



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

VFI DE HONDURAS, MAZAPÁN DC (ZN)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

RIGOBERTO CERNA CASTRO

21641284

ASESOR: ING. HEGEL LÓPEZ

CAMPUS: SAN PEDRO SULA

JUNIO, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

En este documento se presentará el trabajo realizado durante 10 semanas en la empresa VFI De Honduras como ingeniero de procesos. Se mostrarán algunos de los proyectos más relevantes realizados durante las 10 semanas de práctica profesional. El ingeniero de procesos es de vital importancia en la empresa ya que vela por el bienestar de todos los procesos de la planta, es decir, no se enfoca en un solo proceso, sino que, se enfoca en toda la planta de forma general. Para poder llevar a cabo esta función el practicante estudio cada proceso al 100% utilizando herramientas Lean Six Sigma para poder llevar a cabo el desarrollo de sus labores diarias de forma correcta y buscando siempre la mejora continua, elevando la calidad y la eficiencia de los procesos de la empresa. Se demuestra como con habilidades técnicas de ingeniero en mecatrónica se logra tener una resolución de conflictos y propuestas de mejora para la empresa.

Índice

Autorización	2
Hoja de Firmas	3
I. INTRODUCCIÓN	7
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	8
2.1 Descripción de La Empresa	8
2.1.1 Misión.....	9
2.1.2 Visión.....	10
2.1.3 Valores de La Empresa.....	10
2.2 Descripción del departamento	11
2.3 Objetivos de puesto	11
2.3.1 Objetivo General.....	12
2.3.2 Objetivos Específicos	12
III. MARCO TEÓRICO	13
3.1 Industria Manufacturera	13
3.1.2 Industria Maquilera y Textil.....	14
3.1.3 Industria 4.0.....	15
3.2 Mejora Continua	16
3.2.1 Metodología Lean	16
3.2.2 Metodología Six Sigma.....	19
3.2.3 D.M.A.I.C.....	19
3.2.4 Beneficios de utilizar Lean y Six Sigma.....	20
3.3 Herramientas De Ingeniería Para Simulación.....	21
3.3.1 SolidWorks	21
3.3.2 Auto CAD	23
3.4 Automatización en la industria maquilera.....	23
3.4.1 PLC.....	24
3.4.2 Arduino	26
III. DESARROLLO	28
3.1 Descripción del trabajo desarrollado.....	28

3.1.1 Diseño de Línea de Producción.....	29
3.1.2 Mejora De Proceso En Exportación De Contenedores Con Carga Compartida	33
3.1.3 Automatización de la iluminación en el edificio	36
3.2 Cronograma de Actividades.....	37
IV. CONCLUSIONES.....	39
V. Recomendaciones	40
5.1 Recomendaciones a La Universidad.....	40
5.2 Recomendaciones a La Empresa	40

Índice de Figuras

Figura 1. Logo de Fruit of the Loom Inc.	8
Figura 2 Dentro de una maquila hondureña.....	15
Figura 3 Almacenaje corriente (a la izquierda); kitteo (a la derecha).....	18
Figura 4 Herramientas de cultivo de la vida real y sus modelos 3D: (a) estándar, (b) experimental (c) disco.....	22
Figura 5 PLC SIMATIC S7-1200	25
Figura 6. Diagrama Eléctrico de 3 motores	26
Figura 7 `Placa electrónica Arduino Uno	27
Figura 8 Diseño del piso de producción en 3D.....	30
Figura 9 Vista isométrica del piso de producción.....	30
Figura 10 Plano arquitectónico del area de pick floor	32
Figura 11 Diseño 2D de nueva línea de producción	33
Figura 12 Placa De Control De Calidad para contenedores LTL.....	34
Figura 13 Flujograma del proceso de colocación de placas para el control de calidad	35
Figura 14 Plano utilizado para capacitar al auditor	36
Figura 15 Diagrama de conexión de temporizador	37
Figura 16 Cronograma de actividades.....	38

I. INTRODUCCIÓN

La mejora continua y el desarrollo en investigación de procesos industriales innovadores son los principales problemas para muchos rubros los cuales dependen de un trabajo donde la mano de obra humana es indispensable. Es por ello que por medio de la mecatrónica se busca simplificar y hacer más precisos estos procesos que pueden hacer erróneamente un operador. Muchos rubros idean sus propios equipos, creados en su entorno, para llevar a cabo diferentes procesos, los cuales son necesarios para poder llegar a lo que es el producto final y listo para exportación de las empresas. En el caso de este informe se estará hablando más de la parte textil de honduras siendo más específico de la empresa Fruit of the Loom inc. La cual abrió sus puertas para poder desarrollar la práctica profesional como ingeniero de procesos.

Se describirá lo realizado en 10 semanas dentro de la empresa VFI de Honduras la cual es parte de Fruit of the Loom inc. Es más conocida como Mazapán DC ya que es el centro de distribución de las plantas vecinas que envían prendas terminadas para su correcto almacenaje y empaque. Esta empresa su función es poder exportar la mayor cantidad de docenas ya sea de pantalones, ropa interior, camisetas y sudaderas de las diferentes marcas que están dentro de la empresa. Siendo parte del equipo administrativo se trabajará junto con los departamentos de calidad (Quality Control) y procesos (Process Engineering) para implementar nuevas ideas y proyectos para la mejora continua de procesos siempre tomando en cuenta la calidad del producto y sus ventajas a la hora de producirlos. También se expondrá soporte que somete el departamento de procesos a los demás departamentos para el correcto funcionamiento de la empresa. A partir de los diferentes proyectos que se implementaran, se espera poder contribuir positivamente con los diferentes procesos ya sea a reducir los tiempos de producción, a mejorar los procesos ya establecidos y a aportar nuevas ideas para el beneficio de todos.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se expondrá un poco la historia y la principal función de la industria manufacturera alrededor del mundo, en específico, de Fruit of the Loom. Se mencionarán los campos en los cuales la industria textil se basa, así como las diferentes áreas que estas abarcan en el trabajo diario.

2.1 Descripción de La Empresa



Figura 1. Logo de Fruit of the Loom Inc.

Fruit of the Loom es una marca reconocida a nivel internacional gracias a su alta calidad de productos, así como su longevidad dentro del mercado elaborando artículos de ropa para hombres, mujeres y niños. En los últimos años Fruit of the Loom inc. Se hizo dueña de otras marcas como lo son Russel Athletic, marca de ropa deportiva, Vanity Fair, marca de ropa interior para dama y Spalding marca deportiva de la cual se hacen balones y equipo deportivo. En la actualidad Fruit of the Loom es una de las compañías más grandes de la industria textil en Honduras, en Estados Unidos es el mayor vendedor de calzoncillos de hombre hasta el día de hoy. Fruit of the Loom tiene más de 160 años produciendo diferentes artículos de moda que se han adaptado a las necesidades de la clientela como por ejemplo su nueva línea de mascarillas para combatir la pandemia del COVID-19.

Con el equipo de Fruit of the Loom se logró investigar un poco de sus orígenes y ellos mencionan que la compañía inicio en la década de los 1800s en Rhode Island, esta fue originalmente integrada por los hermanos Benjamin y Robert Knight, que fue conocida anteriormente como la corporación B.B. and R. Knight, iniciando su primera fábrica en 1851. Cinco años después en 1856,

la compañía obtuvo su conocido nombre de "Fruit of the Loom" ya que Robert Knight visitó a su cliente y amigo Rufus Steel, al observar a su hija realizar pinturas de manzana en los rollos de tela que este vendía, obteniendo y patentando su nombre en 1871. Fruit of the Loom toma en serio la responsabilidad social y se esfuerza por brindar apoyo a las comunidades en las que se encuentran sus instalaciones. También se compromete a garantizar que opera de manera socialmente responsable para proteger los derechos de sus empleados, socios, etc. Por último, Fruit of the Loom se compromete a tomar medidas proactivas para reducir su impacto en el medio ambiente. Cumple con todas las leyes y normativas medioambientales y se esfuerza por ser lo más ecológico posible, así mismo, las empresas a las que le compra las materias primas que Fruit of the Loom necesita para llevar a cabo sus productos deben ser igual de responsables con las leyes de cada país.

Algunos de los valores fundamentales que cementan la responsabilidad con la perfección son "Orientados a los resultados", "Orientados a la acción" y "El compromiso con la excelencia", son algunos de los pilares en los cuales esta empresa basa su criterio para llevar a cabo los diferentes procesos que hacen que cada una de sus prendas sea reconocida a nivel mundial. Como parte de este compromiso el estudiante que llega a realizar la práctica profesional con ellos deberá cumplir con todas las normas de la empresa para poder garantizar una correcta función dentro de la misma. El practicante llevará proyectos junto con su supervisor y llevará a cabo distintas tareas a lo largo del día siempre con un propósito nuevo y para garantizar la producción de docenas, contribuyendo en gran parte con la sostenibilidad de la empresa. Se estará enfocando en lo que es el área de mejora continua con las herramientas que nos brinda la metodología seis sigmas para el correcto análisis de la mejora de procesos. Siempre orientado a la Calidad máxima que se pueda obtener y con el mejor retorno de inversión que se pueda obtener. La eficiencia es clave en esta empresa y por ello el practicante deberá de poder proponer ideas que logren mejorar esta hasta obtener un proceso optimizado al máximo.

2.1.1 Misión

La misión de Fruit of the Loom es "Generar un impacto positivo en la calidad de vida de todas las personas cuyas vidas se ven afectadas por la producción y el consumo de nuestros productos enfocándonos en nuestros Principios Operativos y Código de Conducta."

2.1.2 Visión

La visión de Fruit of the Loom es la siguiente "Al retener a las mejores personas, en 2025 Fruit of the Loom será el socio preferido de nuestros clientes ofreciendo servicios totalmente integrados en nuestros mercados elegidos.

2.1.3 Valores de La Empresa

Los valores de la empresa Fruit of the Loom inc. Se basan en el bienestar de todos sus empleados y de sus clientes en breve se mencionará los principales valores de la empresa.

1. Centrado en el cliente

La satisfacción del cliente es primordial. Nos enfocamos continuamente en el más alto nivel de servicio al cliente a través del cultivo de relaciones a largo plazo.

2. Innovación

Nos esforzamos por redefinir el estándar de excelencia agregando valor a través de equipos inspirados, innovadores y empoderados.

3. Apreciar a la gente

Las personas son nuestro mayor activo. Estamos comprometidos a crear un ambiente de trabajo divertido y satisfactorio y a brindar oportunidades de crecimiento para todos los miembros del equipo.

4. Comunidad

Damos nuestro tiempo y talento para construir relaciones sólidas dentro de la empresa y en las comunidades a las que servimos; nuestra cultura de dar reconoce la importancia que le damos a ambos.

5. Integridad

Estamos orgullosos de trabajar en Russell y operar con un comportamiento profesional honesto, directo.

6. La seguridad

La seguridad es más que un programa o una política. Honramos un compromiso personal con la seguridad en todos los niveles de nuestra organización.

2.2 Descripción del departamento

En Fruit of the Loom, el personal es uno de los recursos más valiosos que considera la empresa, por esto mismo las responsabilidades designadas para cada uno de los asociados están íntimamente conectadas a los resultados obtenidos. En este caso se estará haciendo partes de los departamentos de ingeniería de procesos y Calidad, El ingeniero de procesos es el responsable de diseñar, implementar, controlar y optimizar procesos industriales, así como maquinaria industrial para transformar o integrar materia prima en el producto finalizado. El departamento es guiado por un gerente de ingeniería el cual lleva el control directo y la supervisión de cada uno de los proyectos, mejoras y labores que se llevan a cabo dentro del departamento, así como dar la pauta para los pasos a seguir dentro de cada uno de los avances de dichas actividades. El departamento de calidad por otro lado vela por la calidad valga la redundancia de todo lo exportado, maneja el control de producción y de exportación y a la vez se encarga de dar apoyo al departamento de procesos para poder garantizar un proceso con un alto grado de calidad. El departamento es manejado por un gerente de calidad, luego está el ingeniero de calidad que le reporta al gerente y luego están los auditores que llevan el control dentro de los procesos y que reportan irregularidades al ingeniero de calidad para el hacer análisis de producción en base a calidad.

Dentro de Fruit of the Loom, en la planta de VFI de Honduras, mejor conocida como (ZN) el ingeniero de procesos requiere de una labor de 5 días a la semana con 8 horas laborales diarias, comenzando la jornada a las 7 en punto de la mañana hasta las 4:30 de la tarde además de contar con el apoyo de los diversos departamentos que se encuentran en planta, así también como los diferentes ingenieros de procesos en otras plantas.

2.3 Objetivos de puesto

A continuación, se detallará el objetivo general y los objetivos específicos del puesto laboral de Ingeniero de procesos e ingeniero de calidad en el departamento de Procesos, en la empresa Fruit Of The Loom inc.

2.3.1 Objetivo General

Ejecutando funciones diarias, los ingenieros de procesos velan por la mejora continua en cada proceso de la planta y en equipos para la fabricación, monitorean los equipos a través de pruebas regulares y brindan una supervisión estratégica de los procesos que se implementan y los ingenieros de calidad velan por que todos estos procesos cumplan con los estándares de calidad, para poder mantener la empresa con un alto grado de calidad.

2.3.2 Objetivos Específicos

Durante la práctica profesional estos serán los objetivos específicos a cumplir de parte del practicante.

- Detectar oportunidades de automatización en el actual proceso de la planta.
- Supervisar la ejecución correcta de los actuales procesos de la planta.
- Diseñar y desarrollar mejoras en la utilización de espacios de la planta.
- Utilizar software CAD para visualizar de manera más detallada las áreas de mejora.

III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hablará de las herramientas más utilizadas en esta gran industria de lo que es el sector textil, y también se mostraran las maneras de implementar la industria 4.0 en la industria manufacturera hondureña. Como principal propósito intentaremos utilizar las herramientas aprendidas durante toda la carrera como ingeniero en mecánica para poder llevar a cabo mejoras en los procesos de la empresa para poder mejorar en todos los aspectos y llevar un mejor control de las operaciones.

3.1 Industria Manufacturera

Honduras es uno de los países más pobres de Latinoamérica, se sabe que para el año 2019 Honduras era el segundo país más pobre de Centroamérica, esto es algo que llama mucho la atención ya que, siendo el segundo país más pobre, también es uno de los países más competentes en la región en el ámbito de la manufactura de productos para exportación. Históricamente, la economía nacional ha dependido del sector primario, principalmente en las exportaciones de banano y café alrededor del mundo. Sin embargo, la economía nacional de Honduras, en las últimas 5 décadas, se ha diversificado de una manera extraordinaria. Desde entonces, la economía secundaria, incluyendo la industria manufacturera de la cual es el enfoque de este informe varia bastante ya que ahora existen muchas empresas dedicadas a lo que es la metalurgia, el empaquetamiento con polímeros y vidrios, generación de energía tradicional y renovables, la fabricación de partes automovilísticas, entre otra gran variedad de productos que la economía demanda. Es por ello que hay que considerar como Honduras paso a ser un país con un alto valor en la manufactura ya que sus productos son de vital importancia en la vida diaria de los estadounidenses que es a los que más se les envía producto. (Kattan et al., 2019)

En el mundo el rápido crecimiento económico ha dado lugar a una competencia cada vez más fuerte tanto en la fabricación e industrias de servicios La creciente demanda del mercado, aproximadamente un 671% desde 1970, ha puesto empresas en feroz competencia para mantenerse a la vanguardia entre otros competidores con el fin de satisfacer el mercado

demanda. Junto con este desarrollo global, las empresas de fabricación no solo deberían pensar en producción, sino que también comience a centrarse en la eficiencia y eficacia de la cadena de actividades desde la etapa de aprovisionamiento de materias primas hasta la entrega de productos terminados. Es más, La cadena de suministro se puede definir como una cadena integrada en una red desde el principio hasta el final. La gestión de la cadena de suministro es un concepto que integra a todas las partes en la cadena de valor general existente en el sistema que debe gestionarse como activo de la empresa. (Pardamean Gultom & Wibisono, 2019)

3.1.2 Industria Maquilera y Textil

La industria maquilera ha prosperado en Honduras por ser la de mayor demanda dentro del territorio hondureño, gracias a las empresas nacionales y multinacionales que se han establecido en el país y que año tras año mantienen esa relación con el territorio hondureño. Esta industria cuenta con la mayor generación de empleos ya que la mano de obra es lo que más necesitan para suplir la demanda a nivel mundial, a diario se exportan contenedores llenos de mercancía, es por ello que esta industria ocupa una cantidad de mano de obra mayor a los demás sectores. Se calcula que por lo menos esta industria genera unos 500,000 trabajos indirectos y 146,000 directos. Esta industria es donde más se puede encontrar una oportunidad de empleo para las personas que quieren salir adelante, desde Operadores de máquina, auditores de calidad, personal de producción y personal administrativo. Sus principales compradores son clientes provenientes de los Estados Unidos de América, de igual manera Honduras es uno de los mayores clientes de los Estados Unidos en la compra de hilos para poder producir las prendas que salen a exportación. Es un ciclo muy grande de los cuales al final todos los países involucrados y todas las empresas involucradas se dan remuneraciones monetarias de buen valor. Con todo lo anteriormente mencionado, Honduras, según los autores de la investigación, "Manufactura en Honduras, breve panorama de las industrias locales" podría considerarse una potencia mundial en la manufactura de textiles. Actualmente en Honduras existen 79 empresas textiles registradas en la Asociación hondureña de maquiladores para el 2018. De estas 79 el 32.9% son originarias de Honduras y el resto son originarias de los Estados Unidos, Canadá, Corea Del Sur. (Kattan et al., 2019)



Figura 2 Dentro de una maquila hondureña

Fuente: (Asociación Hondureña de Maquiladores, 2016)

3.1.3 Industria 4.0

El mundo industrial está mejorando actualmente y también se está transformando hacia una industria más avanzada. Una de estas transformaciones tiene una gran influencia en las empresas manufactureras que se puede ver en la demanda cada vez más compleja y variada del mercado de productos que incitan a las empresas a comenzar a utilizar Internet y el mundo digital en el proceso de producción. La utilización de Internet y el mundo digital como tecnología avanzada es la clave principal en los esfuerzos por aumentar la productividad. Esta tendencia ha sido propuesta por Alemania llamada Industria 4.0, que tiene como objetivo mejorar la comunicación entre personas, máquinas y otros recursos para que el proceso de producción sea controlado de forma centralizada y autónoma. (Tan et al., 2020)

Para trabajar en la Industria 4.0 las empresas digitales requieren hoy de especialistas con calificación muy superior al nivel actual de operadores de producción de la Industria 3.0. Los cuadros de Industria 4.0 deben adquirir nuevos conocimientos y habilidades orientados a trabajar en la división de producción cibernética y física. Las funciones de trabajo clave del personal y las acciones de trabajo en la producción de la Industria 3.0 son especialistas con presencia personal en la mayoría de las operaciones tecnológicas, que se realizan parcialmente con trabajos

manuales. La producción automática de Industria 4.0 con documentación técnica electrónica e intercambio de documentos electrónicos en general minimizan la participación humana en la realización de las tareas de producción y en la mayoría de las operaciones tecnológicas no hay operaciones manuales. La mayoría de las operaciones tecnológicas se realizan en empresas digitales con sistemas multi-operacionales cibernéticos, físicos y manipuladores robóticos. (Zakoldaev et al., 2020)

3.2 Mejora Continua

Los procesos cambian todo el tiempo, conforme el tiempo avanza se inventan nuevos productos y por ende nuevos procesos que se necesitan adaptar a las industrias, es por ello que los ingenieros de procesos deberían de mantener un alto grado de conocimiento de lo que está pasando en el mundo, la mejora continua de procesos es algo de lo que no se puede pasar por alto y por ello existen muchas herramientas para poder seguir mejorando a diario.

3.2.1 Metodología Lean

Lean se adopta de los principios de Kaizen, kanban y just-in-time. Este método es idéntico a la minimización de siete desechos a saber:

1. Sobreproducción: que se enfoca en para que hacer mas de lo que necesitamos vender. Causando problemas de almacenamiento y un menor flujo de productos.
2. defecto / rechazo (control de calidad): que se enfoca en controlar la calidad de un producto desde un principio para no tener que repetir los procesos para corregir los errores.
3. inventario innecesario: esto tiene bastante que ver con la sobreproducción o por no llevar un control en el area de planeación ya que se maneja inventario que no se moverá y solo abarcará espacio en nuestras bodegas.
4. procesamiento inadecuado
5. transporte excesivo: en no tener una ubicación bien pensada para nuestros procesos puede ser factor clave en los tiempos de entrega

6. tiempos muertos: tener personal sin hacer nada debido a alguna falla o por falta de materiales.
7. movimiento innecesario: tener un proceso que no sea ergonómico nos puede llevar a tener está perdida

Si bien muchos investigadores han clasificado los desechos en el entorno de fabricación, aquí se encuentran los desechos potenciales que se encuentran en la logística, como el inventario, el transporte, el espacio y las instalaciones, el tiempo, el empaque, la administración y el conocimiento. Lean se ha estudiado de forma independiente en relación con varios aspectos de la cadena de suministro, como el abastecimiento, la fabricación y la logística. Se cree que el desempeño de la cadena de suministro es propenso a sufrir interrupciones debido a una serie de variaciones, como las fluctuaciones de la demanda, el número de envíos y la calidad del producto. En este caso, se pueden observar algunas variaciones en factores como los plazos de entrega, las tasas de cumplimiento y las entregas a tiempo. Con base en estas teorías, se desarrollaron hipótesis relacionadas con las relaciones lean con el desempeño de la cadena de suministro. (Pardamean Gultom & Wibisono, 2019)

En los lugares donde tenemos un proceso ajustado continuo de ensamblaje es muy común apreciar metodologías lean para una mejor organización de la fábrica. A través de la fabricación ajustada, el concepto de un flujo de alimentación de material adecuado determinará la capacidad de la organización para satisfacer la demanda del cliente. En las líneas de montaje, es necesario restaurar las piezas sin ninguna interrupción, y es necesario reponer las piezas a lo largo de la línea de montaje según el plan de producción. El "kitting" es un proceso de alimentación de materiales a la estación de ensamblaje. Las piezas se clasifican y se transfieren a la estación de montaje en "kits" preclasificados, en los que hay una pieza de producto de montaje en cada "kit". Las razones iniciales para implementar el kitting en una línea de ensamblaje de producción generalmente involucran un sistema de ensamblaje en paralelo, producto con varios números de pieza, calidad del ensamblaje y productos con alto volumen. Con el equipamiento, las piezas se pueden equipar por adelantado antes de que se puedan entregar a la línea de montaje de producción. Por lo tanto, con el kitting, no se mantienen inventarios en el piso de producción. Hay algunos factores que deben tenerse en cuenta al implementar un ensamblaje de kit esbelto, como:

1. Se deben eliminar los desperdicios relacionados con el tiempo de inactividad de la máquina que provocan la formación de equipos inválidos.
2. El montaje del kit debe realizarse correctamente por primera vez.
3. Cualquier desperdicio que se encuentre en el ensamblaje del kit debe eliminarse.

El equipo de preparación de equipos recibirá una lista de los materiales que se prepararán del departamento de la tienda y luego, las piezas se entregarán mediante paletas al área de producción. Por lo tanto, los operadores de producción necesitan caminar para recoger los materiales requeridos en el área decidida. Como resultado, este método podría dar ventajas a Toyota tales como; la eliminación de actividades sin valor agregado, como la distancia a pie desde la estación de ensamblaje hasta los estantes de flujo para recoger materiales. Esto podría aumentar la concentración del operador en la instalación de piezas. Por lo tanto, aumenta el tiempo de valor agregado para el operador de montaje. Reduce la ocupación de espacio en el área de producción y crea áreas de trabajo limpias con mejor control. Proporciona una formación más ágil y sencilla para el operador de montaje, ya que el alcance del trabajo para los operadores se reduce. (Fansuri et al., 2017)

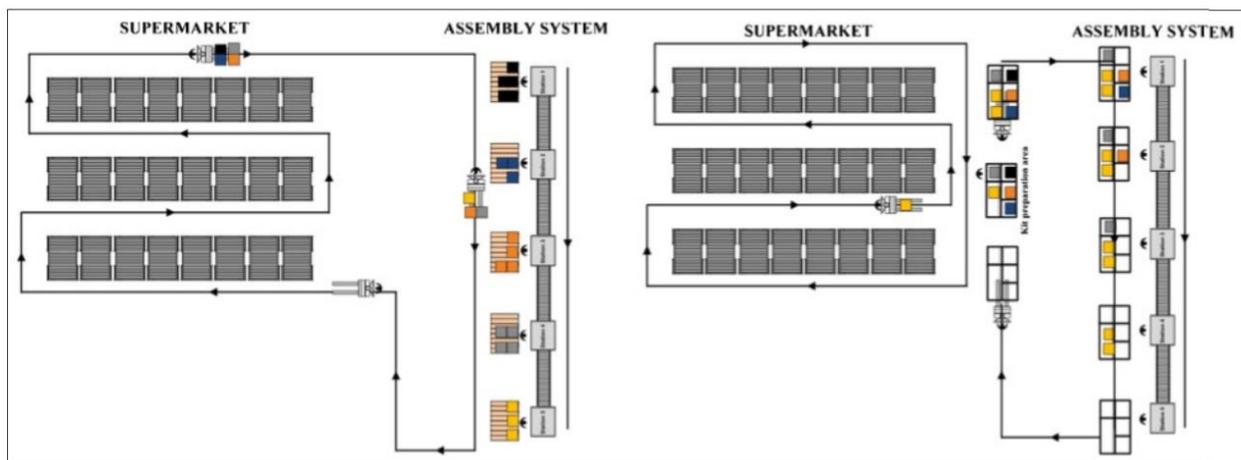


Figura 3 Almacenaje corriente (a la izquierda); kitteo (a la derecha)

Fuente: (Fansuri et al., 2017)

3.2.2 Metodología Six Sigma

Six sigma fue desarrollado por Motorola en la década de 1980. Six sigma es un proceso que tiene como objetivo ofrecer más valor a los clientes y las partes interesadas al centrarse en mejorar la calidad del producto y la productividad de la empresa. DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) es un enfoque estándar sugerido en la implementación de Six Sigma. La fase de definición es la primera etapa que define el problema a resolver o el objetivo de mejora del proceso. Una buena declaración de problema debe identificar al cliente y el CTQ (crítico para la calidad). La fase de medición se centra en cómo medir los procesos internos que afectan al CTQ. La fase de análisis se centra en la cuestión de por qué ocurren defectos, errores o variaciones excesivos. La fase de mejora reúne ideas y soluciones para resolver los problemas. Luego, las ideas propuestas se evalúan y seleccionan para obtener la idea más prometedora y conmovedora para el CTQ seleccionado. La fase de control se centra en cómo mantener la mejora continua, incluida la colocación de los dispositivos en su lugar y asegurar que las principales variables permanezcan dentro del área máxima que se puede recibir en el proceso modificado.(Pardamean Gultom & Wibisono, 2019)

3.2.3 D.M.A.I.C

El DMAIC es una herramienta utilizada en six sigma que nos permite atacar los problemas desde la raíz, esta técnica es muy bien utilizada para darse cuenta cual es el problema que se quiere atacar. Al presentarse un problema en una empresa ya sea pérdidas de tiempo innecesaria, producción sin calidad, atentados hacia la seguridad industrial, etc. este puede ser atacado utilizando esta técnica, la cual consta de 5 pasos.

1. Definir el problema: este primer paso es el que nos ayuda a partir, para poder definir el problema primero hay que preguntarse ¿Qué?; ¿Dónde?; ¿Cuándo?; ¿Cómo lo sé?
2. Medir: luego de ya tener nuestro problema necesitamos poder medir el problema así poder hacer cálculos en base a esa medida como puede ser el tiempo de retraso del equipo de mantenimiento en cambiar un molde para poder empezar con la producción del mismo.

3. Analizar: una vez teniendo la medición podemos realizar experimentos para analizar el tiempo en que este es cambiado y compararlo con otras mediciones.
4. Mejorar: luego de tener los análisis, en base a eso se puede implementar una idea de mejora y llevarse otros análisis para medir si tenemos mejoras
5. Controlar: El quinto paso es uno de los mas importantes ya que este consta de mantener esa mejora al máximo y no dejarla caer, instruyendo a todo el personal a poder seguir con el proceso nuevo a seguir.

Las empresas que utilizan estas herramientas usualmente manejan un alto grado de calidad y atención hacia sus clientes. También mejoran sus procesos de maneras increíbles como lo fue en el caso del autor de "Efecto de la metodología lean six sigma en el tiempo de cambio de moldes en el área de termoformado foam: Caso Ecuador", en el que se utilizó esta misma herramienta para poder reducir los tiempos de cambio de moldes cada vez que se producía un estilo nuevo por máquina. Los ingenieros a cargo de este proyecto lograron obtener una mejora del 64% obteniendo resultados que ni ellos creían posibles, lograron una reducción de tiempo de 4 hrs a 1 hr con 20 min entre cambio de molde. Ahora nos podemos preguntar, ¿De qué me sirve reducir este tiempo?, bueno esto lo podemos ver en términos de dinero. Como ejemplo La empresa por hora de producción genera mil dólares, esto quiere decir que por 4 hrs que está detenida se perdieron cuatro mil dólares, ya que fue tiempo no productivo donde entra también la metodología Lean diciéndonos que ese es uno de los mayores desperdicios de una empresa. (Villacreses et al., 2019)

3.2.4 Beneficios de utilizar Lean y Six Sigma

La aplicación de Lean Six Sigma se debe a muchas razones, como las variaciones que se producen y producen una gama de valores para determinadas actividades, procesos, productos o servicios. Lean sigma significa hacer las cosas de una manera simple y eficiente, pero al mismo tiempo brindando una calidad superior y un servicio rápido. Su aplicación principalmente puede incrementar las siguientes partes de un negocio de manera inmediata:

1. la rentabilidad del negocio
2. incrementar la efectividad y eficiencia de todas las operaciones

esto para cumplir con las expectativas del cliente e incluso más allá de las expectativas de los clientes. Este es un pequeño ejemplo, pero su aplicación puede brindar muchas mejoras dependiendo de la persona que aplique la metodología. (Pardamean Gultom & Wibisono, 2019)

3.3 Herramientas De Ingeniería Para Simulación

En la industria se utilizan muchos softwares de ingeniería para llevar labores diarias. Los softwares más utilizados actualmente son SolidWorks y de Auto CAD de los cuales se les saca mucho provecho por sus funciones. En los últimos años, existen muchos tipos de software de diseño asistido por computadora (CAD) disponibles en todo el mundo. Estos softwares llevan la imaginación y la creatividad de los ingenieros para interpretar y entregar sus buenas ideas utilizando este tipo de medio. Entonces, otras personas pueden entender bien qué y cómo quieren ejecutar sus ideas. Los softwares CAD se utilizan para aumentar la productividad del diseñador, mejorar la calidad del diseño, mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la fabricación. Los resultados del software CAD suelen tener la forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado u otras operaciones de fabricación. (Amran et al., 2015)

3.3.1 SolidWorks

SOLIDWORKS es el software más popular para modelar estructuras complejas y ensamblar diferentes piezas en el mercado. Casi 3,5 millones de licencias vendidas en todo el mundo. SOLIDWORKS tiene un entorno de trabajo sencillo al modelar, ensamblar o analizar. El producto es capaz de fatiga de metales, recipientes a presión, térmicos estructurales, etc. Últimamente el producto SOLIDWORKS puede ejecutar estudios de problemas no lineales. Como cualquier otro instrumento similar para realizar la no linealidad de un problema bajo deformaciones (aplicaciones de carga y condiciones del material), SOLIDWORKS permite a los investigadores confirmar (confirmar / validar) la calidad del producto (estructura) del rendimiento y la seguridad del producto durante toda la creación. (Magomedov & Sebaeva, 2020)

SolidWorks es utilizado bastante para hacer simulaciones de estudios de ingeniería, debido a sus características podemos utilizarlo de una manera fácil y precisa. Como en un estudio realizado para la superación de obstáculos de una herramienta en el documento de los autores (Lysych

et al., 2019) del cual nos mencionan que en él se estudió el proceso de superación de obstáculos con una herramienta de labranza utilizando el método de dinámica multi cuerpo. Para ello se utilizó CAD SolidWorks y un software para cálculos de ingeniería, SolidWorks Motion, en el que se creó un banco de pruebas virtual. Se estudiaron las fuerzas aplicadas en las herramientas de labranza estándar, experimental y del cultivador de disco en varias interacciones con un obstáculo. Para estudiar la cinemática y dinámica de obstáculos superados, se crearon modelos de herramientas de labranza estándar, experimentales y de disco en el software SolidWorks 2011 como lo ilustra la figura 3.

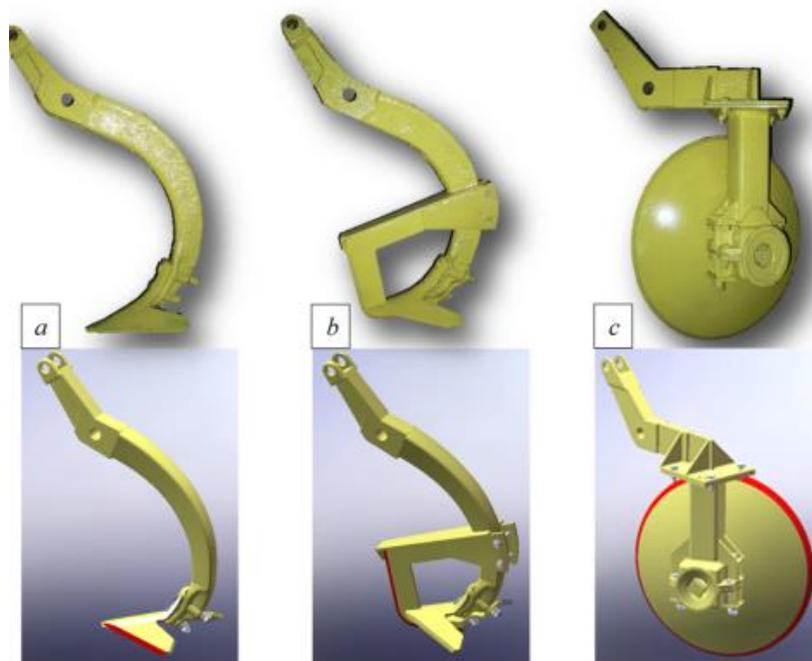


Figura 4 Herramientas de cultivo de la vida real y sus modelos 3D: (a) estándar, (b) experimental (c) disco.

Fuente: (Lysych et al., 2019)

3.3.2 Auto CAD

AutoCAD es una aplicación comercial de software de dibujo y diseño asistido por computadora (CAD). AutoCAD fue desarrollado y comercializado por Autodesk. Suele ser utilizado por industrias, arquitectos, gerentes de proyectos, ingenieros, diseñadores de interiores, diseñadores gráficos y muchos otros profesionales. Se introdujo por primera vez en los cursos de Computadora 1 porque este software era capaz de producir dibujos precisos con un esfuerzo mínimo, especialmente en el modelado 2D. (Yong et al., 2020)

En el caso de la mecatrónica siempre es bueno utilizar un software CAD para el diseño de cualquier plano ya sea eléctrico o estructural. En la industria es bastante requerido los diagramas de conexión y para ello es de mucha ayuda el software Auto CAD por la maniobrabilidad del programa para poder hacer dibujos de cualquier tamaño y con escalas reales. Algunas empresas utilizan el software para hacer moldes en 2D de piezas de metal delgadas como lo son las varillas de prendas femeninas que se moldean al cuerpo dependiendo la elongación y el diseño anteriormente dibujado en Auto CAD. A veces, durante el diseño, es necesario cambiar la forma o algún elemento de la pieza en la unidad de ensamblaje. Para ello, se utiliza el modelado directamente "in place", donde se puede utilizar la geometría de los objetos existentes como referencia. Además, se forma una relación asociativa entre las partes, lo que significa que cuando la geometría de una parte cambia, las otras asociadas a ella cambian su forma y tamaño. Todas estas tareas se resuelven mediante software de diseño asistido por ordenador, como AutoCAD.(Chepur & Boshhenko, 2018)

3.4 Automatización en la industria maquilera

La automatización industrial ha evolucionado en la última década como potencia propulsora en todos los sistemas de producción y ejerce una amplia función en el ámbito industrial y de fabricación. Dependiendo el producto final que se genere en la maquila podemos observar diferentes usos de la tecnología desde maquinarias industriales hasta procesos mas anticuados de los cuales se necesita mucha intervención humana. Los procesos como los de las bebidas son mas automatizados por el tipo de proceso que se repite una y otra vez con una precisión que no

puede variar. También existen industrias en las cuales la mano de obra es la que predomina como en las maquilas de prendas, que de ellas salen muchos empleos por la cantidad de personas que costuran a diario las prendas que se exportan. En honduras la mayoría de los procesos domina la intervención humana pero también se utilizan varias herramientas que permiten una automatización de procesos y llevar controles en tiempo real. A continuación, se detallarán algunas herramientas utilizadas muy comúnmente en la industria.(Barbu et al., 2020)

3.4.1 PLC

El controlador lógico programable o PLC juega hoy un papel importante en la mayoría de los sistemas de control industrial. El uso de PLC se puede encontrar en casi todos los campos de la industria, no solo en el mundo de la fabricación, sino también en muchas otras cosas, como ascensores en edificios de oficinas, hoteles, hospitales y otros. El PLC es una herramienta de control electrónico que opera en lógica que su programación se puede modificar con relativa facilidad. Como con cualquier controlador en general, el PLC procesa las señales de entrada para descargar aún más la salida de acuerdo con el programa deseado. El uso del PLC es muy amplio debido a su alta confiabilidad, se puede reprogramar o modificar con relativa facilidad y es muy útil en la resolución de problemas de seguimiento. Un tipo de PLC existente es Allen Bradley PLC. El programa PLC Allen Bradley se usa comúnmente en varias industrias tiene varios tipos, y uno de ellos es el tipo de Micrologic 1400. (Harahap et al., 2018)

El PLC tiene una alta confiabilidad y una fuerte capacidad anti interferente, y se ha utilizado ampliamente en el campo del control industrial, convirtiéndose en uno de los tres pilares de la automatización industrial moderna. En el sistema de control industrial, puede haber casos en los que varios tipos de PLC producidos por varios fabricantes que operan en líneas de producción de diferentes empresas. Dado que varios PLC adoptan diferentes protocolos de comunicación y estándares de intercambio de información, y la compatibilidad es deficiente, es difícil lograr el intercambio de información y la gestión unificada, y es fácil formar una "isla de información". (Yu et al., 2019)



Figura 5 PLC SIMATIC S7-1200

Fuente: (SIMATIC S7-1200 -Take Control of Communication)

El PLC es un sistema basado en microprocesador que usa memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones como lógica, secuenciación, temporización, conteo y aritmética para controlar máquinas y procesos. A diferencia de las computadoras de uso general, el PLC está diseñado para múltiples configuraciones de entradas y salidas, rangos de temperatura extendidos, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a vibraciones e impactos. Un PLC tiene muchos terminales de "entrada", a través de los cuales interpreta los estados lógicos "alto" y "bajo" de los sensores e interruptores. También tiene muchos terminales de salida, a través de los cuales emite señales "altas" y "bajas" para encender luces, solenoides, contactores, motores pequeños y otros dispositivos que se prestan al control de encendido y apagado.(Fathahillah et al., 2020)

El PLC se puede programar por medio de varios lenguajes, pero el más común es el lenguaje de escalera que es el que permite al desarrollador a programar de una manera más gráfica y visual permitiéndole seguir el paso de corriente y la secuencia lineal de las condiciones lógicas para el correcto funcionamiento de los procesos programados, a la vez a la hora de hacer pruebas se puede observar donde hay fallos de una manera más sencilla y rápida. Para poder programar en escalera primero debemos de saber muy bien lo que queremos realizar, es muy importante saber

nuestras variables físicas y nuestras condiciones. Es recomendable trabajar con el diagrama de conexión de lo que se quiere automatizar como por ejemplo el encendido y apagado de motores. Al tener el diagrama de conexión se puede ilustrar de manera mas grafica y así seguir una secuencia dentro del programa. En la figura 6 podemos apreciar un diagrama eléctrico del encendido de 3 motores.

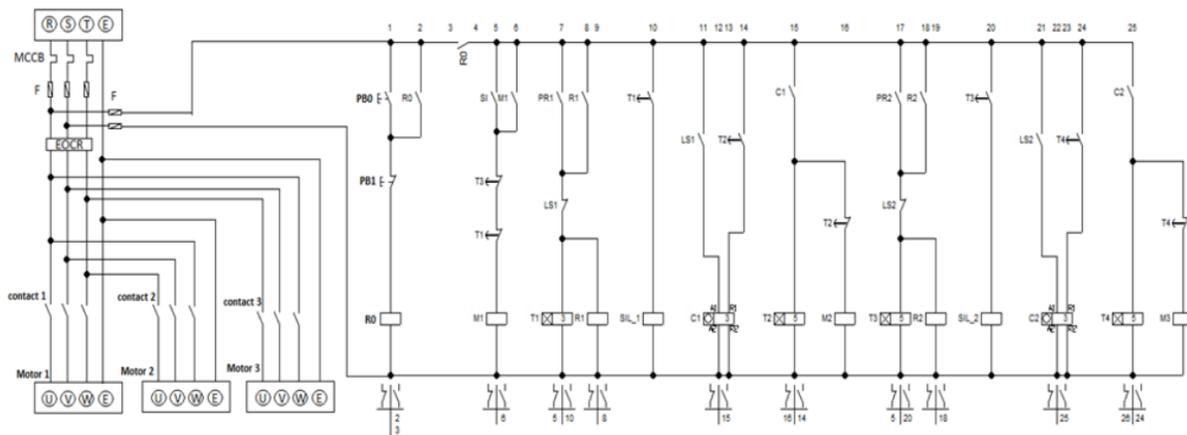


Figura 6. Diagrama Eléctrico de 3 motores

Fuente: (Fathahillah et al., 2020)

3.4.2 Arduino

Ya hablando del gran controlador de la industria que es el PLC también existe un hardware de código abierto y ellos son los Arduino, son dispositivos que no fueron creados para fines industriales, pero a la vez son dispositivos capaces de automatizar varias funciones para usos científicos y de estudio. Pero esto no evita que se pueda utilizar Arduino para poder hacer pequeñas comparaciones lógicas en ciertas funciones de los procesos. Para ser más precisos Arduino es una placa de desarrollo barata basada en un potente microcontrolador Atmega. En términos de uso en investigación y desarrollo, pero también en el ámbito académico, Arduino es una tendencia importante que se ha convertido en una herramienta poderosa para desarrollar y crear diversas aplicaciones en los campos de la automatización o la adquisición de datos. Es bien sabido que programar y configurar Arduino es fácil y flexible. (Marosan et al., 2020)

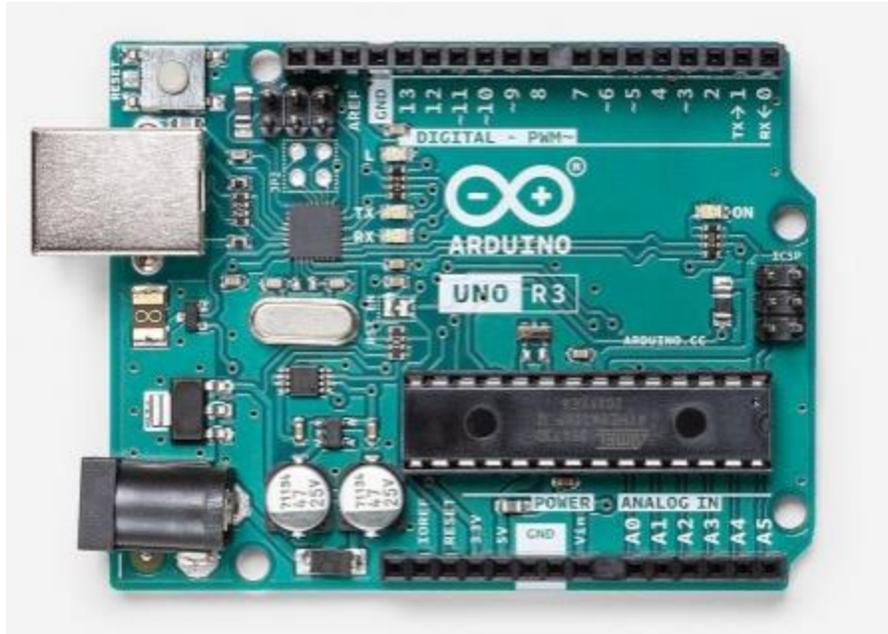


Figura 7 `Placa electrónica Arduino Uno

Fuente: (Arduino.com, 2021)

III. DESARROLLO

Este capítulo muestra a detalle cada una de las actividades realizadas durante el periodo de la práctica profesional en la industria de la manufactura textil hondureña en la planta de Fruit of the Loom más preciso en la planta de Mazapán DC, así como la explicación a detalle de cada una de las labores realizadas en las labores diarias como ingeniero de procesos (P.E). Las actividades que se mostrarán a continuación se realizaron utilizando metodologías Lean Six Sigma siempre buscando la mejora continua en todo momento.

3.1 Descripción del trabajo desarrollado

Lo primero que se realizó al momento de llegar a la práctica profesional como ingeniero de procesos fue un proceso de introducción a la normativa de la compañía, a todas las políticas y a los códigos de seguridad industrial que se deberían de seguir a pie de la letra. Se detallaron los lineamientos a seguir de los protocolos de bio-seguridad que se tienen que cumplir y que como parte del equipo administrativo se tendría que hacer auditorias generales entre el personal para confirmar que todos siguen el protocolo de bio-seguridad. Posteriormente se introdujo con el Gerente de Operaciones y el Gerente de planta, los cuales serían las personas a los que se les reportaría inmediatamente desde el puesto de ingeniero de procesos, luego se introdujo con los demás departamentos, como lo son:

-Planeación

-Producción

-Mantenimiento

-Calidad

-Recursos Humanos

-Supervisores de bodega

Todos trabajando en conjunto con el departamento de procesos que se enfoca en todos departamentos para mantener control y seguimiento a los procesos de cada departamento intentando implementar mejoras día a día con opciones tecnológicas.

3.1.1 Diseño de Línea de Producción

En Mazapán DC, todo se mide en forma de docenas. Todas las prendas exportadas se lleva un control en docenas de prendas exportadas, actualmente contaban con una línea de producción eficiente para los estilos que se estaban exportando, pero se contaba con un problema, un estilo nuevo de un cliente nuevo que la línea de producción no se daba abasto para poder ingresar todos los paquetes de prendas para poder empacarlos. Estos paquetes se les conoce como "Unipack" que son cajas de cartón aproximadamente de 48pulgx42pulgx1.5m que se utilizan para almacenar las prendas que envían las plantas costureras hacia mazapán, estas llevan todos los estilos de prendas que se empacan en Mazapán ya sean, ropa interior, pantalones deportivos, camisas, sudaderas, etc. El problema principal fue la cantidad de Unipacks que se necesitarían en piso para poder surtir este empaque, la orden necesitaba 20 unipacks ya que este tiene 20 estilos diferentes dentro de un mismo paquete. el piso de producción tiene una limitación y nunca antes se había realizado un estilo de esta cantidad. Debido a lo sucedido se asignó al departamento de procesos poder hacer un plan de acción para poder ingresar esa cantidad de unipacks dentro del piso. La mejor manera para poder hacer pruebas sería por medio de software CAD, en el cual se utilizó Auto CAD para poder crear un layout del piso de producción a escala real. Una vez teniendo todas las medidas del piso se procedió a tomar las medidas de la maquinaria y de los rieles en los cuales corren la producción. Al tener todo listo se hizo un plano completo del piso de producción con la cantidad de unipacks solicitadas para poder desarrollar la orden y exportarla. Para poder visualizar el diseño en Auto CAD en 3D se utilizó el software SolidWorks para poder crear todo en un ambiente 3D y poder hacer un plan de acción más visual junto con el departamento de producción. En la figura 8 se puede apreciar el diseño del piso con la línea de producción en forma de L para poder ingresar la cantidad de Unipacks necesarias.

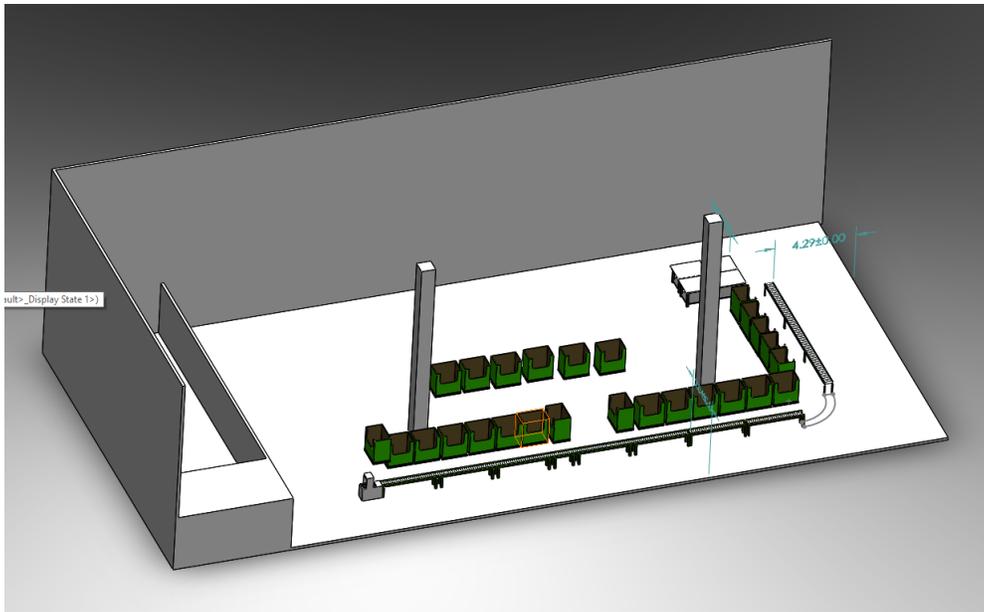


Figura 8 Diseño del piso de producción en 3D

Fuente: (Elaboración Propia 2021)

El diseño consto de un ensamble de varios componentes como lo son, los rieles de 3 metros de longitud cada uno, los unipacks en tamaño real y la maquina selladora. El componente principal de este ensamble fue el edificio, en él se hicieron todas las comparaciones para que se pudieran mover los Unipacks en la superficie del piso así poder realizar acomodamientos de Unipack en el instante.

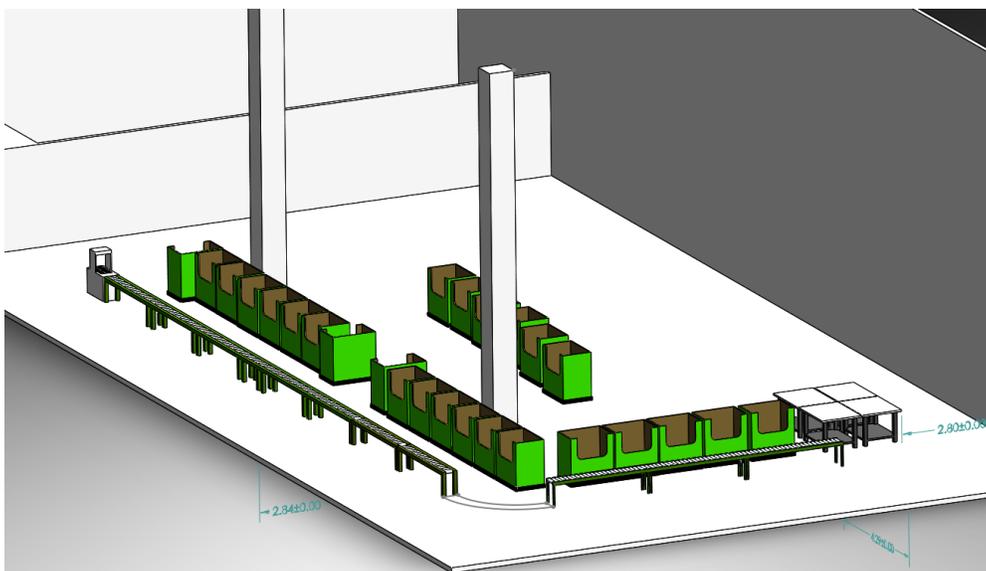


Figura 9 Vista isométrica del piso de producción

Fuente: (Elaboración Propia 2021)

En la figura 9 podemos apreciar el piso desde otra perspectiva con la cual se pudo demostrar al departamento de producción que se necesitaría tener un cuidado especial con cierto estilo y que el departamento de procesos se tendría que hacer cargo de buscar la mejor manera de diseñar una nueva línea de producción para la mayor eficiencia del personal. Para poder llevar a cabo el nuevo diseño se tendría que tomar en cuenta la ergonomía, la maniobrabilidad de los repartidores para poder ingresar más unipacks, una ruta de evacuación, seguridad industrial, temperatura del ambiente y con cada factor tener siempre una solución y una manera de contrarrestar cualquier problema.

De esta manera se logro ver que no seria la manera mas optima para empacar el estilo, pero la única manera posible dentro de las delimitaciones del edificio, al observar este problema se buscaron otras opciones de espacio con el software Auto CAD, con el plano en 2D de la planta se podría visualizar en que espacios se podría realizar la nueva línea de producción. En la figura 10 se muestra el plano en Auto CAD de la zona de pick floor, lugar donde se recogen las cajas que se exportan al por menor, podemos notar que la gran mayoría del area esta utilizada para las bodegas de materiales para la producción y exportación de prendas. Este proceso consta de 4 módulos de ubicaciones, donde el operador por medio de tecnología con IOT podrá saber la ubicación exacta del estilo que se le pide en la orden de compra, luego el operador procederá a extraer la caja y la posicionara en un pallet, recogerá todas las cajas de la orden y las ordenara para poder ser convertido en un solo pallet para llevar a exportación.

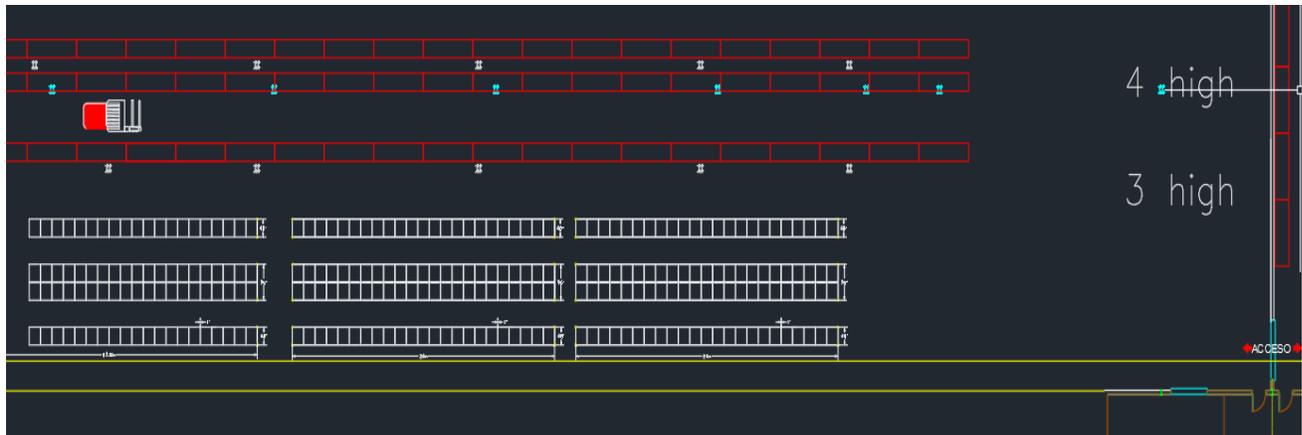


Figura 10 Plano arquitectónico del area de pick floor

Fuente: elaboración propia (2021)

Con la ayuda del sistema se pudo observar que existen locaciones que no tienen un flujo constante y permanecen en esa area mucho tiempo, de esta manera se logro notar que se podría hacer una mejor organización de locaciones para que los estilos que se exportan con mayor frecuencia se ubicaran en el modulo A, de esta manera se recogería más rápido los estilos que se piden con mayor frecuencia sin necesidad de caminar hasta el modulo D frecuentemente. Al notar esto surgió la idea de eliminar el modulo D mientras el estilo era producido, así que se unieron los departamentos de procesos junto con el de inventario para poder reubicar en ubicaciones temporales los estilos ubicados en el módulo D. Así se creó espacio suficiente para ingresar la línea de producción en el modulo D de la manera mostrada en la figura 11 donde podemos notar la cantidad de unipacks necesarios de una manera lineal mejorando la ergonomía del proceso. Al terminar este proyecto se pudo realizar una producción más eficiente y con menos riesgo de contagios ya que las personas podrían estar a una distancia segura para mantener los protocolos de bio-seguridad.

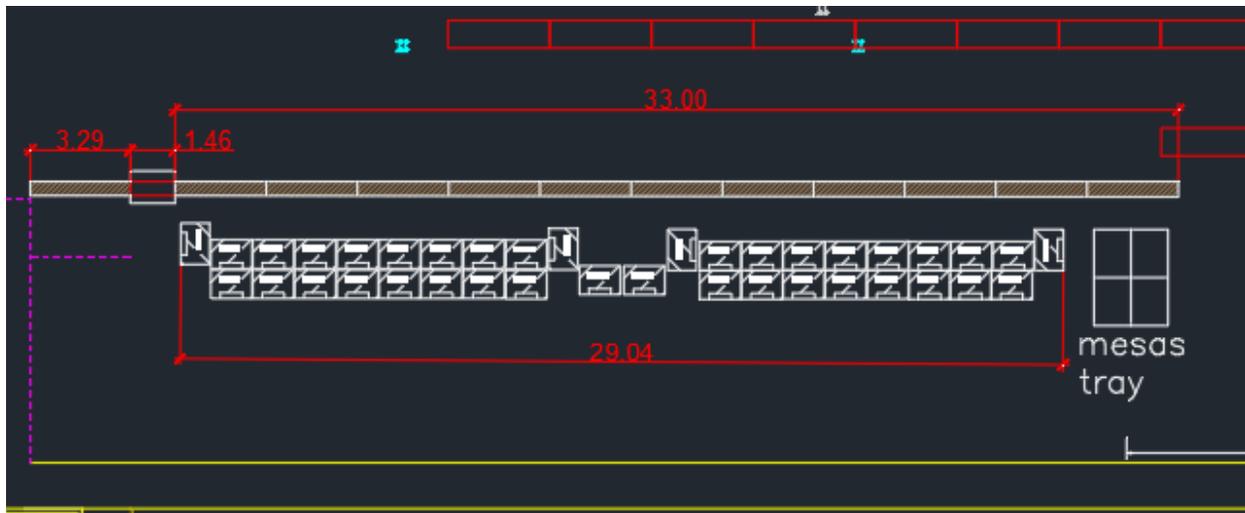


Figura 11 Diseño 2D de nueva línea de producción

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.1.2 Mejora De Proceso En Exportación De Contenedores Con Carga Compartida

El sector maquila tiene 3 objetivos principales al momento de exportar sus órdenes; costo del producto, tiempo de entrega, calidad de la entrega. Es por ello que una de las metas principales de la compañía es enviar todos sus paquetes al respectivo destino en el tiempo establecido, llenar un contenedor con una orden de un cliente se realiza fácilmente en las instalaciones de Mazapán DC, pero es muy común que un cliente no genere una orden tan grande como para llenar un contenedor. Cabe mencionar que un contenedor puede contener 52 pallets apilados uno encima del otro, hay clientes que no necesitan esa gran cantidad de pallets con la cantidad de docenas que pueden cargar. Por ello existen los contenedores LTL (Less-than Truckload) que quiere decir que la carga no es suficiente para llenar un contenedor, por ello se ingresan varios clientes en un solo contenedor para optimizar la utilización de dicho contenedor. Al enviar contenedores de esta manera es muy fácil poder confundir que pallets van para un respectivo cliente y que pallets van para otro ya que hay contenedores LTL que se pueden cargar hasta 7 clientes distintos, por ello se necesita una ayuda mas visual para poder asegurar que los operadores de montacargas de la compañía de envíos confundan las cargas. El proceso anterior de ZN era utilizar diferentes colores de fleje para cada cliente, por ejemplo; el primer cliente llevara fleje color rojo, el segundo llevara fleje color blanco y el tercero llevara fleje color rojo nuevamente

para poder distinguir donde termina un cliente y donde comienza otro. De esta manera se exportaron una gran cantidad de contenedores, pero al momento de llegar a sus destinos, se recibían quejas de que algunos clientes recibían menos pallets de los esperados y otros clientes obtenían una mayor cantidad de ellos. Se detecto este problema y se hizo una reunión con gerencia de ZN junto con los directores de procesos de los Estados Unidos y se propuso el uso de una rotulación como se muestra en la figura 12 en cada pallet para poder identificar aún más para quien iría cada carga.

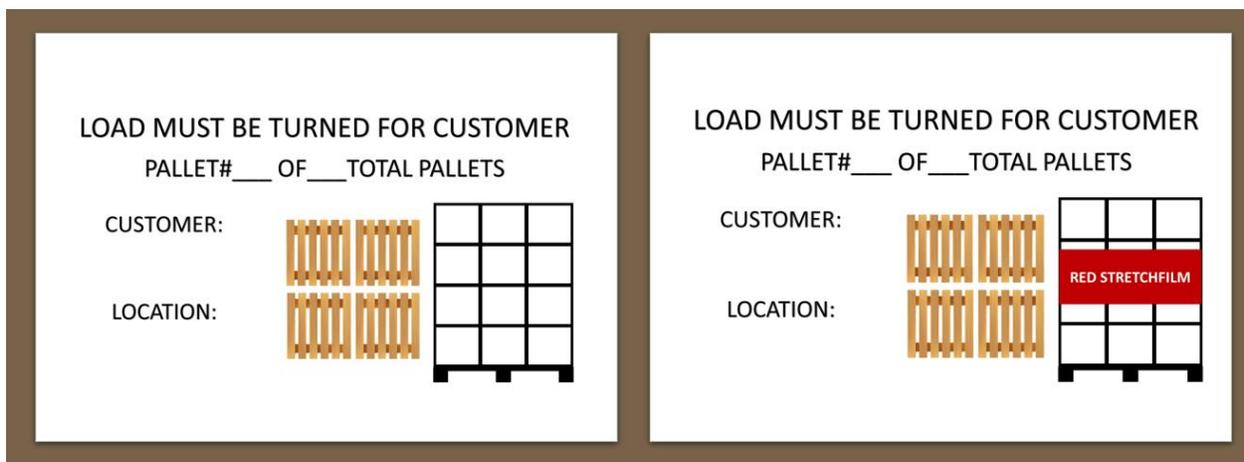


Figura 12 Placa De Control De Calidad para contenedores LTL

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tras recibir el visto bueno de los directores y de gerencia se pudo comenzar a liderar el proyecto del proceso nuevo, siempre tomando en cuenta que implementar un cambio en el proceso siempre implicara un cambio en los costos de la empresa ya que estamos influyendo en el tiempo del operador, en este caso el auditor de calidad de exportación, el tiempo es igual a dinero ya que es tiempo necesario para que el proceso se complete y se puedan exportar la mayor cantidad de docenas posibles. Por ello se necesitó hacer un análisis de tiempos para poder llevar a cabo el nuevo proceso. Tras haber realizado un análisis del proceso en el área de exportación y saber cuánto tiempo toma realizarlo se necesito identificar; ¿Cómo?, ¿Dónde? Y ¿Por qué? Se iba a realizar la acción en ese momento. Para ello se realizo un flujograma del proceso para identificar de mejor manera el flujo de la operación como se muestra en la figura 13. Este nos describe el

proceso de manera mas visual y en forma resumida con todas las acciones que tiene que realizar el auditor de calidad al momento de cuadrar un contenedor LTL.

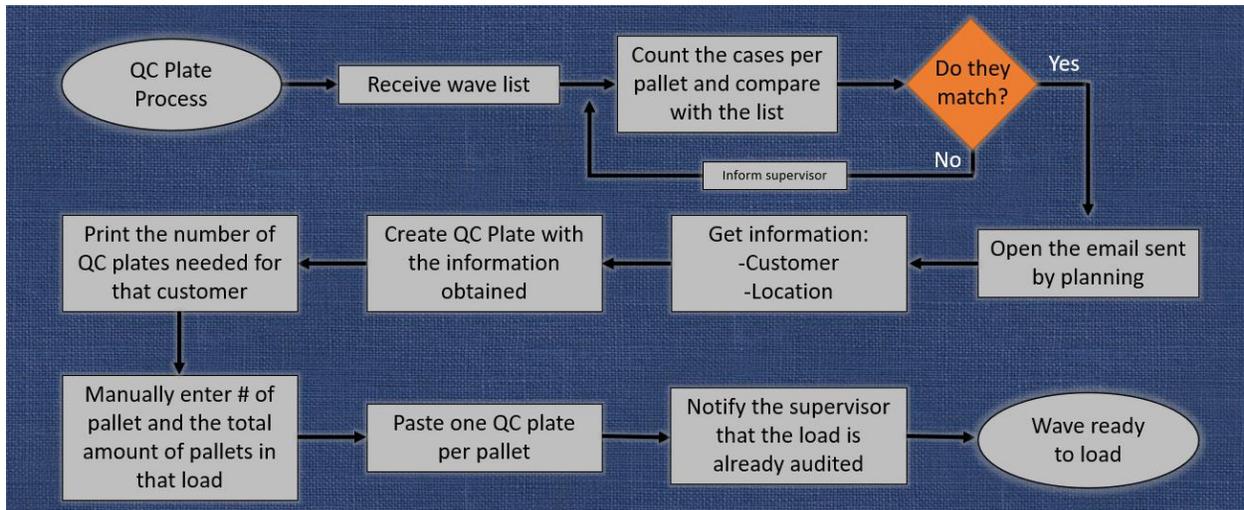


Figura 13 Flujograma del proceso de colocación de placas para el control de calidad

Fuente: Elaboración propia (2021)

Una vez teniendo definido como seria la secuencia del proceso nuevo y con un total de 76.44 horas extra al año para poder realizar la nueva secuencia se logró identificar ciertas actividades que no generaban ningún valor agregado a la operación y poder llevar a cabo el proceso sin ningún tiempo extra. Se logro hacer mas optimo y con un mayor grado de calidad ya que con esta nueva implementación ZN se asegura de enviar a todos sus clientes rotulados y de esta manera las empresas de envió no se confundirán al momento de realizar el cambio de contenedor en los puertos. De igual forma para hacer este proceso funcional se necesitó organizar una pequeña capacitación al auditor de calidad con un plano en 2D realizado en Auto CAD como el de la figura 13 definiendo todas las medidas de seguridad industrial para no ingresar al espacio de los montacargas y poder realizar el trabajo de forma segura y eficiente, señalizando todas sus rutas de seguridad y salidas de emergencia.

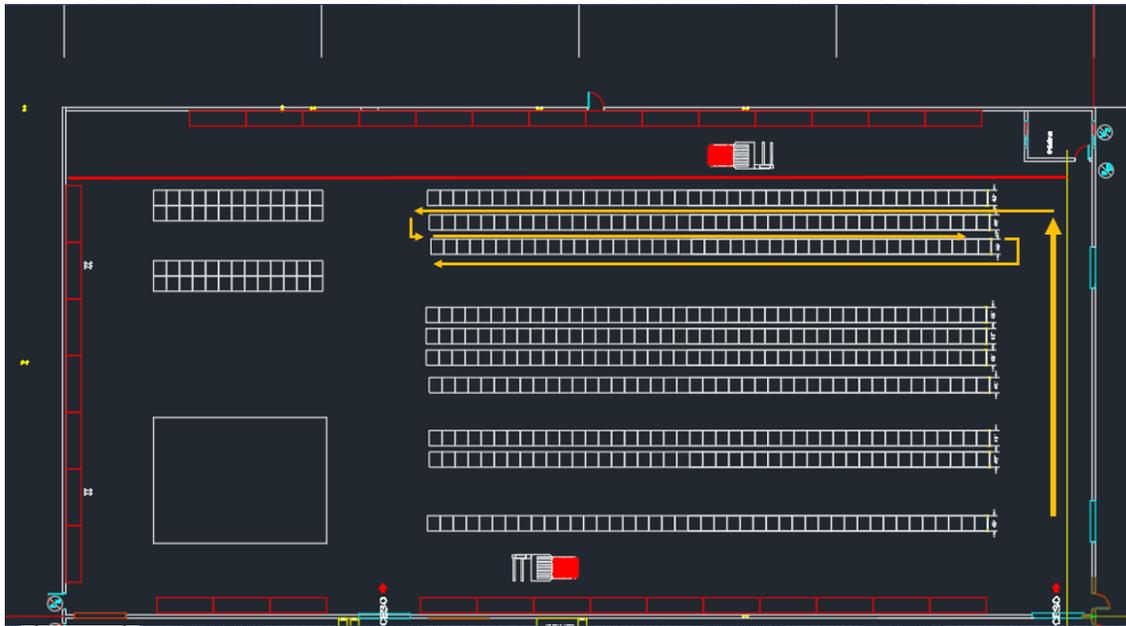


Figura 14 Plano utilizado para capacitar al auditor

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.1.3 Automatización de la iluminación en el edificio

El ingeniero de procesos tiene que velar por la eficiencia de los recursos de la empresa, todo recurso tiene un costo, es por ello que cada oportunidad de ahorro es vital para las empresas. En la empresa mazapán se identificó que, en el horario de descanso para el almuerzo, el personal abandona completamente el área de trabajo para dirigirse a la cafetería. Brindando una ventana de tiempo para un ahorro energético basado en la iluminación artificial del edificio dejando solamente la iluminación de los tragaluzes ubicados en el techo del edificio. Se identifico que apagando las luces del edificio en ese tiempo de descanso se podría ahorrar un total de 10,400 minutos de utilización de energía al año. Identificando esta gran oportunidad se presento a gerencia la opción de instalar un temporizador en el panel principal de la iluminación del edificio para poder manipular las luces de manera autónoma. Al tener la aprobación se pidieron los materiales y se procedió a instalar el temporizador en el panel principal.

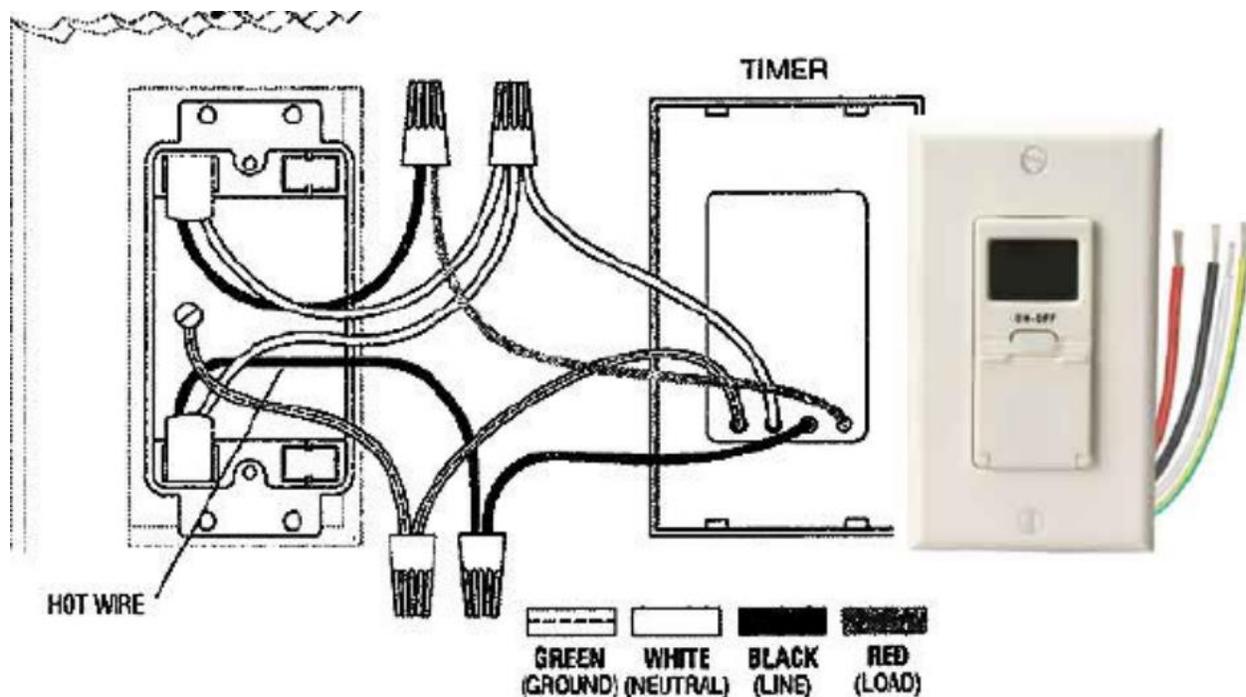


Figura 15 Diagrama de conexión de temporizador

Fuente: (Woods-59018-59028 Instruction-manual)

En la figura 15 podemos apreciar cómo es la conexión del temporizador en el panel de control principal. Este actúa como un interruptor que se puede programar para activarse y desactivarse en ciertas horas del día, la corriente pasa primero por el y actuando como una compuerta normalmente abierta se activa, cerrando el interruptor dando paso para que la corriente llegue a la iluminación del edificio. Desde que se incorporo este temporizador al panel eléctrico de iluminación, las luces de la bodega se apagan junto cuando llega la hora de almuerzo y se encienden justo cuando el personal regresa a sus puestos de trabajo, ahorrando todo el tiempo que se detallo anteriormente al año.

3.2 Cronograma de Actividades

Durante la practica profesional se realizaron varias funciones diariamente, el practicante como principal tarea se mantuvo en una supervision directa de todos los procesos de la planta para monitorear la efectividad de los operadores durante la ejecucion de cada tarea. Desde el area de recibo de materiales hasta el momento de ser exportados. Se mantuvieron reportes semanales

para demostrar la eficiencia de la planta basado en la cantidad de docenas exportadas, en el cronograma se detallan las funciones mas resaltantes por semana.

	SEMANA									
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Entrenamiento	■									
Supervision de procesos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Propuesta de bandeja	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diseño de linea de producción				■	■					
Proyecto automatización de luces en bodega						■				
Plan de mantenimiento preventivo							■			
Estudio y mejora de proceso de Calidad								■		
Proyecto proceso de cambio de baterias en montacargas									■	
Actualizacion de bases de datos para producción		■	■	■	■	■	■	■	■	

Figura 16 Cronograma de actividades

IV. CONCLUSIONES

En este último capítulo se enumerarán las conclusiones obtenidas durante 10 semanas de practica profesional como ingeniero de procesos en la empresa VFI de Honduras, centro de distribución de la reconocida empresa Fruit of The Loom inc.

- Se detectaron oportunidades de automatización en la planta, se integro un temporizador en el panel de control de la iluminación de la bodega para poder hacer el proceso automático y con el fin de obtener un ahorro de energía eléctrica mientras el personal estaba en tiempo de descanso, obteniendo un total de 10,400 minutos de ahorro en el año.
- Se obtuvo experiencia en manejo de personal al supervisar los procesos de toda la planta dirigiendo al personal a realizar buenas técnicas para cumplir con la calidad y seguridad industrial requerida.
- Se diseño una línea de producción nueva mediante el uso de Auto CAD tomando en cuenta los criterios necesarios para llevar a cabo una producción eficiente y con una buena ergonomía.
- Se utilizo software de dibujo asistido por computadora para realizar mejoras en el espacio de la planta, para proponer nuevos posicionamientos y para delimitar estaciones de trabajo para cuidar la seguridad industrial.

V. Recomendaciones

5.1 Recomendaciones a La Universidad

- Un mayor enfoque en capacitar a los estudiantes de ingeniería en mecatrónica a pensar siempre en la mejora continua, abriendo mas oportunidad a pensar críticamente en la resolución de problemas en la industria.
- Prestar un poco más de atención a los lenguajes de programación SQL en Excel ya que se puede lograr bastante automatización utilizando IOT con bases de datos en tiempo real.

5.2 Recomendaciones a La Empresa

- Capacitar mas a sus empleados en informática básica para poder incrementar las posibilidades de utilizar herramientas mediante el uso de programas básicos.
- Incrementar el uso de tecnologías para automatizar más los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

- Amran, M. A. M., Faizal, K. M., Salleh, M. S., Sulaiman, M. A., & Mohamad, E. (2015). Design consideration for design a flat and ring plastics part using Solidworks software. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 100, 012050.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/100/1/012050>
- Arduino—Home*. (s. f.). Recuperado 31 de mayo de 2021, de <https://www.arduino.cc/>
- Asociación Hondureña de Maquiladores*. (2016, abril 21). <http://www.ahm-honduras.com/>
- Barbu, I., Fogorasi, M. S., Nicolaescu, C., & Bucevschi, A. (2020). Classic or fully automated technology lines? *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 916, 012006.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/916/1/012006>
- Chepur, P. V., & Boshhenko, T. V. (2018). Development of student's skills of 3D modeling of assembly units. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 327, 022019.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/2/022019>
- Fansuri, A. F. H., Rose, A. N. M., Nik Mohamed, N. M. Z., & Ahmad, H. (2017). The challenges of lean manufacturing implementation in kitting assembly. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 257, 012069. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/257/1/012069>
- Fathahillah, F., Siswanto, M., Fauziah, M., Parlindungan, R., Putri, R. I., & Roh, Y.-G. (2020). Implementation of Programmable Logic Controller in multi machine operations with product sorting and packaging based on colour detection. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732, 012069. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/732/1/012069>

- Harahap, R., Adyatma, A., & Fahmi, F. (2018). Automatic control model of water filling system with Allen Bradley Micrologix 1400 PLC. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309, 012082. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012082>
- Kattan, J. E., Cerna, R., Venegas, I., & Santamaría, J. (2019). *Manufactura en Honduras, breve panorama de las industrias locales*. 10.
- Lysych, M. N., Shabanov, M. L., & Bukhtoyarov, L. D. (2019). Research of process overcoming obstacles by tillage tools. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 226, 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012045>
- Magomedov, I. A., & Sebaeva, Z. S. (2020). Comparative study of finite element analysis software packages. *Journal of Physics: Conference Series*, 1515, 032073. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/3/032073>
- Marosan, A. I., Constantin, G., Barsan, A., Crenganis, M., & Girjob, C. (2020). Creating an ethernet communication between a Simatic S7-1200 PLC and Arduino Mega for an omnidirectional mobile platform and industrial equipment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 968, 012022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/968/1/012022>
- Pardamean Gultom, G. D., & Wibisono, E. (2019). A framework for the impact of lean six sigma on supply chain performance in manufacturing companies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528, 012089. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012089>
- SIMATIC S7-1200 -Take control of communication*. (s. f.). [Newton_ps-detail]. Siemens.Com Global Website. Recuperado 31 de mayo de 2021, de

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>

Tan, H.-S., Ivander, Oktarina, R., Reynaldo, V., & Sharina, C. (2020). Conceptual development of learning factory for industrial engineering education in Indonesia context as an enabler of students' competencies in industry 4.0 era. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 426, 012123. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012123>

Villacreses, K. B., Dominguez, Á. V., & Abad-Morán, J. (s. f.). *Efecto de la metodología lean six sigma en el tiempo de cambio de moldes en el área de termoformado foam: Caso Ecuador*. 14.

Woods-59018-59028 Instruction-manual. (s. f.). UserManual.wiki. Recuperado 20 de junio de 2021, de <https://usermanual.wiki/Document/Woods5901859028Instructionmanual.405683583/html>

Yong, S. de, Kusumarini, Y., & Tedjokoesoemo, P. E. D. (2020). Interior design students' perception for AutoCAD, SketchUp and Rhinoceros software usability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 490, 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/490/1/012015>

Yu, X. R., Zu, Y. X., & Li, W. H. (2019). Research on PLC Information Model Based on UML Class Diagram. *Journal of Physics: Conference Series*, 1187(4), 042076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1187/4/042076>

Zakoldaev, D. A., Korobeynikov, A. G., Shukalov, A. V., Zharinov, I. O., & Zharinov, O. O. (2020). Industry 4.0 vs Industry 3.0: The role of personnel in production. *IOP Conference Series:*

Materials Science and Engineering, 734, 012048. <https://doi.org/10.1088/1757->

899X/734/1/012048