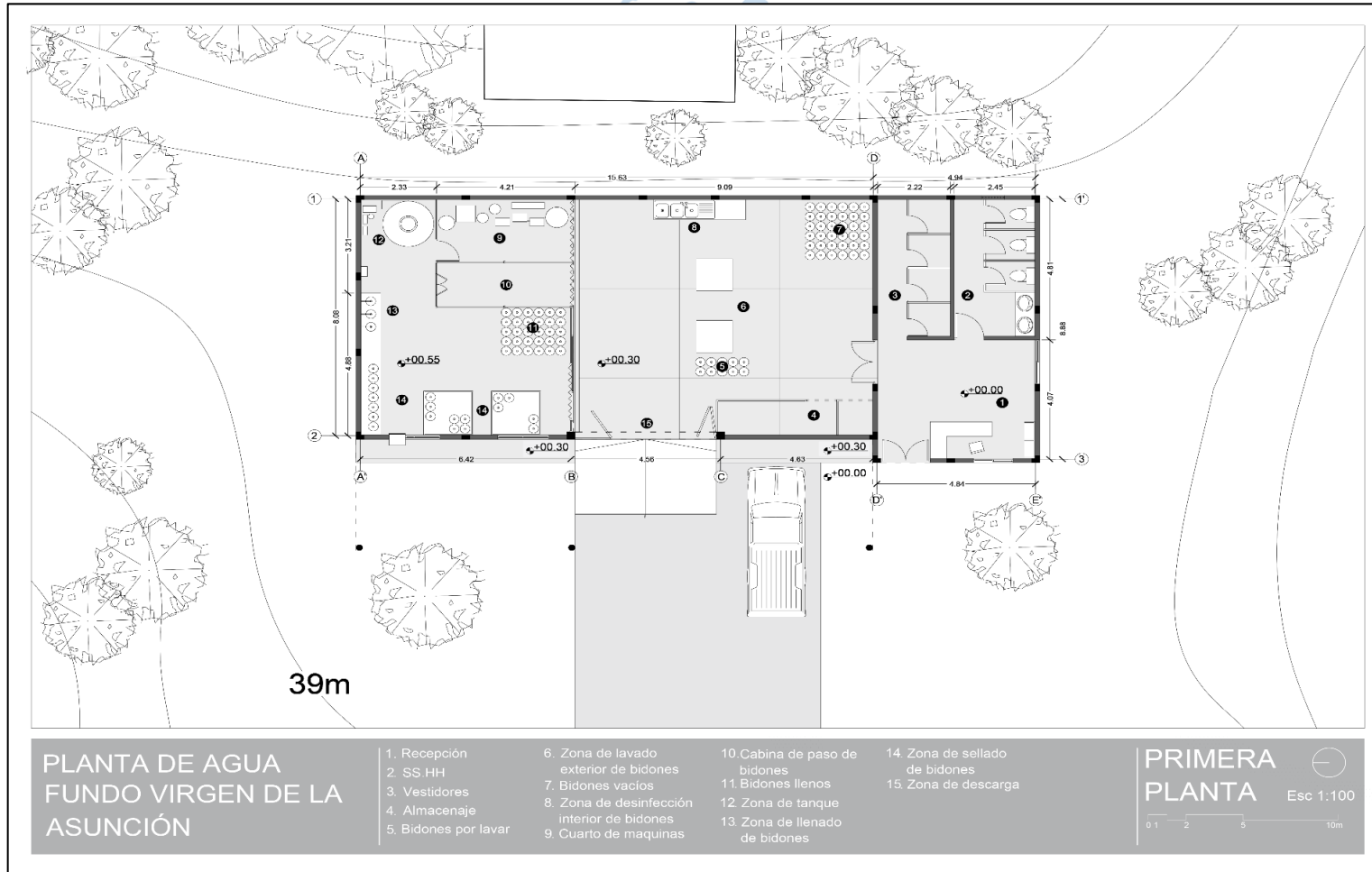
Diagrama de flujo del proceso



3.4.3 Plano de Planta procesadora de agua de Aqua Mia EIRL

Figura 25

Plano de Planta procesadora de agua de AQUA MIA EIRL



3.5 Diagnóstico de los problemas de la empresa

A continuación, se detalla los problemas encontrados en la empresa Aqua Mia EIRL durante la visita técnica.

3.5.1 Problemas encontrados

Se detallan los siguientes problemas:

- Gestión ineficiente de inventario debido al desorden en los almacenes por la falta de organización y planificación.
- Mala gestión del tiempo.
- Falta de concientización respecto a la limpieza.
- Poco conocimiento en seguridad.
- Falta de adecuado equipamiento y capacitación.
- Programación inadecuada de pedidos de clientes.
- Reclamos de los clientes por la demora en la atención de sus pedidos, ya que en algunos casos los pedidos han sido entregados hasta con 2 días de retraso. Esto se debe a la baja producción diaria que actualmente se tiene.
- Cuellos de botella en procesos internos, tanto en la producción como en la distribución de pedidos.

3.5.2 Propuestas de solución a los problemas

Para dar solución a los problemas encontrados, se hará uso de la metodología Lean Manufacturing, así como sus herramientas, que generan un cambio drástico en el proceso de producción de la empresa.

A continuación, en el Capítulo 4 se dará más detalle de las recomendaciones propuestas para ponerle fin a los problemas encontrados.

Capítulo 4

Implementación de las herramientas *Lean Manufacturing*

En este capítulo, abordaremos la implementación de tres herramientas destacadas de la metodología *Lean Manufacturing*, seleccionadas por su relevancia para abordar y resolver los desafíos específicos que enfrenta Aqua Mia EIRL.

Detallaremos cada uno de los problemas identificados dentro de la empresa y presentaremos la herramienta de *Lean Manufacturing* correspondiente que proporciona una solución eficaz para mejorar el proceso productivo y resolver los inconvenientes que afectan a la operatividad de la empresa

4.1 Aplicación de las 5S

Como se puede ver en la Figura 26 y Figura 27 son evidencias de la necesidad de aplicar las 5S como una herramienta dentro de la empresa. La Figura 26 muestra la ubicación de las bolsas de materia prima dentro del área de trabajo, en lugar de almacenarse dentro de su almacén correspondiente, esto hace que se reduzca el espacio del área de trabajo y se genere un desorden; por otra parte, la Figura 27 muestra sacos de yeso ubicados en un lugar donde inicialmente fue construido para almacenar los bidones usados que luego pasarán al lavado y desinfección.

Figura 26

Materia prima



Figura 27*Bolsas de sal mal ubicadas*

Una gestión eficaz de las materias primas y materiales es esencial para la eficiencia operativa de cualquier organización. En Aqua Mia EIRL, se ha identificado la falta de un sistema estructurado para el almacenamiento de estos elementos, lo que resulta en el uso ineficiente de los espacios disponibles y la generación de tiempos muertos durante la búsqueda de herramientas necesarias para la producción.

La capacitación del personal es un paso crucial antes de implementar cualquier nueva metodología. En este caso, la formación se centrará en transmitir la importancia y aplicación de las 5S en sus actividades diarias. Una vez que el personal comprenda y asimile los principios de las 5S, se iniciará la implementación, que consta de las siguientes fases:

- *SEIRI* - ORGANIZAR
- *SEITON* - ORDENAR
- *SEISO* - LIMPIAR
- *SEIKETSU* - ESTANDARIZAR
- *SHITSUKE* – MANTENER

***SEIRI* - ORGANIZAR**

En esta etapa, se inicia con la clasificación de los implementos y/o materiales ubicados dentro de cada zona del trabajo, estas serán clasificadas por etiquetas de colores, tal y como se muestra en la Figura 28, para identificar su uso.

- a. Implementos de uso constante en la zona de trabajo

Estos implementos serán identificados con una etiqueta de color verde y dentro de esta clasificación se encontrarán aquellos que son de uso constante en la zona de trabajo para que sean usados por el personal.

b. Implementos de uso menos constante en la zona de trabajo

Estos implementos serán identificados con una etiqueta de color amarillo y dentro de esta clasificación se encontrarán aquellos que son de uso menos constante en la zona de trabajo; es decir, no son necesarias para todo el proceso.

c. Implementos de trabajo que no son requeridos en la zona de trabajo

Esta clasificación se divide en dos tipos, los que son requeridos en otras zonas de trabajo, pero se encuentran ubicados en donde están actualmente y los que no son requeridos en la zona actual ni en ninguna otra zona. El primero en mención estará diferenciado por una etiqueta de color naranja para su posterior reubicación y la segunda tendrá una etiqueta de color rojo.

Figura 28

Etiqueta de colores – SEIRI

Fecha	_____
Area/Zona	_____
Comentarios	_____

VERDE	LUGAR CORRECTO, USO CONSTANTE
AMARILLO	LUGAR CORRECTO, USO NO CONSTANTE
NARANJA	LUGAR INCORRECTO
ROJO	INNECESARIO

Para iniciar con el etiquetado de cada zona de trabajo, se tendrá que completar un formato para identificar los implementos en cada puesto, por lo cual se responderán preguntas como: ¿es necesario en la zona?, ¿es necesario en otra zona?, ¿es de uso constante?, ¿está en el lugar correcto? Por medio de estas preguntas, se podrá diferenciar los implementos útiles para cada zona e identificar si están correctamente ubicados.

SEITON – ORDENAR

Después de la separación de los elementos innecesarios en las zonas de trabajo, se procederá con la identificación de aquellos implementos de uso permanente en la zona, los cuales estarán bajo la responsabilidad del personal que ejecuta esa labor. Las herramientas de uso diario y permanente se colocarán al lado del operario y los que son usados en ciertas ocasiones serán colocados en los estantes y/o lugares designados para su permanencia.

Una vez se tenga clasificado las herramientas diferenciadas por su tiempo de uso y zona de trabajo, se procederá con una codificación, este código será representativo para su rápida identificación tal y cual se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13

Codificación de cada ítem - SEITON

Implementos	Decisión final	Zona actual	Zona propuesta	Codificación	Ubicación
Manguera	Mantener en zona actual	Lavado y desinfección	Lavado y desinfección	ZLD-001	Lavador
Lejía	Mantener en zona actual	Lavado y desinfección	Lavado y desinfección	ZLD-002	Lavador
Escobilla	Mantener en zona actual	Lavado y desinfección	Lavado y desinfección	ZLD-003	Lavador
Banco	Mantener en zona actual	Lavado y desinfección	Lavado y desinfección	ZLD-004	Piso
Mesa	Mantener en zona actual	Lavado y desinfección	Lavado y desinfección	ZLD-005	Piso
Escobas	Mover al almacén	Lavado y desinfección	Almacén	AL-001	-
Recogedor	Mover al almacén	Lavado y desinfección	Almacén	AL-002	-
Bolsas de yeso	Mover al almacén	Lavado y desinfección	Almacén	AL-003	-
Bolsas de tapas	Mover al almacén	Lavado y desinfección	Almacén	AL-004	-
Tacho de basura	Mantener en zona actual	Lavado y desinfección	Lavado y desinfección	ZLD-006	Piso
Cilindros azules	Mover al almacén	Lavado y desinfección	Almacén	AL-005	-
Caja de herramientas	Mantener en zona actual	Zona de purificado	Purificado	ZP-001	Mesa
Trapeador	Mover a la zona de lavado y desinfección	Zona de purificado	Lavado y desinfección	ZLD-007	Piso
Jalador de agua	Mover a la zona de lavado y desinfección	Zona de purificado	Lavado y desinfección	ZLD-008	Piso
Bidones	Mover a la zona de lavado y desinfección	Zona de purificado	Lavado y desinfección	ZLD-009	Zona de bidones
Trapos industriales	Mantener en zona actual	Llenado	Llenado	ZL-001	Estante
Secador(50 unidades)	Mantener en zona actual	Llenado	Llenado	ZL-002	Estante

Implementos	Decisión final	Zona actual	Zona propuesta	Codificación	Ubicación
Manguera	Mover a la zona de lavado y desinfección	Llenado	Lavado y desinfección	ZLD-010	Estante
Alicate	Mantener en zona actual	Llenado	Llenado	ZL-003	Estante
Llave inglesa	Mantener en zona actual	Llenado	Llenado	ZL-004	Estante
Filtros	Mover a la zona de purificado	Llenado	Purificado	ZP-002	Estante
Secador	Mantener en zona actual	Sellado	Sellado	ZS-001	Estante
Extensión	Mantener en zona actual	Sellado	Sellado	ZS-002	Mesa
Tapas	Mantener en zona actual	Sellado	Sellado	ZS-003	Mesa
Sellos	Mantener en zona actual	Sellado	Sellado	ZS-004	Mesa
Franela	Mantener en zona actual	Sellado	Sellado	ZS-005	Estante

Finalmente, luego de haber identificado las zonas a las que pertenece cada implemento, se procede a ubicarlos en estantes, mesa y piso según corresponda esto con la finalidad de ubicarlos de una manera más rápida los elementos a usar.

SEISO – LIMPIAR

Dentro de la organización es importante insertar y mantener una cultura de limpieza, ya que al pertenecer al rubro de alimentos deben contar con muy buenas prácticas de manufactura, garantizando de esta manera la inocuidad de sus productos. Se debe disponer realizar una limpieza de su lugar de trabajo antes y después de cada jornada laboral, por lo que se propone implementar un horario fijo y así puedan cumplir con esta importante labor, ya que además de dejar el área limpia es una muy buena forma de reconocer los espacios en donde se dejan los implementos que usan y de esta manera se mantiene un orden.

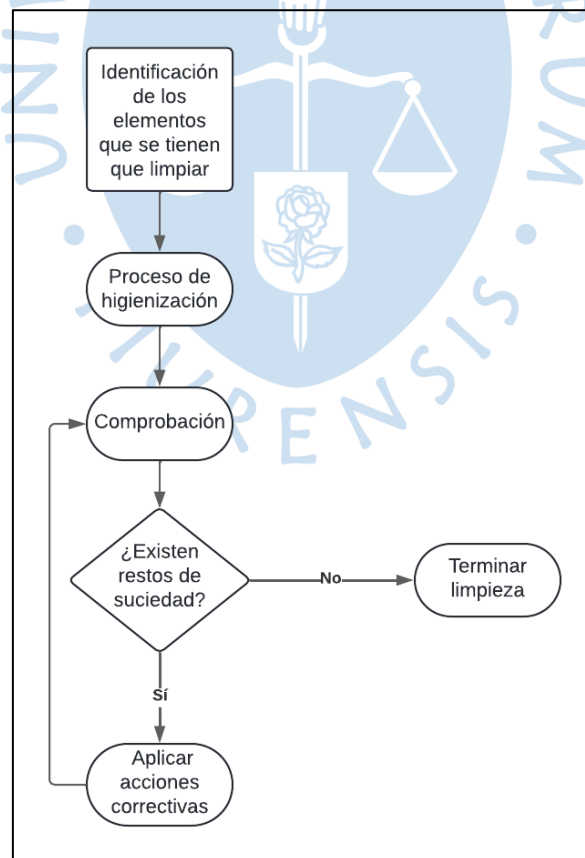
El horario de los empleados es variable, ya que va a depender de la cantidad de pedidos que hay pendientes, por lo que al inicio del turno de trabajo se debe de disponer un tiempo de 20 minutos para limpiar y ordenar la zona de trabajo, este tiempo debe ser el mismo al finalizar las actividades del día y de esta manera mantener un orden y limpieza en la zona.

Para mantener un buen orden se establecerá el tiempo a usarse por zona, el cual se encuentra detallado en la Tabla 14.

Tabla 14*Tiempos a usarse en cada zona de trabajo*

Zona	Empleados	Tiempo máximo (m)	Implementos de limpieza
Lavado y desinfección	1	20	Escoba, recogedor, jalador de agua
Purificado	1	15	Escoba, recogedor, sacudidor
Llenado	1	10	Escoba, recogedor, secador
Sellado	1	10	Escoba, recogedor, secador

Para instaurar una cultura de limpieza en Aqua Mia EIRL, elaboraremos un diagrama de flujo que detalle las tareas de limpieza específicas, como sacudir, barrer y trapear, las herramientas correspondientes y los tiempos asignados a cada una, con el fin de determinar y estandarizar el método más eficiente. Este estándar, alineado con la Tabla 13 de implementación SEITON, designará un lugar específico para cada herramienta, facilitando su accesibilidad y orden.

Figura 29*Diagrama de flujo de limpieza*

A través de la supervisión rigurosa de estas prácticas durante las primeras dos semanas, los trabajadores desarrollarán hábitos de limpieza, lo que asegurará un entorno

- Elaborar un plan de capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo es importante para generar una cultura de seguridad dentro de la organización, poniendo al empleado como parte primordial de la empresa.
- Elaborar un plan de limpieza que debe incluir qué áreas deben limpiarse, con qué frecuencia y que productos de limpieza y desinfección se utilizarán en cada área para mantener la higiene de los trabajadores y asegurar la calidad en la manipulación de productos, facilitando la verificación continua de la limpieza.

Plan de limpieza:

- **Área de recepción de materia prima**

Frecuencia: Quincenal

Productos de Limpieza y Desinfección: detergente desinfectante aprobado por la FDA.

Actividades:

Limpieza y desinfección de todas las superficies en contacto con el agua durante el proceso de recepción, incluyendo tanques, tuberías, filtros y equipos de envasado.

Inspección visual de los equipos para detectar cualquier acumulación de residuos o contaminación.

- **Área de filtrado**

Frecuencia: Quincenal

Productos de Limpieza y Desinfección: detergente desinfectante aprobado por la FDA.

Actividades:

Limpieza y desinfección de todas las superficies en contacto con el agua durante el proceso de filtración, incluyendo tanques, tuberías, filtros y equipos de envasado.

Inspección visual de los equipos para detectar cualquier acumulación de residuos o contaminación.

- **Áreas de lavado y desinfección**

Frecuencia: Diaria

Productos de Limpieza y Desinfección: detergente desinfectante aprobado por la FDA.

Actividades:

Limpieza y desinfección de todas las superficies en contacto con el bidón de PET durante el proceso de lavado y desinfección.

Inspección visual de los equipos de lavado para detectar el estado actual y posible cambio.

- **Área de Almacenamiento:**

Frecuencia: Semanal

Productos de Limpieza y Desinfección: desinfectante multiusos de amplio espectro.

Actividades:

Limpieza y desinfección de las áreas de almacenamiento de materiales y productos terminados, incluyendo estanterías, paletas y contenedores.

Eliminación de cualquier derrame o residuo visible.

- **Áreas de llenado, tapado y etiquetado:**

Frecuencia: Después de cada uso

Productos de Limpieza y Desinfección: solución desinfectante aprobada para superficies en contacto con alimentos.

Actividades:

Limpieza y desinfección de las máquinas de llenado, tapado y etiquetado, así como de las superficies de trabajo y utensilios utilizados en el proceso.

- **Áreas Comunes:**

Frecuencia: Diaria

Productos de Limpieza y Desinfección: limpiador desinfectante para superficies duras.

Actividades:

Limpieza y desinfección de baños, comedores, salas de descanso y otras áreas comunes.

Reposición de suministros de limpieza y papel higiénico según sea necesario.

SHITSUKE – MANTENER

La última S se percibirá cuando se haya logrado implementar los cambios basados en organizar, ordenar, limpiar y estandarizar. Para conseguir el *SHITSUKE* es importante la disciplina y la constancia relacionada a un cambio cultural dentro de la empresa, empezando desde los directivos de esta misma, siendo ellos los que deben dar la motivación para este cambio.

Es importante dentro de una organización medir y dar a conocer los logros obtenidos desde la implementación de estos cambios, ya que es una manera de mantener motivado al personal generando un sentido de pertenencia y sintiendo que su dedicación logra frutos en beneficios para todos.

4.2 Aplicación del JIT utilizando el Takt Time

El *Takt Time* se implementa en la empresa Aqua Mia EIRL con la finalidad de alcanzar una demanda solicitada de 2400 bidones mensuales requeridos por la empresa debido al ingreso de nuevos clientes. Para esto debemos solucionar problemas de cuellos de botella y mejorar los tiempos de los procesos de desinfección, llenado y lavado, que son etapas críticas en la producción de bidones, según el análisis detallado más adelante. Actualmente, estos procesos tienen los tiempos más elevados y a menudo, resultan en cuellos de botella, lo que dificulta a la empresa poder alcanzar actualmente una demanda mensual promedio de 1224 bidones (dato brindado por la empresa).

El *Takt Time* es un concepto clave de la herramienta *Just in Time* (JIT) que nos ayuda a establecer el ritmo necesario para cumplir con la demanda del cliente. Se integra con la Celda de *Manufactura*, mejorando la coordinación y eficiencia de máquinas y operarios, y con *Heijunka*, nivelando la producción para ajustarse a la demanda y evitar sobrecargas. Para iniciar la toma de tiempos se empieza por la etapa de preparación antes del lavado y finaliza con la etapa de etiquetado.

Durante la toma de los tiempos se tiene un lote de 10 unidades de bidones y teniendo en cuenta que en la fábrica hay un operario que se encargará de que los 10 bidones pasen por los diversos procesos hasta el producto final, para esta medición se usó el cronometro de un celular donde se tomó la hora de inicio y hora final de cada etapa. Estas mediciones son muy importantes ya que nos permitirán conocer el tiempo muerto o no dedicado al trabajo y de esta manera poder tomar acciones para que la producción sea lo más eficiente posible.

Para ello se usa la siguiente formula:

$$\textit{Tiempo.de.trabajo.disponible} = \textit{Tiempo.disponible} - \textit{Tiempo.no.dedicado.al.trabajo}$$

Preparación antes del lavado

En esta etapa de manera manual se retiran las etiquetas dañadas y tapas protectoras de la parte superior del recipiente, así como se verifica si el caño está en buen estado y si el

bidón no presenta rajaduras que pudiera significar pérdida del producto.

Como se puede observar en la Tabla 15 el trabajo de preparación de 10 bidones empezó a las 08:30:00 y finalizó a las 08:36:00.

Tabla 15

Tiempo total de preparación

Tiempo	Hora
Hora inicio	08:30:00
Hora fin	08:36:00

En la Tabla 16 se muestra el tiempo útil cronometrado en segundos considerando la muestra 1 (M1) como un bidón vacío y así sucesivamente hasta el décimo bidón que viene a ser la muestra 10 (M10). La suma de todos los segundos da el valor neto utilizado durante este proceso.

Tabla 16

Tiempo útil de preparado antes del lavado

Preparado antes del lavado	
Muestra	Tiempo (segundos)
M1	13
M2	12
M3	11
M4	11
M5	13
M6	12
M7	11
M8	10
M9	10
M10	10
Segundos totales	113

Con los datos de los tiempos que se muestran en la Tabla 15 se calcula que la preparación duró 6 minutos, pero se emplearon 113 segundos según Tabla 16 equivalentes a un minuto con 53 segundos, se puede decir que se empleó un 31 % del tiempo total de esta actividad. Además, se pudo observar que la demora (4.1167 minutos) se dio debido al desorden que presenta el lugar donde se almacenan los bidones usados y a la falta de espacio para almacenarlos.

Lavado

Al igual que el proceso anterior, este también es manual, se usa una tina con agua, escobilla y detergente el cual se cambia cada 10 bidones siempre y cuando estos no se encuentren demasiados enterrados. Como se puede observar en la Tabla 17 el lavado se inició a las 08:36:00 y finalizó a las 09:13:00.

Tabla 17

Tiempo total de lavado

Tiempo	Hora
Hora inicio	08:36:00
Hora fin	09:13:00

En la Tabla 18 se muestra el tiempo cronometrado útil de los 10 bidones lavados. La suma de todos los segundos da el valor neto utilizado durante este proceso.

Tabla 18

Tiempo útil del lavado

Lavado	
Muestra	Tiempo
M1	102
M2	99
M3	101
M4	93
M5	94
M6	91
M7	92
M8	90
M9	89
M10	90
Segundos totales	941

Con los datos de los tiempos que muestra la Tabla 17 se puede deducir que el lavado duró 37 minutos, de los cuales se emplearon 941 segundos según Tabla 18 equivalentes a 15 minutos con 41 segundos, es decir se usó 42.37 % del tiempo total de esta actividad.

Desinfectado

Es un proceso que se realiza de manera manual, aplicando un químico desinfectante y agua. En la Tabla 19 se observa que esta actividad se inició a las 09:13:00 y finalizó 09:42:00

Tabla 19*Tiempo total desinfectado*

Tiempo	Hora
Hora inicio	09:13:00
Hora fin	09:42:00

En la Tabla 20 se muestra el tiempo cronometrado útil de los 10 bidones desinfectados. La suma de todos los segundos da el valor neto utilizado durante este proceso.

Tabla 20*Tiempo útil de desinfectado*

Desinfectado	
Muestra	Tiempo
M1	142
M2	133
M3	131
M4	133
M5	125
M6	142
M7	124
M8	128
M9	141
M10	139
Segundos totales	1338

Con los datos de los tiempos que muestra la Tabla 19 se puede deducir que el desinfectado duró 29 minutos, de los cuales se emplearon 1338 segundos según Tabla 20 equivalentes a 22 minutos con 18 segundos, es decir se usó 76.89 % del tiempo total de esta actividad.

Llenado

En este proceso se llena los bidones con agua procesada, esta área cuenta con una cañería por donde fluye el agua lista para el consumo. En la Tabla 21 se observa que esta actividad se inició a las 09:42:00 y finalizó 10:12:00.

Tabla 21*Tiempo total llenado*

Tiempo	Hora
Hora inicio	09:42:00
Hora fin	10:12:00

En la Tabla 22 se muestra el tiempo cronometrado útil de cada bidón llenado. La suma de todos los segundos da el valor neto utilizado durante este proceso.

Tabla 22

Tiempo útil llenado

Llenado	
Muestra	Tiempo
M1	106
M2	127
M3	138
M4	107
M5	129
M6	139
M7	108
M8	128
M9	137
M10	108
Segundos totales	1227

Con los datos de los tiempos que se muestra en la Tabla 21 se puede deducir que el llenado duró 30 minutos, de los cuales se emplearon 1227 segundos según Tabla 22 equivalentes a 20 minutos con 27 segundos, es decir se usó 68.16 % del tiempo total de esta actividad.

Tapado o Sellado

Es el penúltimo proceso por el cual cada bidón debe de pasar, aquí se le coloca en la parte superior del bidón una tapa de plástico para evitar que el contenido del recipiente se contamine y posterior a eso, con ayuda de un calentador, se colocan los sellos de seguridad. En la Tabla 23 se observa que esta actividad se inició a las 10:12:00 y finalizó 10:22:00.

Tabla 23

Tiempo total sellado

Tiempo	Hora
Hora inicio	10:12:00
Hora fin	10:22:00

En la Tabla 24 se muestra el tiempo cronometrado útil de cada bidón sellado. La suma de todos los segundos da el valor neto utilizado durante este proceso.

Tabla 24*Tiempo útil sellado*

Sellado	
Muestra	Tiempo
M1	33
M2	37
M3	29
M4	27
M5	31
M6	29
M7	27
M8	26
M9	27
M10	29
Segundos totales	295

Con los datos de los tiempos que se muestra en la Tabla 23 se puede deducir que el sellado duró 10 minutos, de los cuales se emplearon 295 segundos según Tabla 24 equivalentes a 04 minutos con 55 segundos, es decir se usó 49.17 % del tiempo total de esta actividad.

Etiquetado

En esta última etapa se coloca una etiqueta a cada producto final. En la Tabla 25 se observa que esta actividad se inició a las 10:22:00 y finalizó 10:30:00.

Tabla 25*Tiempo total etiquetado*

Tiempo	Hora
Hora inicio	10:22:00
Hora fin	10:30:00

En la Tabla 26 se muestra el tiempo cronometrado útil de cada bidón etiquetado. La suma de todos los segundos da el valor neto utilizado durante este proceso.

Tabla 26*Tiempo útil etiquetado*

Etiquetado	
Muestra	Tiempo
M1	15
M2	16

Etiquetado	
Muestra	Tiempo
M3	18
M4	14
M5	12
M6	14
M7	12
M8	12
M9	13
M10	11
Segundos totales	137

Con los datos de los tiempos que se muestra en la Tabla 25 se puede deducir que el etiquetado duro 8 minutos, de los cuales se emplearon 137 segundos según Tabla 26 equivalentes a 2 minutos con 17 segundos, es decir se usó 28.54 % del tiempo total de esta actividad.

Con la fórmula del tiempo de trabajo disponible ya antes mencionada se puede concluir que en cada etapa del proceso no se ha aplicado el 100% del tiempo disponible según se puede apreciar en la Tabla 13. habiendo demoras y paradas por el traslado de los bidones de un área a otra, ordenamiento y búsqueda del material a usarse y limpieza.

Para efectos de cálculo del % del tiempo utilizado se ha usado la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Tiempo Utilizado} = \frac{\text{Tiempo de trabajo utilizado}}{\text{Tiempo de trabajo disponible}} \times 100$$

Tabla 27

Tabla resumen del tiempo utilizado

Proceso	Tiempo trabajo disponible (s)	Tiempo utilizado (s)	Tiempo no dedicado al trabajo (s)	% Tiempo Utilizado
Preparación antes del lavado	360	113	247	31.39%
Lavado	2220	941	1279	42.39%
Desinfectado	1740	1338	402	76.90%
Llenado	1800	1227	573	68.17%
Tapado o Sellado	600	295	305	49.17%
Etiquetado	480	137	343	28.54%

Con los datos obtenidos en la Tabla 27 se procede al cálculo del ciclo de producción según la siguiente formula.

$$\text{Ciclo de producción} = \frac{\text{Tiempo de trabajo utilizado}}{\text{Cantidad de producto elaborado}}$$

Reemplazando los valores medidos en el anterior apartado y considerando como cantidad de producto elaborado de 10 unidades se obtiene el ciclo de producción en segundos por bidón cuyos datos se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28

Resumen del ciclo de producción calculado

Proceso	Disponibilidad de trabajo (s/día)	Ciclo de producción (s/bidón)
Preparado antes del lavado	113	11.3
Lavado	941	94.1
Desinfectado	1338	133.8
Llenado	1227	122.7
Tapado o Sellado	295	29.5
Etiquetado	137	13.7

Calculado el ciclo de producción por proceso, se procede a sumar cada valor y de esta manera se obtiene que actualmente el tiempo total de proceso por unidad de bidón es de 405.1 segundos/bidón o 6.7517 minutos/bidón, teniendo en cuenta que las labores realizadas son llevadas a cabo por un solo operario.

Para efectos de cálculo de producción diaria también debemos considerar que durante el turno de 8 horas diarias se presentan los siguientes tiempos muertos los cuales se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29

Tiempos muertos

Descripción	Tiempo (min)
Limpieza antes de iniciar las labores	30
Limpieza al finalizar las labores	30
Almuerzo	60
Necesidades fisiológicas	15
TOTAL	135

Nota. El "Almuerzo" se considera como una actividad que se respeta en la empresa, aunque no esté contemplada en la ley.

Restando estos tiempos a la jornada diaria de 8 horas (480 minutos) se obtiene en total 345 minutos que será el tiempo neto de nuestro proceso productivo, por lo que dividiendo este valor entre el tiempo total de proceso por unidad calculado que es 6.7517 minutos/bidón se obtiene una producción diaria equivalente a 51 bidones.

$$\text{Producción diaria} = \frac{345 \text{ minutos}}{6.7517 \text{ minutos}}$$

$$\text{Producción diaria} = 51$$

La empresa mensualmente solo tiene 24 días útiles equivalentes a 6 días de trabajo a la semana, por lo que mensualmente su producción es de 1224 unidades de bidones, conociendo estos datos, se ve la necesidad de mejorar los tiempos de los procesos de desinfección, llenado y lavado que son los más elevados y presentan muchas veces cuellos de botella, con la finalidad de poder cumplir con una meta de producción promedio de 2400 bidones.

$$\text{Producción mensual} = 51 \text{ bidones} * 24 \text{ días utiles}$$

$$\text{Producción mensual} = 1224 \text{ bidones}$$

Para poder cumplir con uno de los objetivos que es llegar a producir 2400 bidones mensuales debemos balancear la línea de producción con la finalidad de optimizar la eficiencia del proceso productivo, reducir desperdicios y mejorar la satisfacción del cliente garantizando una producción alineada con la demanda.

Si se espera cumplir con la demanda mensual de 2400 bidones se tendrá que calcular el nuevo Takt time de producción de bidones, para ello se tomará el dato del tiempo disponible diario equivalente de 345 minutos estimado anteriormente.

$$\text{Demanda diaria} = \frac{2400 \text{ bidones}}{24 \text{ días}}$$

$$\text{Demanda diaria} = 100 \text{ bidones diarios}$$

Una vez obtenida la demanda diaria calcularemos el nuevo Takt time:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de producción por turno}}{\text{Demanda por turno}}$$

$$\text{Takt time} = \frac{345 \text{ minutos}}{100 \text{ bidones}}$$

$$\text{Takt time} = 3.45 \text{ minutos/bidón}$$

Una vez hallado el Takt time vamos a reducir el desperdicio mejorando la eficiencia de los procesos con mayor tiempo ya mencionados con un diagrama de barras de balance de línea que nos podrá ayudar a visualizar de mejor manera los procesos de mayor tiempo.

Tabla 30

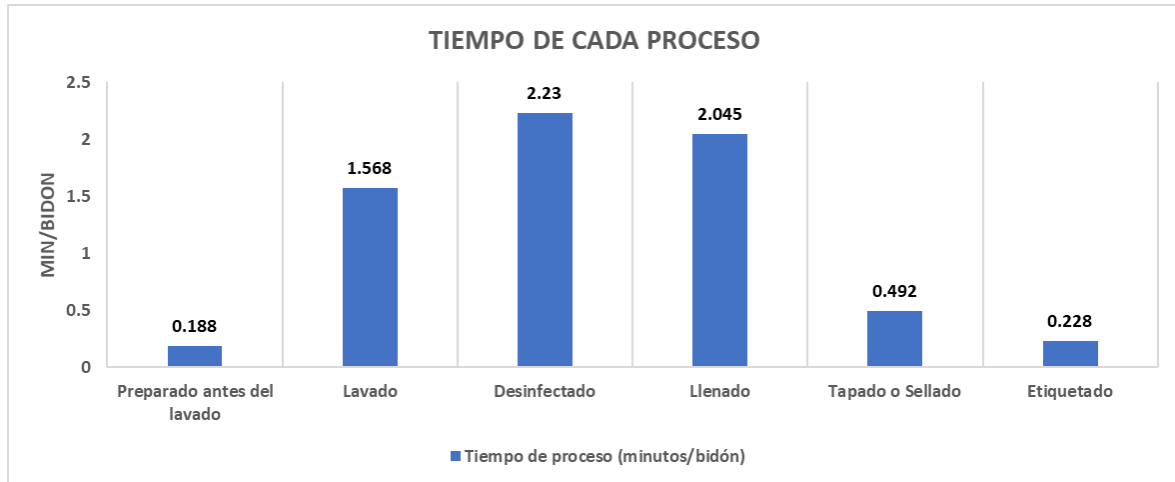
Tiempo de proceso por bidón

PROCESO	Tiempo de proceso (minutos/bidón)
Preparado antes del lavado	0.188
Lavado	1.568
Desinfectado	2.23
Llenado	2.045

PROCESO	Tiempo de proceso (minutos/bidón)
Tapado o Sellado	0.492
Etiquetado	0.228
Tiempo total	6.751

Figura 31

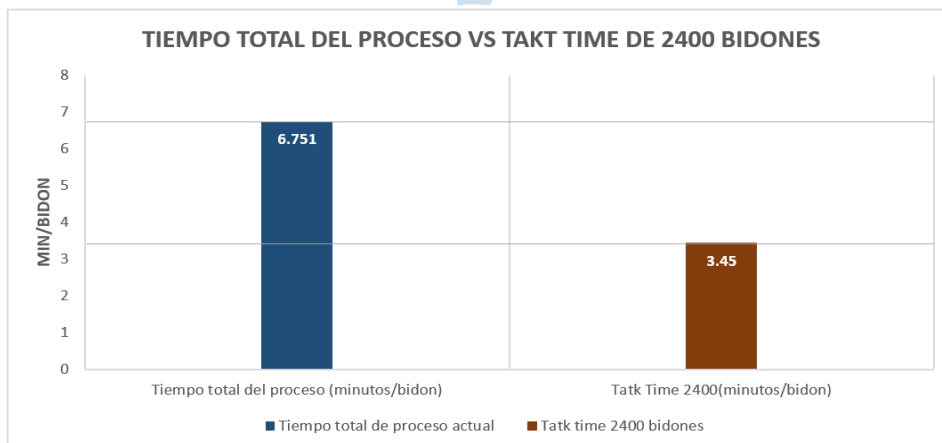
Tiempo de cada proceso



Al contar con un solo operario en planta y con los datos obtenidos se deduce que el tiempo que sale un bidón completo y vuelve a entrar el siguiente en producción es de 6.751 minutos por lo que se debe buscar reducir este tiempo por lo menos a la mitad y así este ciclo de producción pueda ser menor que la del Takt time requerido para la producción de 2400 bidones.

Figura 32

Tiempo total del proceso vs takt time de 2400 bidones



Para ello se propone hacer uso de dos bombas de acero inoxidable dentro del proceso de desinfección que permitirá reducir el tiempo de ciclo a la mitad. Haciendo uso de la potencia de la bomba los bidones serán desinfectados con el líquido industrial que saldrá dentro de los envases a presión. Este sistema hidráulico permitirá reusar el químico desinfectante y mejorar el tiempo del proceso.

Adicionalmente se realizará la construcción de dos lavadores dentro de la planta que permitirá llevar el proceso de lavado en paralelo permitiendo reducir el tiempo del proceso a la mitad.

Con lo mencionado, se propone contratar 2 operarios más que estarán dentro de los procesos con la finalidad de apoyar al operario que actualmente se tiene y de esta manera se pueda por lo menos duplicar la producción diaria.

Mientras se llevan a cabo todos estos procesos, el responsable de planta se encargará de procesar el agua y de asegurarse de que los equipos estén en buen estado, así como de garantizar que haya suficiente producto para el llenado de los bidones.

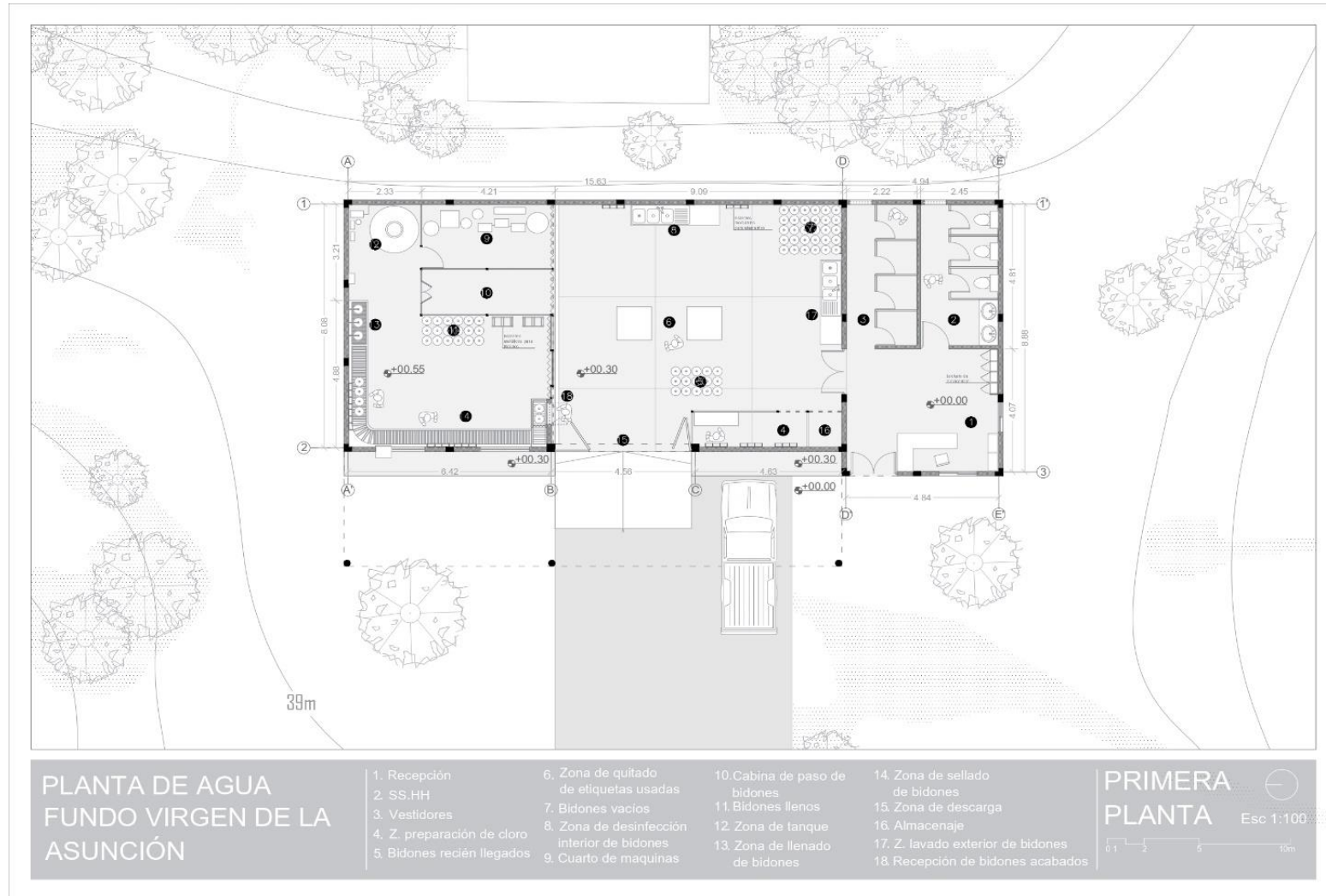
Además, se implementará un sistema mecánico de rodillos, que permitirá que los bidones se desplacen durante el recorrido. Esto facilitará la realización simultánea del proceso de tapado, sellado y etiquetado.

Con todas estas mejoras, se espera que el tiempo de ciclo de los procesos que cuenta con cuello de botella se reduzcan y así poder alcanzar el *takt time* deseado para poder producir los 2400 bidones que necesita la empresa, para poder atender a más clientes. Esto es crucial, ya que en ocasiones la empresa ha tenido que rechazar o reprogramar despachos debido a la falta de capacidad, generando malestar entre sus clientes.

A continuación, en la Figura 33 se propone un *layout* de la empresa donde se muestra una modificación de la planta considerando la nueva implementación de maquinarias y equipos que ayudara a tener una mayor productividad.

Figura 33

Planta modificada



4.3 Aplicación del Heijunka

Según el proceso observado y los datos obtenidos y extraídos durante el proceso de producción mensual en la empresa Aqua Mia EIRL, se ha podido sacar una muestra del consumo diario que tiene dicha empresa. La empresa tiene 5 clientes principales que le permiten llegar al consumo promedio mensual que necesita y está definido en su Punto de Equilibrio.

Estos 5 clientes fuertes consumen los bidones de agua de mesa de 20 litros, siendo el producto más vendido por la empresa.

Para poder dar paso al uso de la herramienta de *Lean Manufacturing* llamada *Heijunka* debemos partir de los siguientes valores: El tiempo de trabajo es 8 horas al día por 6 días a la semana. La demanda diaria de los 5 clientes fuertes que tiene dicha empresa es la siguiente:

Tabla 31

Demanda diaria

CLIENTE A	CLIENTE B	CLIENTE C	CLIENTE D	CLIENTE E
50 bidones	20 bidones	20 bidones	6 bidones	4 bidones

Organizando los datos obtenidos del proceso productivo del apartado anterior podemos decir que:

Tabla 32

Datos de producción

Descripción	Tiempos
Limpieza antes de iniciar las labores	30 min
Limpieza al finalizar las labores	30 min
Almuerzo	60 min
Necesidades fisiológicas	15 min
Horas laboradas	8 horas
Días Laborados	6 días
Turnos	1 turno
Tiempo disponible de trabajo por día	5.75 horas

Como primer paso para elaborar la caja *Heijunka* hallaremos el *Takt time* de la demanda semanal de cada cliente.

Para hallar el *Takt time* utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de Trabajo por día}}{\text{Demanda del cliente por día}}$$

Ahora reemplazando nuestros datos en la fórmula para cada cliente obtenemos que:

$$\text{Takt time A} = \frac{345 \text{ minutos}}{50 \text{ bidones}} = 6.9 \text{ minutos/bidón}$$

$$\text{Takt time B} = \frac{345 \text{ minutos}}{20 \text{ bidones}} = 17.25 \text{ minutos/bidón}$$

$$\text{Takt time C} = \frac{345 \text{ minutos}}{20 \text{ bidones}} = 17.25 \text{ minutos/bidón}$$

$$\text{Takt time D} = \frac{345 \text{ minutos}}{6 \text{ bidones}} = 57.5 \text{ minutos/bidón}$$

$$\text{Takt time E} = \frac{345 \text{ minutos}}{4 \text{ bidones}} = 86.25 \text{ minutos/bidón}$$

Como segundo paso establecemos el ritmo de la producción que será tomado de los tiempos de *Takt time* encontrados anteriormente.

Elegimos el tiempo menor como ritmo de producción para utilizarlo como punto de partida y para la elaboración de la caja *Heijunka*. En este caso el tiempo seleccionado sería el del cliente A que es de 6.9 minutos/bidón.

Como tercer paso armaremos nuestra caja *Heijunka*. Para esto construiremos una plantilla donde se representarán las horas disponibles de producción y el ritmo de producción.

En la Figura 34 se puede apreciar la plantilla construida, donde las líneas sólidas representan el tiempo disponible de producción y las líneas punteadas representan el ritmo de producción. Cabe mencionar que cada cuadro representa el tiempo de 6.9 minutos.

Figura 34

Plantilla para representar la organización de la producción

Cliente	Bidones	Tiempo						

Con esta plantilla pasaremos a representar cada cliente con su respectivo *Takt time* como se aprecia en la Figura 34. Con esto podremos organizar la producción. Para el cliente A saldrá un bidón cada 6.9 minutos por lo que se debe programar un bidón por cada cuadro. Para el cliente B y C como se produce un bidón cada 17.25 minutos se producirá uno cada 2 cuadros. Por otra parte, para el cliente D como se produce un bidón cada 57.5 minutos se

producirá un bidón cada 4 cuadros y por último el cliente E será un bidón por cada 7 cuadros debido a que se reproduce cada 86.25 minutos.

Con esta organización se puede observar que se cumple perfectamente las demandas de cada cliente con el tiempo disponible de producción.

Figura 35

Relación de tiempo de uso

Cliente	Bidones																		
A	50	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
B	20	B		B		B		B		B		B		B		B		B	
C	20	C		C		C		C		C		C		C		C		C	
D	6	D			D			D			D			D			D		
E	4	E				E				E				E					E

Utilizando la técnica de nivelación de producción Heijunka, la planificación se estructura para armonizar el flujo de producción con la demanda de cada cliente.

En las primeras dos horas, y posteriormente en la cuarta y quinta horas, la secuencia de producción se establece como "ABCDEAAABCA". Este patrón refleja una distribución equitativa, permitiendo que la fabricación de bidones para el Cliente A, con el mayor volumen de demanda, se priorice sin desatender las necesidades de los demás clientes.

Para la tercera y sexta horas, la secuencia se ajusta a "ADAABCAA". Esta variación específica se alinea con la capacidad de producción y mantiene el cumplimiento del requerimiento diario de bidones.

Con estas secuencias de producción, la planificación resulta en una respuesta dinámica y equilibrada a los requerimientos de los clientes, manteniendo una utilización óptima de los recursos y una carga de trabajo uniforme en la línea de producción.

Capítulo 5

Impacto y viabilidad del uso de las herramientas de Lean Manufacturing

En este capítulo, denominado impacto y viabilidad del uso de las herramientas de Lean Manufacturing, daremos a conocer cómo haciendo uso de las herramientas de lean Manufacturing la empresa Aqua Mia EIRL logra mejorar ciertos puntos que se habían detectado como problemas que afectaban el proceso productivo.

Así mismo, se evaluará el presupuesto que es necesario para implementar algunos cambios que traen consigo las herramientas de metodología lean y se dará a conocer el análisis de rentabilidad de dichas mejoras apoyándonos en el VAN y TIR como también en el flujo económico y financiero.

5.1 Impacto del estudio

5.1.1 Impacto del estudio de las 5S

Al desarrollar la herramienta de la 5S en el proceso de evaluación y propuesta de cambios se pudo obtener que para poder mejorar el orden y limpieza de la zona de producción y exteriores se deberá contar con un *check list* de limpieza y una codificación para cada ítem que se utiliza en el proceso productivo de bidones de agua para poder clasificarlos y colocarlos en los lugares pertenecientes a cada elemento.

Además, al hacer uso de los nuevos estantes modulares y las tarjetas de limpieza y clasificación de elementos, se evitará el desplazamiento innecesario de los operarios para buscar algún ítem que se requiera o esté faltando en el proceso y se podrá generar un ahorro de tiempo de desplazamiento de 2 minutos turno.

5.1.2 Impacto del estudio del JIT utilizando el Takt Time

En el caso de la herramienta del *Takt time*, al observar y analizar los tiempos del proceso se pudo llegar a la conclusión de que los procesos de lavado, desinfectado y llenado son los procesos de mayor tiempo durante el desarrollo de la elaboración de bidones de mesa. Al hacer el análisis del proceso de la empresa se obtuvo que actualmente cuenta con un tiempo de fabricación de 6.7517 minutos por bidón para su demanda actual de 1224 bidones/mes, esto debido a que los procesos anteriormente mencionados tienen un alto tiempo.

Para alcanzar la producción esperada de 2400 bidones mensuales, se plantearon propuestas de mejoras para disminuir estos tiempos y lograr que el *takt time* por bidón sea de 3.45 minutos. La primera alternativa de solución es trabajar en bloque de 2 operarios, permitiendo así reducir el tiempo de proceso a la mitad, además adicionalmente para la reducción de tiempos se ha propuesto construir 2 lavadores más para que se pueda llevar a cabo el proceso de lavado y desinfección en simultáneo con los 2 operarios trabajando de forma paralela, a esta mejora se implementará una bomba por cada lavadero.

Como segunda alternativa de solución para el proceso de llenado se ha propuesto construir una línea de proceso que incluye un sistema mecánico de rodillos reemplazando las mesas de acero inoxidable para que el bidón pueda desplazarse y durante el recorrido se pueda realizar en simultáneo el proceso de tapado, sellado y etiquetado. Esta línea de producción llegará hasta una escotilla donde el bidón será recibido y colocado en el carro de entregas.

Como tercera solución se ha propuesto aumentar 1 cañera más en el área de llenado e instalar una bomba que permita un mayor caudal y de esta manera poder llenar 4 bidones en simultáneo.

5.1.3 Impacto del estudio del Heijunka

Al diseñar la programación de la herramienta *Heijunka* para el proceso de producción de la empresa Aqua Mia EIRL se pudo observar que al implementarla se obtendrá una programación detallada y ordena de la demanda de los clientes que la empresa dispone actualmente y permitiéndole así poder añadir a su proceso diario algún nuevo cliente que pueda llegar a comprar durante el día laboral. Además, con esta nueva programación detallada y haciendo uso de las mejoras tanto de las 5S y el *Takt time* se puede asegurar una producción diaria de 60 bidones, lo que nos estaría consiguiendo un aumento en la capacidad mensual y permitiendo aumentar las ventas diarias, semanales y mensuales a dicha empresa.

5.2 Análisis económico y financiero

En este apartado se describe el análisis económico y financiero de la tesis utilizando un conjunto de conceptos y herramientas para evaluar la viabilidad y rentabilidad de la inversión de la empresa. Este análisis tiene como objetivo proporcionar una visión clara sobre el comportamiento de los recursos financieros, su distribución y rentabilidad, permitiendo a los propietarios tomar decisiones, para ello se presenta los valores del presupuesto de inversión, de costos y gastos, así como los del análisis de rentabilidad y los indicadores de VAN y TIR.

5.2.1 Presupuesto de inversión

Hace referencia al proceso de planificación y asignación de recursos financieros para realizar inversiones en activos que se espera generen ingresos dentro de un determinado plazo. Esto es fundamental para la toma de decisiones dentro de la tesis ya que establece cuánto dinero se destinará en los diferentes activos.

Tabla 33

Presupuesto de inversión

Rubro	Valor Unitario	Unidades totales	Total
Infraestructura			
Lavador de Cemento	S/ 600.00	2	S/ 1,200.00

Rubro	Valor Unitario	Unidades totales	Total
Maquinarias y Equipos			
Bomba de acero Inox	S/ 780.00	3	S/ 2,340.00
Herramientas			
Mesa con sistema de rodaje	S/ 3,500.00	1	S/ 3,500.00
Mesa de acero Inox	S/ 700.00	2	S/ 1,400.00
Muebles y enseres			
Locker Metálico	S/ 1,099.00	1	S/ 1,099.00
Estante para bidones	S/ 1,940.00	2	S/ 3,880.00
Tarjetas de limpieza	S/ 660	1	S/ 660
Tarjetas de clasificación de elementos	S/ 600	1	S/ 600
Estantes modulares	S/ 199.00	5	S/ 995.00
Bidones Pet	S/ 26.50	80	S/ 2,120.00
Bidones Amazon	S/ 17.50	40	S/ 700.00
Capacitación			
Capacitación de herramientas lean	S/ 2,500.00	1	S/ 2,500.00
Total			S/ 20,994.00

5.2.2 Presupuesto de costos y gastos

Cabe mencionar que la empresa Aqua Mia EIRL cuenta ya con las licencias exigidas por las entidades gubernamentales. Estas licencias se detallan a continuación en la Tabla 34.

Tabla 34

Licencias Gubernamentales

Descripción	Gastos (S/.)
Licencia de funcionamiento	415.00
Registro Sanitario (DIGESA)	400.00
Registro de Marca (INDECOPI)	535.00
TOTAL	1,350.00

Al contar con las licencias de las entidades gubernamentales por ley se dará a conocer en la Tabla 36 cuales son los costos directos e indirectos necesarios para el proceso de la elaboración de bidones de agua de mesa, así como también los costos fijos o variables.

Como parte de los costos fijos, se detalla el cálculo de las remuneraciones percibidas por el personal correspondiente a la empresa Aqua Mia. Estos datos se muestran en la Tabla 35 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que contiene información respecto a su sueldo básico, aportes a Es Salud, Compensación por tiempo de servicio (CTS), vacaciones y gratificación.

El objetivo de esta sección es explicar en detalle la estructura y el contenido de la planilla del personal, así como su importancia para la administración de la empresa.

Conforme a la ley N°26790 el empleador está obligado aportar el seguro regular Es Salud equivalente al 9% de la remuneración o ingreso mensual y esta no puede ser menor al 9% de la remuneración mínima vital vigente (RMV) (Gob.pe, 2024).

Respecto a la CTS es “un beneficio social que ha sido regulada con la finalidad de otorgar al trabajador un ingreso que le permita cubrir las contingencias que genera el cese. Dicho beneficio se encuentra regulado por Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 650, aprobado por el Decreto Supremo N° 001-97-TR, y su reglamento, Decreto Supremo N° 004-97-TR” (Gob.pe, 2019, pág. 2). Esto tiene una equivalencia mensual de un 8.33% del sueldo del trabajador, este dato se ha obtenido de la siguiente manera:

$$CTS = \frac{1 \text{ sueldo}}{12 \text{ meses}} \times 100 = 8.33\%$$

Otro derecho laboral que un trabajador cuenta es el de las vacaciones y esta se rige bajo el decreto legislativo N°713 donde estipulan que la duración de las vacaciones es de 30 días calendarios por cada año completo de servicio prestado (Gop.pe, sf). Este tiene un equivalente mensual de un 8.33% del sueldo del trabajador, este porcentaje se ha obtenido de la siguiente manera:

$$VACACIONES = \frac{1 \text{ sueldo}}{12 \text{ meses}} \times 100 = 8.33\%$$

Adicional a los beneficios laborales ya mencionados se cuenta con la gratificación que se encuentra regulada por la Ley 27735 del 28 de mayo de 2002, donde se otorgan por Fiestas Patrias y Navidad a los trabajadores del sector privado una remuneración equivalente a su sueldo percibido (rankmi, sf). Este valor equivale a un sexto de la remuneración percibida mensual.

$$GRATIFICACION = \frac{1 \text{ sueldo}}{6 \text{ meses}} \times 100 = 16.67\%$$

Por lo que en la Tabla 35 de detalla el costo mensual de mano de obra directa que tiene la empresa con sus trabajadores, cabe señalar que este tipo de costo es fijo y directo en la producción de bidones de agua.

Tabla 35

Costo mensual de mano de obra directa

Mano de obra directa	N° Personas	Sueldo (S/)	Es Salud (9%)	CTS (8.33%)	Vacaciones (8.33%)	Gratificación (16.67%)	Sueldo mensual (S/)
Responsable de planta	1	S/ 2,100	S/ 189	S/ 174.93	S/ 174.93	S/ 350.07	S/ 2,988.93
Operario de producción	3	S/ 1,025	S/ 92.25	S/ 85.38	S/ 85.38	S/ 170.87	S/ 1,458.88

Otros de los costos fijos mensual son los gastos administrativos detallados en la Tabla 36 y también a su vez viene ser un costo indirecto en la producción de bidones de agua de mesa.

Como costo variable y directo se tiene la materia prima e insumos detallados en la Tabla 36 ya que esto varía de acuerdo a la cantidad de producción que se planea tener durante el mes.

Tabla 36

Costos y Gastos anual

Rubro	Valor Unitario (Soles)	Unidades totales	Unidad	factor	Total (Soles)
Materia prima e insumos					
Filtros de purificación	S/99.63	6	UNI	2	S/1,195.56
Químico de desinfección	S/15.00	6	UNI	12	S/1,080.00
Tapas	S/0.12	2400	UNI	12	S/3,456.00
Etiquetas personalizadas	S/0.35	2400	UNI	12	S/10,080.00
Precintos de seguridad	S/0.06	2400	UNI	12	S/1,728.00
Gastos Administrativos					
Combustible	S/17.00	10	GAL	12	S/2,040.00
Servicios básicos (Energía eléctrica y agua)	S/450.00	1	MES	12	S/5,400.00
Plan de telefonía	S/55.00	1	Soles	12	S/660.00
Trapos industriales	S/7.14	14	Kg	12	S/1,199.52
Escobillón	S/13.50	2	UNI	4	S/108.00
Recogedor	S/7.94	2	UNI	4	S/63.52
Trapeador tipo mopa + balde	S/58.59	2	UNI	4	S/468.72
Franela	S/7.00	5	METROS	12	S/420.00

Rubro	Valor Unitario (Soles)	Unidades totales	Unidad	factor	Total (Soles)
Escobilla	S/4.70	3	UNI	12	S/169.20
Jalador de agua	S/10.90	2	UNI	4	S/87.20
Secador x 50 unidades	S/12.90	4	UNI	12	S/619.2
Mano de Obra directa (MOD)					
Responsable de planta	S/2,988.93	1	SOL	12	S/35,867.16
Operario de producción	S/1,458.88	3	SOL	12	S/52,519.77
Total					S/117,161.85

En Aqua Mia EIRL, una planta procesadora de bidones de agua de mesa, se requieren equipos, maquinaria y herramientas como parte de la inversión necesaria para el proyecto.

Sin embargo, al ser activos tangibles, estos experimentan una depreciación a lo largo de los años que impacta en la reducción de las utilidades al final de cada año, como se detalla en la Tabla 37, cabe decir que estos valores están expresados en soles.

Tabla 37

Depreciación de activos

Descripción	Cantidad	Valor total	% Depreciación						
				2024	2025	2026	2027	2028	2029
Locker Metálico	1	S/1,099.00	10%	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9
Estante para bidones	2	S/3,880.00	10%	388	388	388	388	388	388
Estantes modulares	5	S/995.00	10%	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
Bomba Inox pedrollo	3	S/2,340.00	10%	234	234	234	234	234	234
Mesas de Acero Inox	2	S/1,400.00	10%	140	140	140	140	140	140
Bidones Pet y Amazon	100	S/2,820.00	10%	282	282	282	282	282	282
Rodillos para la zona de producción	1	S/3,500.00	10%	350	350	350	350	350	350
Total		S/16,034.00		1,603	1,603	1,603	1,603	1,603	1,603

5.2.3 Análisis de rentabilidad

Dando pase al análisis de rentabilidad del proyecto, se da a conocer como primera instancia el punto de equilibrio (PE) que hace referencia a aquella situación en la que la empresa solo logra vender las unidades necesarias para cubrir sus costos y gastos sin llegar a obtener pérdidas ni ganancias. Por ello, si se logra superar el PE significa que la empresa comienza a generar utilidades caso contrario sucede si la empresa se encuentra por debajo del PE lo que conlleva que la compañía esté operando con pérdidas.

Para determinar el PE, se requiere la información relacionada a los costos fijos, los costos variables, el ingreso total y el precio de venta del producto que serán reemplazados en las siguientes fórmulas:

$$PE = \frac{CFT}{PVU - CVU}$$

Donde:

- PE: Punto de equilibrio
- CFT: Costo fijo mensual total
- PVU: Precio de venta unitario, este valor no considera el IGV
- CVU: Costo variable unitario

Este Costo variable unitario se calcula aplicando la siguiente formula:

$$CVU = \frac{CVT}{N^{\circ} \text{ producto al mes}}$$

Donde:

- CVT: Costo variable mensual total
- N° producto al mes: Según el plan de producción mensual vine a ser 2400 bidones.

Los valores necesarios para obtener el punto de equilibrio se da en la Tabla 36, donde el CFT viene dado por la mano de obra directa (MOD) y los gastos administrativos.

$$CFT = MOD + \text{Gastos administrativos}$$

$$CFT = 7,365.58 + 936.28$$

$$CFT = 8,301.86$$

Respecto al precio de venta dado por los dueños de la empresa este viene a tener un valor de 8 soles, por lo que PVU será igual a ese valor.

$$PVU = 8$$

Para el cálculo del CVU se tiene que el CVT es igual al valor de la materia prima e insumo detallado en la Tabla 36 dando un valor de S/1,461.63 mensuales por lo que se obtiene el siguiente calculo:

$$CVU = \frac{1,461.63}{2400}$$

$$CVU = 0.609$$

Contando ya con los datos se reemplazará en la fórmula del punto de equilibrio los valores ya obtenidos en los apartados anteriores, llegando a la siguiente respuesta:

$$PE = \frac{CFT}{PVU - CVU} = \frac{8,301.86}{8 - 0.609}$$

$$PE = 1,123.24 \approx 1124 \text{ bidones}$$

De esta manera, se obtiene que el punto de equilibrio mensual es 1124 bidones, lo que se interpreta como la producción mínima necesaria que se debe tener para cubrir en todos los costos incurridos, de tal manera que no se pierda ni se gane.

5.2.4 Flujo económico y financiero

Para la realización del flujo económico y financiero del proyecto, se ha tenido en cuenta la información obtenida de los apartados anteriores y una extensión de tiempo de 5 años tal cual se muestra en la Tabla 38.

En la Tabla 39, se detalla que para el año inicial que viene a ser el año en que se inicia con la implementación del proyecto y es en donde se detalla la inversión y capital de trabajo donde este último viene dado por la suma de los costos fijos y variables mensuales de tres meses los cuales tiene como fin cubrir los costos y gastos del tiempo que dura la implementación del año 1 que son tres meses.

Así mismo teniendo como objetivo el incrementar las ventas en un 5% anual es que los costos y gastos tienen un ascenso equivalente a ese aumento de las ventas.

La finalidad es determinar si la empresa contará con ganancias a fin de cada año después del pago de los impuestos que se ve reflejado en la Tabla 38.

Tabla 38

Resumen de ventas pronosticadas por año

Descripción	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Unidades	28,800		30,240		31,752		33,340		35,006.58	
Valor venta	S/.	6.8	S/.	6.8	S/.	6.8	S/.	6.8	S/.	6.8
Total de ventas (V.V)	S/.	195,254	S/.	205,017	S/.	215,268	S/.	226,031	S/.	237,333
IGV 18%	S/.	35,146	S/.	36,903	S/.	38,748	S/.	40,686	S/.	42,720
Total de ventas (P.V)	S/.	230,400	S/.	241,920	S/.	254,016	S/.	266,717	S/.	280,053

Tabla 39

Flujo Económico

Descripción	Año inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	S/20,994.00					
Capital de Trabajo	S/29,290.46					
Ingresos		S/230,400.00	S/241,920.00	S/254,016.00	S/266,716.80	S/280,052.64
Costos directos		S/79,444.87	S/111,222.81	S/116,783.96	S/122,623.15	S/128,754.31
Gastos pre operativos		-	-	-	-	-
Gastos administrativos		S/8,426.52	S/11,797.13	S/12,386.98	S/13,006.33	S/13,656.65
Otros gastos		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad Bruta		S/142,528.61	S/118,900.06	S/124,845.06	S/131,087.31	S/137,641.68
Depreciación		S/1,603.40	S/1,603.40	S/1,603.40	S/1,603.40	S/1,603.40
UdB		S/140,925.21	S/117,296.66	S/123,241.66	S/129,483.91	S/136,038.28
Impuesto		S/35,145.76	S/36,903.05	S/38,748.20	S/40,685.61	S/42,719.89
Flujo Económico	-S/50,284.46	S/105,779.45	S/80,393.61	S/84,493.46	S/88,798.30	S/93,318.38

5.2.5 VAN

Antes de calcular el valor actual neto (VAN), es preciso aclarar que es el valor actual de todos los flujos de caja futuro que generará inversión, descontados a una tasa de interés específica, menos la inversión inicial. Este indicador nos permite medir la rentabilidad total de la inversión en términos monetarios. Es por eso que debemos tener en cuenta que, si el VAN es igual a 0, resulta que el proyecto ni gana ni pierde valor; si el VAN es positivo, se concluye que el proyecto es rentable ya que genera ganancias y si el VAN resulta ser negativo, el proyecto no será rentable, porque el flujo de caja no compensa la inversión inicial.

Una vez definidos los valores que se pueden obtener del VAN se realiza el cálculo para hallarlo aplicando la siguiente fórmula:

$$VAN = I_0 + \sum \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Dónde: F_t = beneficio neto en el período t (años proyectados).

k = tasa de descuento (25%).

De esta manera, el VAN para la empresa AQUA MIA EIRL será de S/156,801.61, calculado de la siguiente manera:

$$VAN = -50,284.46 + \frac{105,779.45}{(1+0.25)} + \frac{80,393.61}{(1+0.25)^2} + \frac{84,493.46}{(1+0.25)^3} + \frac{88,798.30}{(1+0.25)^4} + \frac{93,318.38}{(1+0.25)^5}$$

$$VAN = S/156,801.61$$

Como se observa el VAN es mayor a 0, lo que significa que el proyecto de inversión refleja ganancias y es rentable.

5.2.6 TIR

Para el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), es preciso recordar que es “la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto” (economipedia, 2020, pág. 1). Para ello debemos tener en cuenta la interpretación de la TIR, dado que si esta es mayor a la tasa de descuento se determina que el proyecto es rentable; caso contrario sucede si la TIR es menor que la tasa de descuento dando como resultado la no rentabilidad de la inversión.

Este cálculo se hace usando la siguiente fórmula e igualando el valor del VAN a 0:

$$\text{VAN} = I_0 + \sum \frac{F_t}{(1 + \text{TIR})^t}$$

$$0 = -50,284.46 + \frac{105,779.45}{(1 + \text{TIR})} + \frac{80,393.6}{(1 + \text{TIR})^2} + \frac{84,493.46}{(1 + \text{TIR})^3} + \frac{88,798.30}{(1 + \text{TIR})^4} + \frac{93,318.38}{(1 + \text{TIR})^5}$$

$$\text{TIR} = 194\%$$

La TIR calculada es de 194%, lo que significa que este valor es mayor a la tasa de descuento concluyendo que el proyecto es rentable.

Teniendo en cuenta que nuestro punto de equilibrio mensual es 1124 unidades y nuestras ventas pronosticadas y solicitadas por la empresa son de 28800 unidades anuales y contando ya con el análisis del VAN y el TIR, se concluye que el proyecto de inversión presenta un valor actual neto de S/156,801.61, lo que significa que se logra recuperar la inversión, el capital de trabajo y genera utilidad.

De manera que el proyecto resulta llamativo en cuanto a inversión – beneficio y que se logrará cumplir con las expectativas solicitadas por el dueño de la empresa.

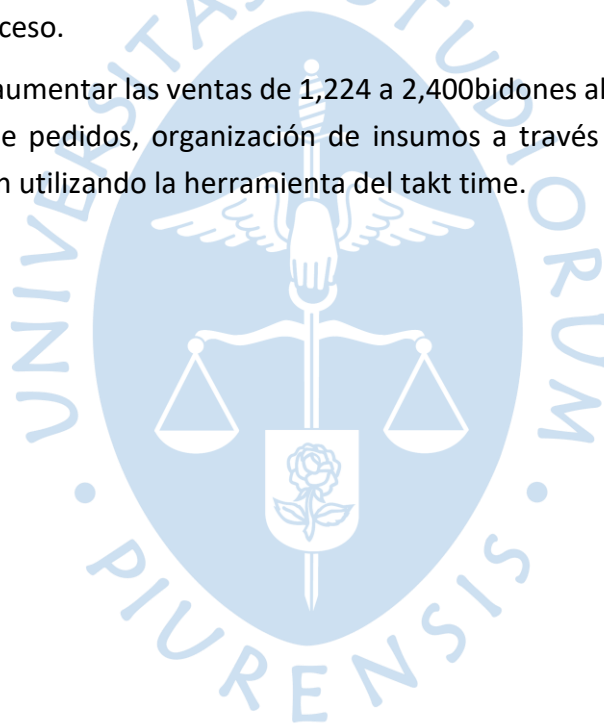
Conclusiones

Mediante la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*, se ha logrado identificar y abordar problemas reales en la cadena de valor de Aqua Mia EIRL.

Se logró identificar oportunidades de mejora y las herramientas necesarias para eliminar o reducir los problemas existentes en la cadena de valor de la empresa Aqua Mia EIRL, para que de esta manera puedan atender todos los pedidos requeridos por sus clientes gracias al uso de la herramienta *Heijunka* que les permite programar los pedidos de forma ordenada y producir las cantidades necesarias para que se puedan atender con el tiempo necesario.

Se reorganizó el área de producción haciendo uso de la herramienta de la 5S, obteniendo una organización más adecuada de la materia prima e insumos necesarios para el proceso, logrando así eliminar los tiempos muertos que se tenía buscando algunas veces los materiales para el proceso.

El objetivo de aumentar las ventas de 1,224 a 2,400 bidones al mes se basa en mejoras en la programación de pedidos, organización de insumos a través de 5S y mejoras en los tiempos de producción utilizando la herramienta del takt time.



Recomendaciones

Es fundamental mantener un seguimiento continuo de las mejoras implementadas para garantizar su efectividad a largo plazo y realizar ajustes según sea necesario.

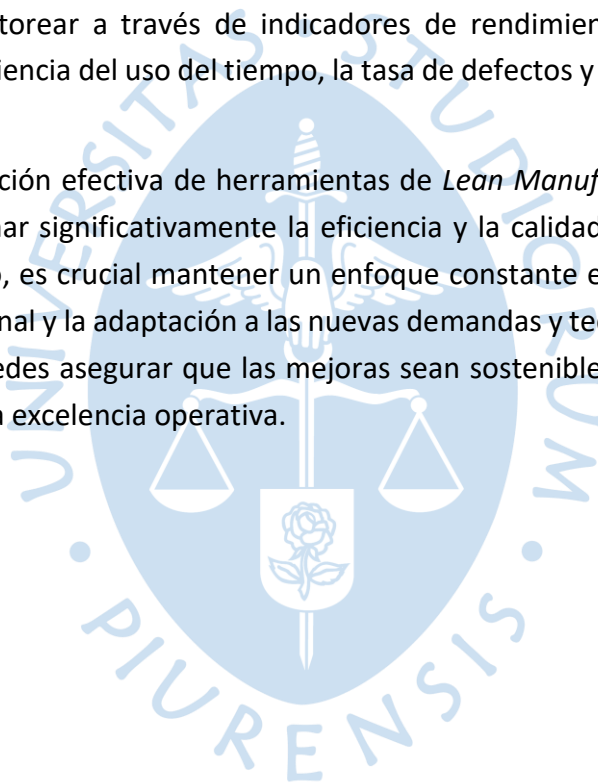
Se recomienda capacitar al personal de manera regular en las herramientas y metodologías utilizadas para asegurar su correcta aplicación y maximizar los beneficios.

Es importante mantener un enfoque centrado en el cliente y en la mejora continua para mantener la competitividad en el mercado y alcanzar los objetivos de ventas establecidos.

Establecer canales claros para recibir y actuar sobre el *feedback* de los empleados. Sus observaciones diarias pueden aportar valiosas ideas de mejora.

Definir y monitorear a través de indicadores de rendimientos relevantes como el tiempo de ciclo, la eficiencia del uso del tiempo, la tasa de defectos y el cumplimiento del *takt time*.

La implementación efectiva de herramientas de *Lean Manufacturing* y el balance de línea puede transformar significativamente la eficiencia y la calidad de la producción en tu empresa. Sin embargo, es crucial mantener un enfoque constante en la mejora continua, la capacitación del personal y la adaptación a las nuevas demandas y tecnologías. Al seguir estas recomendaciones, puedes asegurar que las mejoras sean sostenibles y que tu empresa siga evolucionando hacia la excelencia operativa.



Referencias

- agualimpia*. (s.d.). Obtido de agualimpia: <https://www.agualimpia.mx/products/filtro-agua-cloro-tinaco>
- AR Racking*. (2 de junio de 2023). Obtido de AR Racking: <https://www.ar-racking.com/pe/blog/metodo-just-in-time-en-almacen-que-es-ventajas-y-como-se-aplica/>
- Aula 21*. (s.d.). Obtido de Aula 21: <https://www.cursosaula21.com/que-es-lean-manufacturing/>
- Businessmap*. (2020). Obtido de Businessmap: <https://businessmap.io/es/gestion-lean/flujo-continuo/que-es-heijunka>
- Calle, A., Sandoval, P., Castillo, J., Córdova, P., & Larrain, J. (noviembre de 2020). *Diseño de una planta procesadora de gelatina a partir de la harina de camu camu en piura*. Piura.
- Carlos Marte. (24 de Noviembre de 2020). *AMBIT BST*. Obtido de AMBIT BST: <https://www.ambit-bst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm>
- conselva*. (s.d.). Obtido de conselva: <https://conselva.com/producto/tanque-hidroneumatico-vert-100-lts-varem-pentax/>
- economipedia. (2020). *Valor actual neto (VAN)*. Obtido de <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Filtra shop*. (s.d.). Obtido de Filtra shop: <https://filtrashop.com/categoria-producto/tratamiento-de-agua/lamparas-uv-de-luz-ultravioleta-para-agua/>
- Geinfor*. (s.d.). Obtido de Geinfor: <https://geinfor.com/que-es-andon-sistema-de-control-visual-de-produccion/>
- Geinfor*. (s.d.). Obtido de Geinfor: <https://geinfor.com/que-es-el-sistema-just-in-time/>
- Gob.pe. (setiembre de 2019). *Plataforma Digital Única para Orientación al Ciudadano (Gob.pe)*. Obtido de Plataforma Digital Única para Orientación al Ciudadano (Gob.pe): https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/376384/articulo_principal_SETIEMBR E.pdf
- Gob.pe. (14 de enero de 2024). *Plataforma Digital Única del Estado Peruano para Orientación al Ciudadano (GOB)*. Obtido de Plataforma Digital Única del Estado Peruano para Orientación al Ciudadano (GOB): <https://www.gob.pe/218-seguro-regular-essalud-seguro-aportes>
- Gop.pe. (sf). *Plataforma Digital Única para Orientación al Ciudadano (Gop.pe)*. Obtido de Plataforma Digital Única para Orientación al Ciudadano (Gop.pe): https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2925494/guia_para_el_descanso_vacacional.pdf

- Ingeniería de calidad.* (s.d.). Obtido de Ingeniería de calidad: <https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/09/historia-del-lean-manufacturing.html>
- Ingrid Pastor. (s.d.). *Lean Construction México.* Obtido de Lean Construction México: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/definici%C3%B3n-de-just-in-time-control-autom%C3%A1tico-de-defectos>
- Instituto de Productividad Empresarial Aplicada.* (s.d.). Obtido de Instituto de Productividad Empresarial Aplicada: <https://www.ipeaformacion.com/herramientas-lean/just-in-time-jit-o-justo-a-tiempo/>
- José Francisco López. (27 de setiembre de 2019). *economipedia.* Obtido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/taylorismo.html>
- José Francisco López. (1 de febrero de 2020). *economipedia.* Obtido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/fordismo.html>
- Kanbanize.* (s.d.). Obtido de Kanbanize: <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>
- Marin, C. (8 de Noviembre de 2021). *Blog SEAS.* Obtido de <https://www.seas.es/blog/produccion-mantenimiento/taiichi-ohno-creador-del-tps/>
- Marín-García, & Mateo-Martínez. (noviembre de 2013).
- Matías, J. C., & Idoipe, A. V. (2013). *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación.* Madrid: Fundación EOI.
- Mega ozono.* (s.d.). Obtido de <https://megaozono.pe/product-tag/ozonomic/>
- megaozono.* (s.d.). Obtido de megaozono: <https://megaozono.pe/product/filtros-multimedia/>
- rankmi. (sf). *rankmi.* Obtido de rankmi: <https://www.rankmi.com/blog/calculo-de-gratificaciones-claves-para-empresas-en-peru>
- Roberto Minaya V. (3 de Junio de 2013). *Senseilean.blogspot.* Obtido de Senseilean.blogspot: <http://senseilean.blogspot.com/2013/06/lean-manufacturing-celdas-de-manufactura.html#:~:text=Una%20celda%20de%20manufactura%20son,para%20producir%20otro%20producto%20semejante.>
- Rodrigo González González y Jorge Jimeno Bernal. (2012). *pdcahome.* Obtido de pdcahome: <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- saamiseg.* (s.d.). Obtido de saamiseg: <https://tienda.saamiseg.com/inicio/3-jet-cam-100-pentax-1hp.html>
- Sexto, L. F. (11 de abril de 2017). *LinkedIn.* Obtido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/seiichi-nakajima-un-legado-de-constancia-y-resultados-sexto/>
- Todo agua.* (s.d.). Obtido de Todo agua: <https://purificadoragua.tododeagua.mx/filtro/filtros-punto-de-entrada-toda-la-casa-filtro-de-cartucho-para-sedimentos-punto-entrada-112-lpm-20-micras-1-poebf-bb20-20-hidrocl>
- Tomás, F., & Elena, T. (2004). *Biografías y Vidas.* Obtido de Biografías y Vidas: https://www.biografiasyvidas.com/historia/revolucion_industrial.htm

Wattco. (s.d.). Obtido de Wattco: <https://www.wattco.com/es/casestudy/los-tableros-de-control-digital-en-la-industria-de-calefaccion/>



Anexos



Anexo A. Cotización de la fabricación de los 4 rack

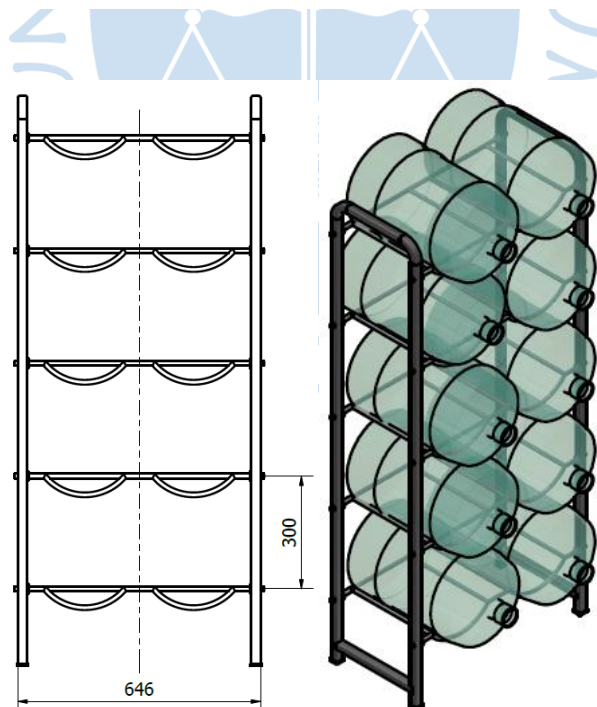
COTIZACIÓN A TODO COSTO

COTIZACION N° 020 – 2023

REF:

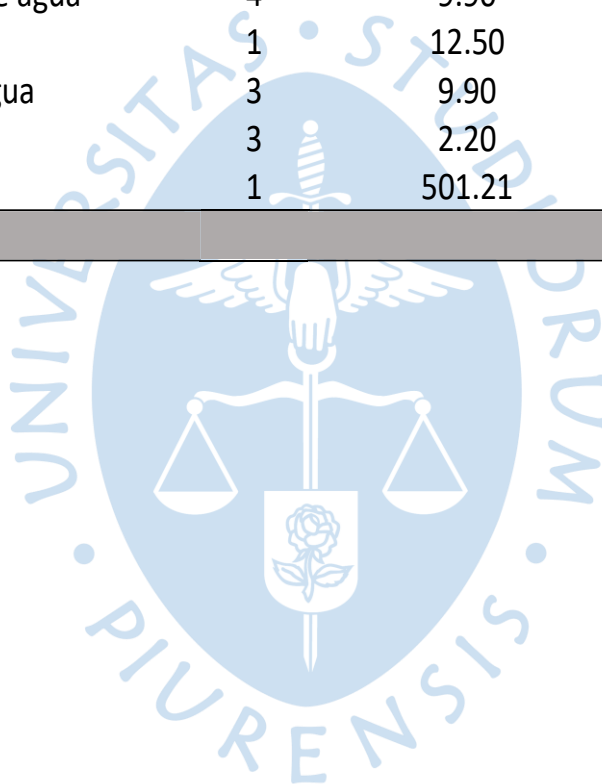
FABRICACION DE 04 RACK PARA BIDONES DE AGUA

DETALLE DEL SERVICIO	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<ul style="list-style-type: none"> ➤ FABRICACION DE RACK EN TUBO CUADRADO DE 1" X 1.5mm EN ACERO INOXIDABLE C304L. ➤ INSTALACION DE SOPORTES PARA LOS BIDONES EN REDONDO LISO DE 3/8" DE ACERO INOXIDABLE 304L. ➤ SOLDADO DE TODA LA ESTRUCTURA EN PROCESO TIG, LIMPIEZA Y PULIDO DE LA ESTRUCTURA. ➤ CADA RACK ESTA ADECUADO PARA 10 BIDONES LLENOS DE AGUA. ➤ INCLUYE INSTALACION DE LOS MISMOS (ANCLADOS A LA PARED) 	04	S/ 1,900.00	S/ 7,600.00
SUB TOTAL		S/	7,600.00
IGV		S/	1,368.00
TOTAL		S/	8,968.00



Anexo B. Cotización de la fabricación de los 2 lavadores de cemento

Detalle del Servicio	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Varillas de ½	3	40.13	S/. 120.39
Bolsa de cemento	1	29	S/. 29.00
Tubo de 4 pulgadas	1	20	S/. 20.00
Lavadores de aluminio	2	199	S/. 398.00
Llave de paso de agua de 1/2	1	4.30	S/. 4.30
Tubo de 1/2	3	9.90	S/. 29.70
Codos de embone de 1/2	6	1.50	S/. 9.00
Llaves universales de agua	4	9.90	S/. 39.60
Pegamento Oatey	1	12.50	S/. 12.50
Llaves de paso de agua	3	9.90	S/. 29.70
Teflón	3	2.20	S/. 6.60
Mano de Obra	1	501.21	S/. 501.21
Total			S/. 1,200.00



Anexo D. Control de limpieza diario para ayudar el plan de limpieza

		CONTROL DE LIMPIEZA														
MES		ÁREA														
		PLANTA DE AGUA DE BIDONES DE MESA														
LOS SIGUIENTES ELEMENTOS SE ENCUENTRAN LIMPIOS/EN FUNCIONAMIENTO:		DÍAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN														
		DÍA 1:		DÍA 2:		DÍA 3:		DÍA 4:		DÍA 5:		DÍA 6:		DÍA 7:		
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
EXTERIOR	Limpieza de Paredes															
	Limpieza de Corredores															
	Limpieza Puerta de ingreso															
INTERIOR	Pisos															
	Paredes															
	Techos															
	Puertas y divisiones															
EQUIPOS DE PLANTA	Bomba inox															
	Hidroneumático															
	Filtros Multimedia															
	Filtros de Carbón															
	Filtros de Sedimentos															
	Sistema de Luz Ultravioleta															
	Equipo Generador de Ozono															
	Tablero Eléctrico															
ELEMENTOS DE BIOSEGURIDAD	El personal usa tapabocas															
	El personal usa guantes de nitrilo															
	El personal usa Protección visual															
HORA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	Hora Limpieza y Desinfección:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:		HORA:	
	DÍA 1	Nombres y Apellidos del Responsable:														
	DÍA 2	Nombres y Apellidos del Responsable:														
	DÍA 3	Nombres y Apellidos del Responsable:														
	DÍA 4	Nombres y Apellidos del Responsable:														
	DÍA 5	Nombres y Apellidos del Responsable:														
	DÍA 6	Nombres y Apellidos del Responsable:														
	DÍA 7	Nombres y Apellidos del Responsable:														
Detallar condiciones y/o recomendaciones (si aplica)																