

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

Diseño de un sistema de capacitación para el área de costura de una  
empresa de confección basado en la metodología “Toyota”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros Industriales**

Presentado por:

Kerly Xiomara Vaca Briones

Kelvin Dalton Reyna Zamora

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2022

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a Dios y a mi familia, los cuales han hecho posible la culminación exitosa de mis estudios. En especial a mi madre Aidee Briones, quien con mucho esfuerzo me ha dado la oportunidad de continuar con mis estudios siendo motor principal de mi vida. A mi hermano, Ing. Kevin Vaca, quien ha sido guía y soporte durante todo mi curso por la vida universitaria. A mis amigos: Alisson Domínguez, Manuel Cruz y Sheryl Veloz, quienes han hecho esta etapa más placentera y bonita.

**Kerly Vaca Briones**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a mis padres Susana Zamora y David Reyna y a mis hermanos. Debido a que ellos siempre me ayudaban con un granito de arena cuando se trataba de mis estudios. A mis mejores amigos que siempre estaban pendiente de mi parte académica. Finalmente, dedico este proyecto a todos los seres queridos que estuvieron acompañándome y apoyándome en todo momento y me animaron a salir adelante; con paciencia y comprensión en los momentos más críticos de esta etapa.

**Kelvin Reyna Zamora**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a nuestro tutor el PhD. Jorge Abad por la guía, retroalimentación y empuje necesarios para el desarrollo del presente proyecto. A la futura ingeniera Sheryl por el apoyo incondicional brindado a lo largo del desarrollo de este proyecto. A los colaboradores y gerente de la empresa en la que se desarrolló el presente, por brindar un apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto. A la MSc. María Belén Segovia por sus cálidos y muy bien direccionados consejos.

**Kerly Vaca Briones**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más espontáneo agradecimiento a nuestro tutor el PhD. Jorge Abad por la guía, durante la carrera también como como mi consejero. A mi compañera de tesis Kerly Vaca por acogerme en su proyecto, así como también las personas en la empresa que nos ayudaron a realizar nuestro proyecto de tesis. Y a mis amigos que cada vez me brindaban ese empujoncito para llegar a mi meta. Si todo va bien seré el primer profesional de la familia

**Kelvin Reyna Zamora**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Kelvin Reyna Zamora, Kerly Vaca Briones* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Kerly Xiomara Vaca  
Briones



Kelvin Dalton Reyna  
Zamora

## EVALUADORES

.....  
**Jorge Abad M., Ph.D.**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Jorge Abad M., Ph.D.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla en una empresa dedicada a la confección de prendas de vestir de la ciudad de Guayaquil. El gerente general considera urgente una intervención ante la gran incidencia de problemas de calidad debido a la falta de habilidad en la confección de sus colaboradores. Por lo que, el objetivo es diseñar un sistema de capacitación basado en el método de enseñanza Toyota para el área de costura trazando una ruta crítica de capacitación para las cuatro categorías de productos identificados: camisas, pantalones, blusas y boxers.

Se utilizó una metodología que nos permite diseñar desde cero a partir de cinco pasos. Identificando los requerimientos funcionales se generó opciones de diseño considerando también las restricciones. Se dividió el sistema en tres etapas principales, generando para cada una de esta los formatos necesarios. El despliegue del sistema se basó en el uso de dos softwares Excel y Odo.

Se implementó el sistema al módulo de camisas, a tres operarias, obteniéndose como resultado mejorar de uno a dos puntos en los indicadores de evaluación, pudiendo garantizar la calidad de su trabajo. Así también hubo una reducción de 21 minutos en tiempo de manipulación de información sobre las capacitaciones. La métrica sostenible económica se tuvo una reducción del 52.24% en la incidencia de horas extras, la ambiental una disminución del 7% en el consumo de energía eléctrica. Por lo que se concluye que el sistema tiene una aplicabilidad capaz de generar resultados visibles en la mejora de las habilidades los operarios.

**Palabras Clave:** matriz de polifuncionalidad, capacitaciones, indicadores de evaluación, Método de instrucción del trabajo (MTI).

## **ABSTRACT**

*This project is developed in a company dedicated to the manufacture of clothing located in the city of Guayaquil, Guayas, Ecuador. The general manager of the company considers urgent intervention due to the high incidence of reprocessing associated with quality problems, the main reason for this being the lack of skill in the preparation of his collaborators in the manufacturing area. That is why this design aims to design a training system based on the Toyota teaching method for the sewing area, tracing a critical training path for the four identified product categories: shirts, pants, blouses, and boxers. For the development of the project, a methodology was used that allows us to design from scratch based on five main steps. Starting with the identification of the opportunity for the development of the design, to then collecting the client's requirements. In the case of the client generated ten requirements were translated into nine functional requirements; through which design options were also generated based on the identified restrictions. The design was approached by dividing the system into three main stages, in which interrelated processes would be developed. Thus, generating for each stage the necessary formats for the system to function, such as the polyfunctionality matrix, prioritization matrix, training route, etc. Several concepts of the methodology were used to define the appropriate evaluation parameters. The development of the system was based on the use of two main software Excel and Odo.*

*Once the formats through which the system works have been developed, it is implemented by selecting the shirt module, a total of 3 operators in 3 different operations; obtaining, as a result, an improvement of one and two points in the evaluation indicators, being able to guarantee the quality of their work; Thus, a reduction of 21 minutes was also noted in the generation and entry of information on training. From the economic sustainable metrics, there was a reduction of 52.24% in the incidence of overtime, the environmental one a decrease of 7% in the consumption of electrical energy.*

*Keywords: Multifunctionality matrix, training, evaluation indicators, Job instruction (JI).*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema .....	2
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.3 Objetivo General .....	3
1.3.4 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Marco teórico .....	4
1.4.3 Six Sigma .....	4
1.4.4 Design for Six Sigma.....	4
1.4.5 KPI's.....	6
1.4.6 Sistema de capacitación.....	7
1.4.7 El desarrollo a la excelencia operacional según Toyota .....	7
1.4.8 Importancia de Gestión de Recursos Humanos en TPM .....	8
1.4.9 Matriz de Polifuncionalidad o polivalencia .....	9
1.4.10 Curva de aprendizaje .....	9
1.4.11 Curva del olvido de Ebbinghaus .....	10
1.4.12 Revisión de literatura.....	11
CAPÍTULO 2.....	13
2. Metodología .....	13

2.1 Definir .....	13
2.1.1. Voice of customer (VOC) .....	13
2.1.2. La casa de la calidad (QFD) .....	13
2.1.3    Especificaciones de diseño .....	15
2.1.4    Restricciones.....	15
2.2    Medición .....	16
2.2.3    Identificación de variables o datos a recolectar .....	16
2.3    Plan de recolección de datos .....	17
2.3.3    Confiabilidad de los datos .....	21
2.4    Análisis .....	25
2.4.3    Opciones de diseño.....	27
2.4.4    Análisis financiero de las alternativas .....	29
2.4.5    Matriz de priorización .....	30
2.4.6    Desarrollo del diseño.....	30
2.4.7    Implementación del diseño.....	44
CAPÍTULO 3.....	44
3.    Resultados y análisis.....	44
3.1    Resultados de la capacitación .....	44
3.2    Resultados del desempeño del sistema.....	47
3.3    Triple Bottom Line.....	48
3.4    Costo de oportunidad de la implementación .....	49
3.5    Evaluación del cumplimiento de los parámetros de diseño. ....	49
CAPÍTULO 4.....	50
4.    Conclusiones Y Recomendaciones .....	50
Recomendaciones.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS.....	50

## **ABREVIATURAS**

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

TPS Toyota production system

JI Job instruction

WIP Work in process

QFD Quality function deployment

VOC Voice of customer

KPI Key performance indicator

DFSS Design for Six Sigma

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura del DMADV .....	6
Figura 1.2 Curva de aprendizaje .....	10
Figura 1.3 La curva del olvido de Ebbinghaus y el impacto del repaso.....	11
Figura 2.1 Casa de Calidad.....	14
Figura 2.2 Requerimientos de diseño identificados .....	15
Figura 2.3 Resultados de la prueba estadística en Minitab para la referencia: Blusa ..	23
Figura 2.4 Resultados de la prueba estadística en Minitab para la segunda referencia: Pantalón.....	24
Figura 2.5 Pasos de Análisis .....	25
Figura 2.6 Flujo de información dentro de un bosquejo del sistema dividido en tres partes .....	27
Figura 2.7 Plan de desarrollo del sistema como parte de la fase de implementación ..	31
Figura 2.8 Factores identificados para la evaluación de los operarios .....	32
Figura 2.9 Esquema de clasificación de las actividades de cada categoría de producto .....	33
Figura 2.10 Esquema final de la matriz de Polifuncionalidad del módulo de camisas..	36
Figura 2.11 Ejemplo de la matriz de priorización establecida para la categoría de producto: camisas .....	37
Figura 2.12 Visualización de la ruta de capacitación establecida para la categoría de producto: camisas a través de Excel .....	38
Figura 2.13 Diagrama del proceso de ingreso manual de la planificación a Odoos.....	39
Figura 2.14 Diagrama del proceso de registro de información a Odoos por parte de la instructora .....	40
Figura 2.15 Diagrama del proceso de ingreso manual de la obtención de la información generada de las capacitaciones a Odoos .....	41
Figura 2.16 Visualización de la tabla de calificación de instructores.....	42
Figura 2.17 Visualización de la tabla de control del presupuesto y horas disponibles según la restricción financiera .....	43
Figura 2.18 Visualización de la tabla de control del material disponible para enseñar, y el número de horas capacitadas por persona en cada actividad .....	44
Figura 2.19 Diagrama de Gantt de la implementación y validación de resultados del proyecto .....	44

Figura 2.20 Planificación realizada para la capacitación de las 3 operarias seleccionadas .....45

Figura 3.1 Evidencia fotográfica sobre el desarrollo de la capacitación..... 44

Figura 3.2 Resultados obtenidos de la prueba estadística mediante Minitab..... 48

Figura 3.3 Resultados obtenidos de los planeamientos iniciales en el triple bottom line .....48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Lista de requerimientos de diseño recolectados mediante entrevista al gerente general de la empresa.....	13
Tabla 2.2 Tabla de diagnóstico de datos a recolectar en base a restricciones y criterios de diseños.....	17
Tabla 2.3 Plan de recolección de datos.....	18
Tabla 2.4 Tabla de tiempos recolectados para prueba piloto .....	20
Tabla 2.5 Datos utilizados para el cálculo del tamaño de muestra de la variable X1 ....	20
Tabla 2.6 Datos finales recolectados de la variable X1 .....	21
Tabla 2.7 Tiempos recolectados para cada una de las operaciones necesarias para la elaboración de una blusa .....	22
Tabla 2.8 Tiempos recolectados para cada una de las operaciones necesarias para la elaboración de un pantalón .....	23
Tabla 2.9 Resultado de número de operaciones observadas para una referencia .....	25
Tabla 2.10 Análisis del formato de presentación de la información que fluye en dentro del sistema.....	26
Tabla 2.11 Criterios sobre el uso de un software considerados para el desarrollo de las alternativas.....	27
Tabla 2.12 Alternativas de diseño identificadas en base a las restricciones y requerimientos .....	28
Tabla 2.13 Resultado de las 4 alternativas.....	29
Tabla 2.14 Grado de ajuste para las alternativas .....	30
Tabla 2.15 Matriz de Priorización .....	30
Tabla 2.16 Calificación en base al cumplimiento de los factores de evaluación para el personal .....	32
Tabla 2.17 Conformación de micro objetivos o niveles para cada actividad a capacitar en la matriz de polifuncionalidad del módulo de camisas .....	33
Tabla 2.18 Calificaciones para el módulo de camisas en la operación “Embolsar hombros” para las 7 operadoras que lo conforman .....	35
Tabla 2.19 Indicadores a mostrar como Dashboard en la tercera etapa del sistema de capacitación .....	42
Tabla 2.20 Resumen de los datos para la implementación y validación .....	45
Tabla 3.1 Resumen de los resultados obtenido respecto a habilidad de las operarias .	44

Tabla 3.2 Resumen de los tiempos recolectados después de la implementación del sistema.....	47
Tabla 3.3 Costos asociados a la implementación de la capacitación.....	49
Tabla 3.4 Costos asociados a la no implementación de la capacitación.....	49
Tabla 3.5 Resumen de resultados obtenidos del diseño. ....	50

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión de los recursos humanos y la asignación adecuada de tareas en base al desempeño de los operarios constituye un proceso de vital importancia, en especial dentro del área de la confección respecto a los parámetros de productividad y calidad. El conocimiento sobre la polifuncionalidad de los operarios es un parámetro crítico para el balanceo de las líneas de producción (Ahmed, Md. Shafiqul Islam Chowdhury, S.,2018). De ahí nace la urgente necesidad de desarrollar el talento humano. En los últimos años los líderes de las empresas comienzan a reconocer la necesidad de la alimentación constante de conocimiento de sus colaboradores para poder expandir sus negocios.

Tal como se menciona en (Liker, 2007) una de las principales bases para el desarrollo de lo que hoy se conoce como TPS (Toyota production system) se encuentra en las competencias de los colaboradores que participan en dicho sistema. Inicialmente Taiichi Ohno, fue capaz de identificar la importancia de contar con “masas capaces” por lo que desarrolló un plan basado en el método de instrucción utilizado por la fuerza de ocupación americanas en la postguerra conocido como el “método de instrucción del trabajo” (JI por sus siglas en inglés, *Job instruction*); con el cual se puede enseñar operaciones a cualquier persona que cuente con dos aspectos básicos y esenciales: capacidad y deseos de aprendizaje. Y así es como Toyota, tal como se la conoce actualmente, logró convertirse en una organización desarrolladora de talento.

Una empresa que pertenece a la industria de la confección ha identificado como principal razón de problemas de calidad y productividad, el desconocimiento de los operarios en las actividades desempeñadas en cada categoría de producto, ante esta necesidad urgente y básica de contar con masas capacitadas. Este proyecto pretende adaptar las bases del sistema de capacitación utilizado por Toyota en el diseño de un sistema que permita mejorar la gestión de la fuerza de trabajo en el área de confección, y aplacar los problemas asociados: reprocesos por mala calidad y, con un horizonte a largo plazo, la baja productividad.

## **1.1 Descripción del problema**

Una empresa dedicada a la confección ubicada en la ciudad de Guayaquil, en los últimos meses ha identificado en el área de confección un elevado inventario en proceso (WIP) debido a reprocesos asociados a problemas de calidad; dicho reproceso genera atrasos en la planificación y pago de horas extras. Un problema de calidad detectado por el cliente equivale a penalizaciones y una baja calificación en el sistema de proveedores de los clientes. El gerente de la empresa ha logrado asociar dichos problemas de calidad a la poca preparación de los operarios en las distintas actividades que desempeñan dentro de la línea de producción. Gran parte de esta problemática nace del hecho de que un gran porcentaje del personal comenzó sus actividades en la empresa con cero conocimientos respecto a la confección y sin ningún programa fijo de inducción.

La fábrica posee cuatro categorías de productos claramente identificadas en base a las necesidades de sus clientes actuales, los cuales son: blusas, pantalones, camisas (manga corta y manga larga) y boxers. Para cada una de estas categorías existen una gran cantidad de operaciones necesarias para cumplir con el diseño requerido por el cliente, es por ello por lo que, se deberá estandarizar los procesos repetitivos y cruciales para poder delimitar las actividades objeto de capacitación. Por otro lado, la empresa cuenta con una sola operaria cuyas habilidades y destrezas en cada una de las actividades para cada categoría de producto son puntuadas como excelentes; lo cual significa que solo se cuenta con una persona preparada para impartir conocimiento respecto a las operaciones en otra la fábrica. Adicionalmente, no cuenta con un sistema de evaluación de rendimiento y habilidades, lo cual podría resultar una barrera para la correcta gestión de los recursos humanos dentro de la fábrica.

## **1.2 Justificación del problema**

Dada la importancia del cumplimiento de los estándares de calidad de los clientes y la necesidad de capacitación identificada, el presente proyecto está direccionado a diseñar un sistema de capacitación basado en la cantidad de tareas u operaciones dentro del área de confección, lo cual permitirá no solo aplacar los problemas de calidad vinculados a la inexperiencia de los operarios, sino también una mejora a largo plazo en factores de productividad, dado que las herramientas

del sistema permitirán mejorar la gestión de la fuerza laboral y la identificación de actividades críticas a desarrollar en los operarios para el funcionamiento continuo y fluido dentro de las células de manufactura de cada categoría de producto.

Dado que la metodología Toyota se basa en la enseñanza de procesos estandarizados, este se convierte en otro beneficio indirecto del proyecto y es la estandarización de las actividades realizadas para el ensamblaje de sus prendas dentro de cada categoría. Sin mencionar que el desarrollo de este proyecto trae consigo preminencias desde el enfoque social, económico y ambiental.

Desde la perspectiva social, se identifica un incremento en el nivel de dominio en actividades de confección en cada categoría de producto del 25%. En cuanto a lo económico se estima que una reducción del retrabajo, dada mejoras de calidad significaría un acortamiento de al menos 40% de los costos en los que se incurre por sobretiempos. Por último, en el aspecto ambiental, ligado a la reducción de los sobretiempos, significaría también una disminución en el consumo de energía eléctrica en una proporción del 5%.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.3 Objetivo General**

Diseñar un sistema de capacitación basado en el método de enseñanza Toyota para el área de costura trazando una ruta crítica de capacitación para las cuatro categorías de productos identificados: camisas, blusas, pantalones y boxers.

#### **1.3.4 Objetivos Específicos**

1. Definir las operaciones para cada tipo de producto.
2. Analizar el flujo del producto en la línea para cada categoría.
3. Generar una lista de priorización en base al flujo y complejidad de las prendas en cada categoría de producto.
4. Determinar parámetros de evaluación para los operarios en base a los factores cruciales de desempeño de la empresa.
5. Desarrollar un ranking de acuerdo con las habilidades de cada operador en las actividades de cada categoría a través de una matriz de polifuncionalidad.
6. Determinar el total de horas de formación que se deben dar para cada actividad y categoría (Curva de aprendizaje).

7. Establecer un método de evaluación para los capacitadores.
8. Generar una lista de indicadores para el estado del sistema.
9. Determinar un presupuesto de capacitación basado en el total de ventas del último año.

## **1.4 Marco teórico**

Los conceptos que fundamentan la implementación del actual proyecto son: six Sigma, design for six sigma, Voice of Customer (VOC), Quality Function Deployment (QFD), KPI'S, sistema de capacitación, el desarrollo a la excelencia operacional según Toyota, matriz de polifuncionalidad, la importancia de gestión de recursos humanos en TPM, curva de aprendizaje y la curva del olvido de Ebbinghaus.

### **1.4.3 Six Sigma**

La empresa pionera que dio a conocer esta metodología fue Motorola a mediados de 1980 y posteriormente General Electric la convirtió en la filosofía gerencial la cual es popular en muchas de las empresas actualmente (Felizzola Jiménez, 2014).

Six Sigma es una ideología de estrategia operativa y empresarial basada en el enfoque hacia el cliente, la gestión eficaz de datos y metodologías con procesos robustos que ayudan a eliminar la variabilidad del proceso mediante herramientas estadísticas y lograr niveles de error de un máximo 3.4 por millón (Montoya, 2008).

### **1.4.4 Design for Six Sigma**

Design for Six Sigma (DFSS) es un método estructurado para desarrollar nuevos productos, los cuales están alineados con las necesidades del cliente garantizando un alto nivel de efectividad con una cantidad pequeña de variaciones. La metodología para dicha investigación es la DMADV, la cual se usa al diseñar o crear algún nuevo producto, proceso a la compañía. Las siglas DMADV representan secuencialmente cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar (Maass, 2009).

- **Definir:** En esta etapa los líderes de proyecto se encargan de identificar, mediante el uso de herramientas que permitan entender, las necesidades y los deseos más

importantes del cliente. Dichas necesidades permiten restringir o redireccionar el diseño de un producto u proyecto.

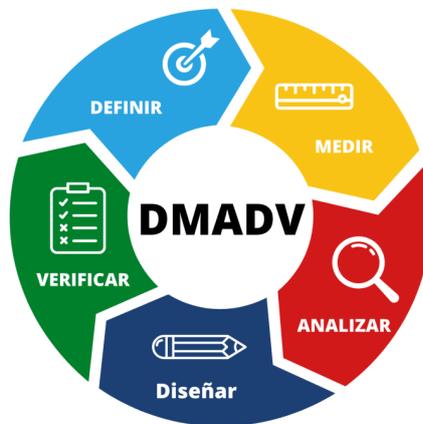
Las herramientas que más destacan en esta etapa son las siguientes: Voz del cliente, (Voice of customer o VOC por sus siglas en inglés) y la casa de la Calidad (Quality function deployment o QFD sus siglas en inglés).

VOC	QFD
<p>Es una herramienta que permite recolectar los requisitos puntuales del cliente hacia un producto o servicio con un análisis crítico final. Por lo que, para la toma de decisiones y comprender con éxito las necesidades del cliente, la información obtenida se la traduce en objetivos críticos. La recolección adecuada de la voz del cliente permite orientar el diseño de un producto o servicio (Aguwa, 2012).</p>	<p>Se encarga, mediante la obtención y análisis de la voz del cliente (VOC), del desarrollo de nuevos productos con una excelente calidad y de esta manera compensar o superar las necesidades iniciales de los clientes. Traduciendo dichas expectativas a parámetros técnicos de diseño mediables. Por lo general esta herramienta se la utiliza en diseños, planificación o al momento de desarrollar un nuevo producto o servicio (Chan, 2002).</p>

- **Medir:** En la siguiente etapa se usan varias métricas para la recopilación de datos necesarios que permitirán el cumplimiento o evaluación de los objetivos y las especificaciones de una manera adecuada. Dichas métricas son utilizadas para una evaluación posterior. Estos pueden ser recolectados de forma directa (Gemba) o tomando bases de datos existentes. Así, en esta etapa se debe desplegar un plan de recolección de datos el cual permite establecer la cantidad de datos a recolectar, método y origen, así como su confiabilidad.
- **Analizar:** A continuación, los datos obtenidos anteriormente y para los cuales se haya comprobado su confiabilidad se complementan con los requerimientos de diseño para la generación de opciones de solución. Las cuales deberán ser

evaluadas desde distintos focos (factibilidad financiera, viabilidad, etc), permitiendo la elección de una opción “ganadora”, en la cual se deberá basar posteriormente el diseño del proyecto o producto.

- **Diseñar:** En esta etapa se centra en el desarrollo de la solución determinada considerando los parámetros de diseño establecido en los escenarios iniciales del del proyecto. Se evalúa al diseño mediante una validación con el cliente en base al cumplimiento de sus requisitos o necesidades.
- **Verificar:** En la última etapa, se implementa o simula el diseño y se comprueba la efectividad del diseño propuesto en base a las métricas desarrolladas en la etapa de análisis para así dar por finalizado (Selvi, 2014). En la figura 1.1 se observa cada una de las fases DMADV.



**Figura 1.1 Estructura del DMADV [Fuente: (Moreira Game, 2021)]**

#### **1.4.5 KPI's**

Son métricas cuantitativas en donde observamos el desempeño de una empresa para alcanzar sus logros u objetivos, estos también podrían pertenecer a un determinado proyecto, reflejan impulsores de valor estratégico y no tan solo miden actividades o procesos comerciales no críticos. Los KPI ayudan a mantener todos los niveles de una organización con los objetivos y los diferentes puntos de referencia claramente establecidos (Bauer, 2004).

#### **1.4.6 Sistema de capacitación**

Las capacitaciones en las empresas son un conjunto de procesos que llevan a cabo una formación al personal de trabajo, otorgándoles conocimientos en una o varias actividades a realizarse en algún área (Lago, 2013).

El diseño de un sistema de capacitación es una herramienta muy esencial debido a que esta nos brinda una adecuada formación en el ambiente y la vida laboral. Actualmente las empresas se basan en competencias, es por eso por lo que, en muchos de los procesos desarrollados en la estas se deben capacitar al trabajador para mejorar sus habilidades en el desarrollo del producto o servicio. Algunas capacitaciones se las realiza individual como colectiva, pero la finalidad de estas es que se obtenga un buen rendimiento en la producción sin dejar atrás la calidad (Mariño Villafuerte, 2018), ya que un desconocimiento por parte de un operador respecto a los parámetros de calidad esperado conlleva a reprocesos o productos deficientes. (Bonilla Jurado, 2018).

#### **1.4.7 El desarrollo a la excelencia operacional según Toyota**

El éxito del sistema de producción ha sido referente para el desarrollo de metodologías replicables para la mejora del rendimiento de las organizaciones alrededor del mundo. Y aunque parecería obvio, el pilar fundamental del funcionamiento de todos los pilares de su sistema es el alto desempeño e independencia de los colaboradores al momento de realizar sus operaciones. En el libro (Liker, 2007) se menciona sobre lo valorado que es en Toyota la enseñanza por lo que declara que en ella “no se fábrica autos, sino también personas”.

Taiichi Ohno, fue capaz de identificar la importancia de contar con “masas capaces” por lo que desarrolló un plan basado en el método de instrucción utilizado por la fuerza de ocupación americanas en la postguerra conocido como el “método de instrucción del trabajo” (MIT o JI por sus siglas en inglés, *Job instruction*); con el cual se puede enseñar operaciones a cualquier persona. Lo cual implica que Toyota no precisa contratar a personas con un alto grado de conocimiento u experiencia, sino que solamente necesita colaboradores con dos factores: capacidad de aprendizaje y ganas de aprender u dominar una tarea (Liker, 2007).

El método JI consiste generar instrucciones en donde se repasen paso a paso los pasos principales de un trabajo, los puntos claves para realizar dicho trabajo, y luego establecer las razones por las cuales estos puntos clave deben ser cumplidos sin excepciones y

finalmente generar un seguimiento a lo largo del desarrollo del trabajo. La persona a cargo de llevar a cabo la capacitación deberá demostrar un profundo conocimiento de la tarea para poder enseñarla correctamente, y para asegurar el cumplimiento del método de instrucción antes explicado estos cuentan con tarjetas de bolsillo que le permiten repasar rápidamente el esquema de enseñanza que deben seguir. Otro soporte para la enseñanza se basa en el uso de una hoja de desglose de trabajo, en la que se detallan todos los pasos importantes, puntos clave y razones de estos, para evitar divergencias entre las indicaciones o que pase por alto información valiosa que el instructor podría haber considerado obvia.

Para Toyota la enseñanza es un pilar fundamental tal que: de los catorce principios del *The Toyota Way*, seis de estos se basan en la importancia del desarrollo de competencias de la dirección, colaboradores, proveedores y clientes como agentes claves del sistema productivo (Liker, 2007).

Para la implementación de un sistema de capacitación (Liker, 2007) en su libro resumen entre las principales bases para ello lo siguiente:

1. Identificación del tipo de trabajo: de rutina, técnico, artesanal, y no rutinario.
2. Estandarización de las actividades.
3. Clasificación de las actividades en nivel de prioridad (centrales de rutina, centrales de no rutina y auxiliares) y su división en pequeñas partes para poder ser enseñados.
4. Desarrollo de un sistema de evaluación del avance en la enseñanza de las operaciones.
5. Parámetros de evaluación para el colaborador y el instructor.

#### **1.4.8 Importancia de Gestión de Recursos Humanos en TPM**

La finalidad del TPM es de hacer mejores a los operarios en su labor, ellos deben de sentir que forman parte de la compañía brindándoles confianza y que se desenvuelvan en sus factores. Las variables para desarrollar un buen empleado son: acción, capacidad y compromiso. El trabajador al manejar estos 3 componentes tendrá un resultado positivo tanto en lo personal como en la organización. (López Arias, 2009).

#### **1.4.9 Matriz de Polifuncionalidad o polivalencia**

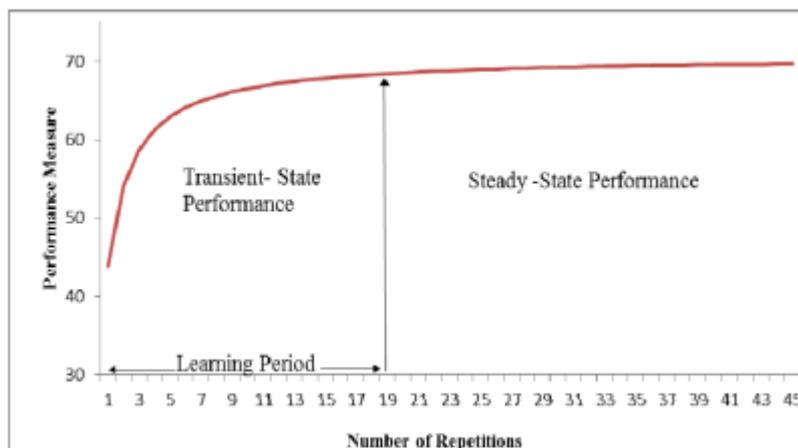
Es una herramienta utilizada en el área de recursos humanos, que nos ayuda a medir o evaluar la versatilidad de los trabajadores en un área diferente y en su propia área, el resultado que se obtenga se puede determinar si el operador es apto para el puesto de trabajo en donde realice una o varias actividades, el beneficio que nos brinda esta matriz es reconocer con exactitud la persona que puede cubrir un puesto en el lugar de trabajo distinto al suyo. Así como a identificar y evaluar el rendimiento de los operadores dentro de una misma línea de trabajo. (Bello Olivos, 2019).

#### **1.4.10 Curva de aprendizaje**

El concepto de la curva de aprendizaje tiene sus orígenes en fue introducido por TP Wright, en la fabricación de aviones en 1936, este personaje desarrolló teoría básica para evaluar la producción repetitiva en ensamblajes de aeronave. Considerando que “la pendiente de la curva está estrechamente relacionada con la naturaleza de la operación que se desempeñe (Latiff, 2005). Así, tal como se enuncia en (Jaramillo N. & Balleteros Riveros, 2005) *“Las curvas de aprendizaje...se fundamentan en la premisa de que las organizaciones o las personas, hacen mejor sus procesos a medida que éstos se repiten, dando como resultado una ganancia en destreza o eficiencia de su propia experiencia”* Lo cual implica que el desarrollo de experticia en una operación u actividad está estrechamente relacionado con cuantas veces lleve a cabo la tarea. Esto es aún más evidenciable en las líneas de producción. Pero tal como se menciona en (Soto Colón, Sistema de Monitoreo para Compuestos Farmacéuticos en el Agua Residual de Puerto Rico., 2020):

Existe un punto en el tiempo cuando el proceso de aprendizaje cesa y el desempeño se vuelve constante en su tasa máxima. Este desempeño a tasa constante puede deberse a las limitaciones de desempeño de las máquinas, capacidad limitaciones del operador o una combinación de ambos. En la literatura, este fenómeno se conoce como “estado estacionario” o “Plateauing”.

Esto significa que existe un cierto límite para el aprendizaje en las líneas de producción en el que se detiene la generación de nuevos aprendizajes. En la figura 1.2 se muestra el comportamiento de la curva de aprendizaje según lo mencionado anteriormente:

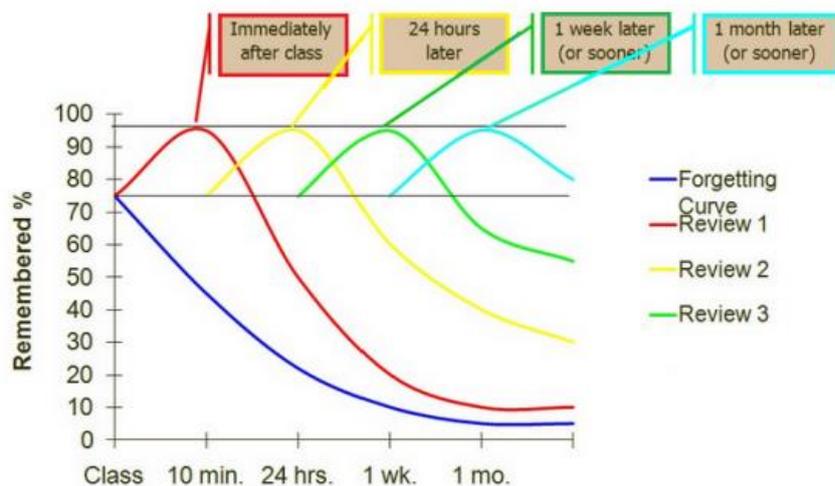


**Figura 1.2 Curva de aprendizaje [Fuente: (Ranasinghe, 2016)]**

El modelo presentado propone que el periodo de aprendizaje termina al momento en el que se realiza 19 veces una operación, ya que después de eso se cae en el estado estacionario de rendimiento porcentual.

#### 1.4.11 Curva del olvido de Ebbinghaus

Este concepto de la curva del olvido es altamente utilizado en los estudios de tipo educativos y psicológicos. Puesto que pues el ser humano al igual que día a día aprende cosas nuevas también las olvida. Por lo que a finales del siglo XIX el psicólogo Alemán Hermann Ebbinghaus estableció un modelo matemático que permite modelar el ritmo en el que los seres humanos olvidan lo que han aprendido (Ramírez, 2022). Este consiste en una curva exponencial, en la que el porcentaje de lo que se aprende va disminuyendo conforme pasa el tiempo. Una de las principales formas en las que se logra evitar dicho efecto es con la frecuencia con la que se repasa lo que aprende. En la figura 1.3 se presenta una tabla donde se muestran la frecuencia de estos repasos citados en un estudio de caso (Resch, 2015).



**Figura 1.3 La curva del olvido de Ebbinghaus y el impacto del repaso [Fuente: (Resch, 2015)]**

En la Figura 1.3 se muestra que con un total de 4 repasos en periodos de tiempos distintos se puede aumentar el porcentaje en el que, una persona recuerda más del 70% de lo aprendido.

#### 1.4.12 Revisión de literatura

La revisión de literatura ayuda a entender el tema en un mayor nivel, así como evaluar el impacto de proyectos similares en otros contextos y condiciones.

En una empresa colombiana, se menciona que las capacitaciones realizadas también motivaban a sus trabajadores, en conjunto al desarrollo de conocimientos ellos se transformaban en un nuevo personal lo cual se logró aumentar en una eficiencia de 4% por cada operador, lo cual pone en evidencia que una adecuada capacitación genera no solo mejoras en las actitudes de los colaboradores, traduciéndose a una mejor productividad (Serna Echeverri, 2014)

Por otro lado, en la Universidad Técnica de Ambato se llevó a cabo capacitaciones para incrementar el rendimiento al personal administrativo en la institución, se impartieron varios cursos los cuales tuvieron un alcance de completar un 86% de todos sus colaboradores. Los que completaban totalmente los cursos mencionaban que se sientes más seguros y aptos en su puesto de trabajo. (Bonilla Jurado, 2018).

Así también, una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos textiles en Colombia implementó la matriz de polifuncionalidad en el área de no tejido, debido a que existe una alta rotación por parte de los operarios en las máquinas, lo cual no les permitía cumplir con la producción requerida. Luego de hacer los estudios, capacitar y asignar al personal correcto, considerando el desarrollo de la polifuncionalidad de los operarios; lograron sobrepasar las cantidades estimadas en producción (García Pastrana, 2020). Si solo una persona se encuentra experta en una máquina, significa entonces que el funcionamiento de dicha línea de producción recae en el cumplimiento de dicha persona. Este caso pone en manifiesto la importancia del desarrollo de habilidades de los operarios en varios procesos/máquinas a fin de asegurar el cumplimiento de metas respecto a productividad garantizando la calidad de los productos.

Por otro lado, con la aplicación del modelo Toyota a la producción de Panela en una empresa de Colombia, lograron reducir tiempos de producción, así como los desperdicios que se generaban en cada etapa del proceso, lo cual tuvo impacto también en los tiempos de entrega, y una buena calidad del producto generando mejoras en el posicionamiento de la empresa en el mercado (Serna Echeverri, 2014).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Definir

#### 2.1.1. Voice of customer (VOC)

Para la recolección de necesidades del consumidor o la voz del cliente, se recolectó mediante una entrevista de forma directa con el gerente general de la empresa, quien manifestó como oportunidad de diseño que necesita un sistema diseñado para la mejora de las habilidades de los operarios dado que se ha evidenciado gran incidencia de reprocesos asociados a problemas de calidad. Los requisitos se enlistan en la tabla 2.1:

**Tabla 2.1 Lista de requerimientos de diseño recolectados mediante entrevista al gerente general de la empresa [Fuente: Elaboración propia]**

Lista de requerimientos del gerente general	
1	El sistema debe considerar las necesidades de capacitación en las líneas de producción
2	Debe mostrar las habilidades de los operadores
3	Adaptable a otras áreas de la empresa
4	Establecer un presupuesto de capacitación basado en un porcentaje de las ventas
5	Sostenible en el tiempo
6	Escalable
7	Pueda clasificar a los operarios en base a sus habilidades
8	Utilice un método fácil de enseñanza
9	Muestre la información en un formato editable
10	Establezca las actividades que se deben enseñar mediante una ruta de capacitación optima

#### 2.1.2. La casa de la calidad (QFD)

Para poder traducir dichos requerimientos a especificaciones técnicas de diseño se procedió a elaborar un QFD y así también darle un peso a cada una de estas; en caso de generarse trade off (contradicciones entre los objetivos de una especificación con otra) adentro del desarrollo del diseño. Para ello también se solicitó al cliente darle un

nivel de importancia a los nueve requerimientos de la Tabla 2.1. Estos resultados se muestran a continuación, en la Figura 2.1:

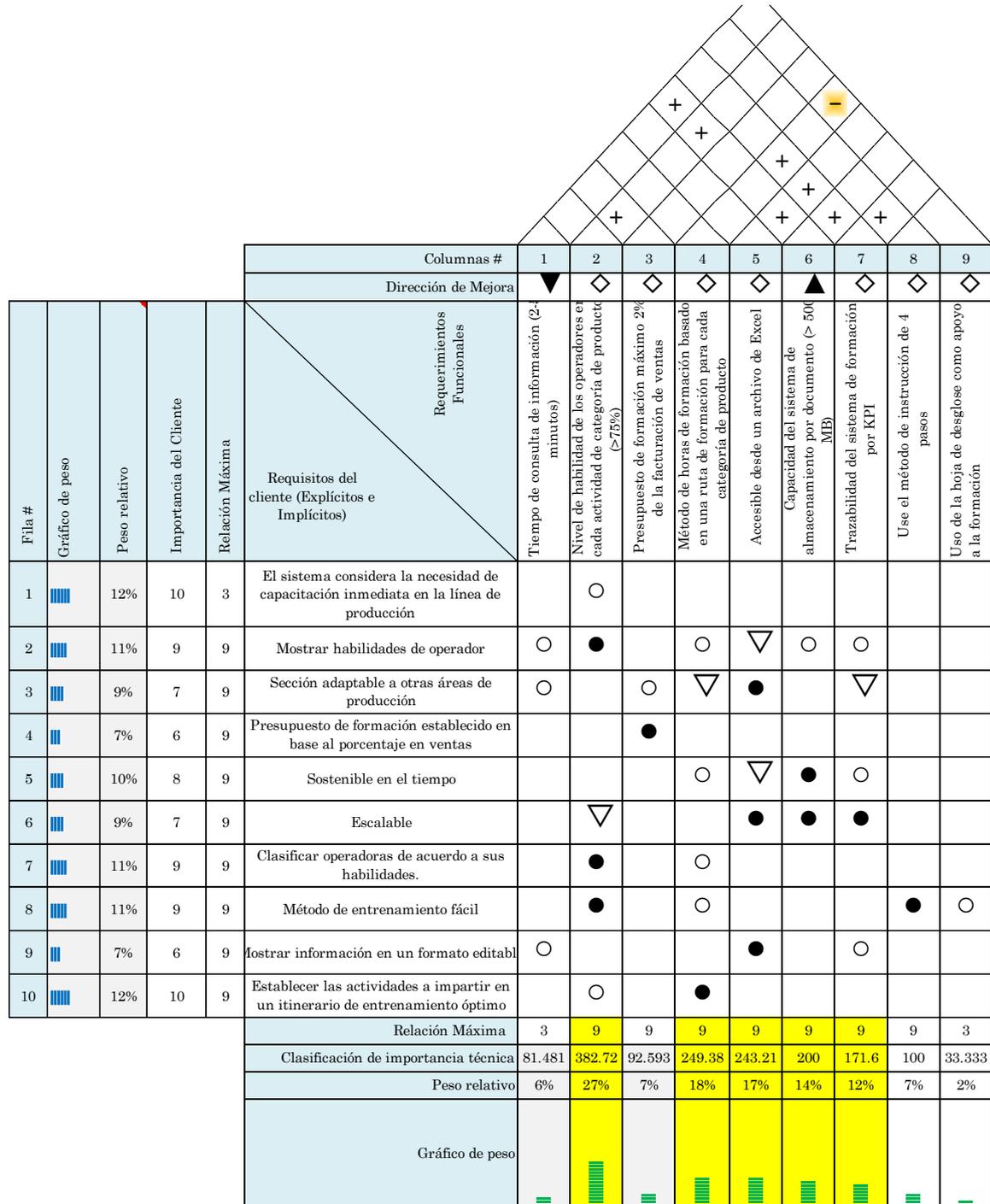


Figura 2.1 Casa de Calidad [Fuente: Elaboración propia]

### 2.1.3 Especificaciones de diseño

Las especificaciones de diseño o requerimientos funcionales se resumen y se muestran en la Figura 2.2:

Tiempo de consulta de información (2-5 minutos)	Nivel de habilidad de los operadores por cada operación de las categoría de producto según niveles de necesidad inmediata	Presupuesto establecido en base a un máximo del 2% de la salida en ventas
Método de capacitación basado en un ruta de capacitación para cada categoría de producto	Accesible desde un archivo Excel	Capacidad del documento mayor a 500 MB
Trazabilidad del sistema mediante indicadores	Utilizar el método de 4 pasos de instrucción de trabajo (Metodología Toyota)	Uso de hojas de desglose como material de soporte para las capacitaciones

**Figura 2.2 Requerimientos de diseño identificados [Fuente: Elaboración propia]**

### 2.1.4 Restricciones

Al realizar una visita a la empresa y entrevistar al gerente general respecto a las limitantes que se pueden evidenciar para llevar a cabo el proyecto son las siguientes:

1. Número limitado de máquinas (Hay operaciones que deben ser enseñadas en máquinas específicas las cuales se encuentran en funcionamiento dentro de la línea de producción)
2. Limitación de posibles horas de capacitación por día
3. Presupuesto ajustado a las ventas
4. Baja repetición de operaciones (Las actividades por cada producto a fabricar por lo que alguien podría pasar meses sin realizar una operación específica y luego tener que volver a realizar)
5. Conocimiento limitado en herramientas digitales del equipo de producción.
6. Solo se cuenta con un capacitador o persona con las competencias suficientes para enseñar.

Estas restricciones serán tomadas en cuenta también para el diseño del sistema de capacitación, ya que este deberá trabajar sobre dichas limitantes.

## **2.2 Medición**

### **2.2.3 Identificación de variables o datos a recolectar**

Ya identificada la oportunidad de diseño, así como las necesidades del cliente clave, transformadas a requerimientos funcionales con algunas de las herramientas presentadas anteriormente, se procedió a definir cuáles son los datos necesarios para el desarrollo del proyecto en base a estos. Los cuales se muestran en la tabla 2.2:

**Tabla 2.2 Tabla de diagnóstico de datos a recolectar en base a restricciones y criterios de diseños [Fuente: Elaboración propia]**

# de variable	Nombre de la variable	Parámetro vinculado		Descripción del parámetro
		Req. funcional	Restricción	
X1	Tiempo utilizado para consultar información sobre capacitaciones		X	Limitado conocimiento en herramientas digitales del equipo de producción
X2	Ventas totales registradas en el año 2021	X	X	Presupuesto establecido en base a un máximo del 2% de la salida en ventas
X3	Número y nombre de las actividades más comunes en cada categoría	X	X	Método de capacitación basado en una ruta de capacitación crítica para cada categoría de producto. Baja repetición de las operaciones.
X4	Número y tipo de máquinas disponibles para la producción		X	Limitado número de máquinas
X5	Número de operadores laborando en el área de producción	X		Nivel de habilidad de los operadores por cada operación de las categorías de producto según niveles de necesidad inmediata
X6	Habilidades actuales de cada operador	X		Trazabilidad del sistema mediante indicadores Nivel de habilidad de los operadores por cada operación de las categorías de producto según niveles de necesidad inmediata
X7	Capacidad de almacenamiento máximo de una hoja de Excel	X		Capacidad del sistema por documento (>500 MB)
X8	Tiempo estándar de las actividades más comunes en cada categoría de producto	X		Método de capacitación basado en una ruta de capacitación crítica para cada categoría de producto.

### 2.3 Plan de recolección de datos

Una vez identificados las variables a medir se procedió al desarrollo de un plan de recolección de datos, la cual es una herramienta que permite realizar un rastreo respecto a la validación de cada uno de los datos mostrados en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]**

<b>Dato (X)</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Como será medido</b>	<b>Donde se obtiene la información</b>	<b>Muestra</b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Por qué debe recolectarse</b>	<b>Quien brindar dicha data</b>
<b>X1</b>	Continua	Estudio de tiempos sobre el tiempo en minutos utilizado para consultar información	Tomando los tiempos durante la jornada laboral	N= 12	Ok	Es un criterio de diseño para reducir el tiempo de ingreso y consulta de información. Es una información base para analizar cambios.	Supervisora e instructora
<b>X2</b>	Discreto	Tomando como referencia las órdenes de producción generadas hasta diciembre	Del departamento comercial y financiero	Todos los datos (ventas hasta diciembre)	Ok	Es necesario calcular un presupuesto de formación tomando como referencia el histórico de ventas	El Gerente de la empresa y el gerente del departamento financiero (Vía Email)
<b>X3</b>	Discreto	Contabilización de las actividades más habituales	La base de datos de Smart Balance utilizada en producción	Todos los datos	Ok	Para el establecimiento de la ruta de entrenamiento de cada categoría	Ingeniero de producción y el sistema de balance.
<b>X4</b>	Discreto	Comprobando y contando (Gemba)	La base de datos del inventario/ gemba	Todos los datos	Ok	Se alinea para validar la restricción de la baja disponibilidad de máquinas, afecta cuantas operaciones debe realizar cada operario	Departamento de producción (Ingeniero)

<b>X5</b>	Discreto	Contabilización del número total de operadores por módulos de producción	Gemba	Todos los datos	Ok	Establecer las estadísticas para el seguimiento de cada operador	Kerly Vaca y Kelvin Reyna
<b>X6</b>	Discreto	Realizar un análisis del porcentaje registrado y el rendimiento actual	Matriz de polifuncionalidad generada a la fecha	Todos los datos	No	Establecer una línea de base sobre las habilidades del operador	Kerly Vaca y Kelvin Reyna
<b>X7</b>	Discreto	Consulta en portales web	Páginas web oficiales de cada software	N/A	Ok	Es una restricción y requisitos que cumplir sobre los criterios de diseño.	Kerly Vaca y Kelvin Reyna
<b>X8</b>	Continuo (segundos)	Revisando la base de datos	Base de datos de tiempo y Gemba	Todos los datos	Ok	Este es uno de los factores más relevantes para evaluar el desempeño de los operadores	Departamento de producción

Los datos obtenidos para cada una de las variables antes mencionadas se muestran a continuación, considérese que cuando se refiere a “Módulos” se habla de cada célula de manufactura estructurada por cierta cantidad de operarios dedicados a la fabricación de una prenda en específico.

**X1: Tiempo utilizado para consultar información sobre capacitaciones**

Para la variable X1, la cual consiste en el estudio de tiempo utilizado para registrar información y consultar información sobre las enseñanzas empíricas actuales que se realizan dentro de la empresa. Se determinó el tamaño de la muestra elaborando una prueba piloto inicial de 6 tiempos, para luego obtener la muestra total a recolectar. Los cuales en la tabla 2.4 se observan que son un total de 12 datos.

**Tabla 2.4 Tabla de tiempos recolectados para prueba piloto [Fuente: Elaboración propia]**

	Tiempos en minutos					
	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6
<b>Ingresar información</b>	20,75	10,33	24,06	13,56	23,26	25,12
<b>Consulta de información</b>	7,11	8,26	6,52	7,65	8,23	7,36
Total	27,86	18,59	30,59	21,21	31,49	32,48

A continuación, se realizó el cálculo del tamaño de muestra a tomar considerando los siguientes datos mostrados en la tabla 2.5:

**Tabla 2.5 Datos utilizados para el cálculo del tamaño de muestra de la variable X1**

[Fuente: Elaboración propia]

<b>T (6, 0.05)</b>	2,44
<b>S (Desviación)</b>	5,80
<b>K (Grados de libertad)</b>	0,15
<b>X (Media)</b>	27,04

**Ecuación 2.3 Cálculo del tamaño de muestra para la variable X1 [Fuente: Elaboración propia]**

$$n = \frac{(5,80 * 2,44)^2}{(0,15 * 2,04)^2}$$

$$n = 12$$

Una vez definido el tamaño de muestra se procedió a la recolección de la cantidad de datos los cuales se visualizan en la tabla 2.6.

**Tabla 2.6 Datos finales recolectados de la variable X1 [Fuente: Elaboración propia]**

	Tiempo en minutos		
	Ingreso de información	Consulta de información	Total
1	21,74	8,67	30,41
2	13,04	9,7	22,74
3	23,13	8,58	31,71
4	17,62	8,12	25,74
5	17,35	8,81	26,16
6	23,29	9,19	32,48
7	12,67	9,41	22,08
8	11,38	7	18,38
9	11,11	9,99	21,1
10	15,9	9,09	24,99
11	20,87	7,69	28,56
12	11,64	7,49	19,13

**Ecuación 2.2 Tiempo promedio de ingreso y consulta de información con el método actual empírico de capacitación [Fuente: Elaboración propia]**

$$Tiempo\ promedio = 25,39\ min$$

Dado que se elaboró un muestreo para saber la cantidad de datos que resulte representativo de los datos, se da por sentada la confiabilidad de estos y se tiene como resultado que el tiempo promedio dedicado al ingreso y consulta de información.

Los datos específicos de las demás variables se encuentran adjuntas en el Anexo del presente proyecto

**2.3.3 Confiabilidad de los datos**

Para analizar la confiabilidad del tiempo estándar de las actividades más comunes de cada categoría de producto (X8), se empleó la prueba paramétrica Mann-Whitney utilizando Minitab, en la que se compara la media de dos muestras, en este caso entre los datos que se tienen y los observados mediante gamba.

Dado que la empresa cuenta con una base de datos, se procedió a validar dicha información mediante la toma de tiempo de dos referencias de dos categorías: Blusa y pantalón, dado que se encontraban dentro de la línea al momento del análisis. Como se observa en la Tabla 2.7, Figura 2.3, Tabla 2.8 y Figura 2.4 respectivamente.

**Tabla 2.7 Tiempos recolectados para cada una de las operaciones necesarias para la elaboración de una blusa [Fuente: Elaboración propia]**

Operaciones		Tiempo en segundos	
		Tiempo en el sistema	Tiempo observado en gamba
1	Cerrar costados y pegar mangas	38,4	38,4
2	Armar bichonga	1,2	1,2
3	Armar espalda + talla	37,2	36
4	Armar delantero	33	49,2
5	Hilván a forro x2	26,4	19,2
6	Embolsar hombros	74,4	35,4
7	Pegar pieza de hombros	3	10,2
8	Hilván a ruedo	26,4	14,4
9	Hilván a puños x2	26,4	57
10	Terminado hilván + elástico	15	27,6
11	Ruchar mangas x2	9	4,2
12	Armar + ruchar pieza de hombros	13,8	7,2

### Method

$\eta_1$ : median of T1  
 $\eta_2$ : median of T2  
Difference:  $\eta_1 - \eta_2$

### Descriptive Statistics

Sample	N	Median
T1	12	26,4
T2	12	23,4

### Estimation for Difference

CI for Difference	Achieved Confidence
-1,2 (-18; 16,2)	95,36%

### VALIDATION:

#### Mann-Whitney Test

### Test

Null hypothesis  $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Alternative hypothesis  $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Method	W-Value	P-Value
Not adjusted for ties	144,50	0,773
Adjusted for ties	144,50	0,773

**Figura 2.3 Resultados de la prueba estadística en Minitab para la referencia: Blusa**  
[Fuente: Elaboración propia]

**Tabla 2.8 Tiempos recolectados para cada una de las operaciones necesarias para la elaboración de un pantalón** [Fuente: Elaboración propia]

Operaciones		Tiempo en segundos	
		Tiempo en el sistema	Tiempo observado en gamba
1	Over a delantero	1,8	3
2	Over a bragueta	0,6	3
3	Over a simulado armado x2	3,6	3
4	Unir piezas de espalda x2	3,6	3,6
5	Unir pieza a simulado de bolsillo x4	5,4	5,4
6	Cerrar tiro de espalda	3	1,8
7	Cerrar costados	11,4	9,3
8	Cerrar entrepiernas	7,8	9,3
9	Pegar cierre doble pespunte	34,2	45
10	Festones delanteros x2	7,8	7,8
11	Pespunte fino a tiro de espalda	3	3
12	Hacer dobladillo a bolsillos x2	4,2	4,2
13	Pespunte fino a costados	3	3
14	Fijar presillas	10,8	12,6
15	Pegar talla en pretina	7,2	14,4
16	Asentar pretina	4,8	41,4
17	Atracar presillas x5	38,4	38,4
18	Pegar bolsillo + pespunte fino	7,2	7,2
19	Hilvan a ruedo	18,6	21

20	Pespunte grueso unión x 4	21,6	21,6
21	Pespunte grueso piezas de espalda	6	6
22	Pespunte ancho bolsillo (x2)	2,4	2,4
23	Pespunte grueso tiro de espalda	12,6	12,6
24	Pespunte grueso costados	9,6	9,6
25	Armar presillas	3,6	3,6

Method	Descriptive Statistics		Test
$\eta_1$ : median of T1	Sample	N	Median
$\eta_2$ : median of T2	T1	29	7,2
Difference: $\eta_1 - \eta_2$	T2	29	6,0
<b>Estimation for Difference</b>			
	CI for	Achieved	
	Difference	Difference	Confidence
	0,6	(-1,8; 4,2)	95,17%
<b>Test</b>			
Null hypothesis	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$		
Alternative hypothesis	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$		
<b>Method</b>	<b>W-Value</b>	<b>P-Value</b>	
Not adjusted for ties	886,50	0,635	
Adjusted for ties	886,50	0,634	

**Figura 2.4 Resultados de la prueba estadística en Minitab para la segunda referencia: Pantalón [Fuente: Elaboración propia]**

Como se muestra en la Figura 2.2 y 2.3, se obtiene un valor p mayor al nivel de significancia de 0.05 por lo cual no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, la cual indica que las medias son iguales. Por lo que los tiempos registrados en la base de datos fueron validados como confiables.

Las demás variables se las verificó mediante la observación directa y verificación de la información en documentos y entidades oficiales. Uno de los ejemplos de verificación realizada mediante gamba se muestra a continuación:

#### **Validación de la cantidad de actividades por cada categoría de producto:**

Para poder validar la información que se encuentra en el sistema, se tomó al azar 1 de las referencias (productos) y se comparó mediante la observación la cantidad de actividades totales que implican la construcción de estas. En la Tabla 2.9 se evidencia los números de observaciones de dicha referencia. Véase la evidencia fotográfica de la visita en gamba adjunta en los anexos.

**Tabla 2.9 Resultado de número de operaciones observadas para una referencia [Fuente: Elaboración propia]**

	Referencia: Blusa
<b>Número de actividades registradas en el sistema</b>	17
<b>Tomadas mediante observación</b>	17

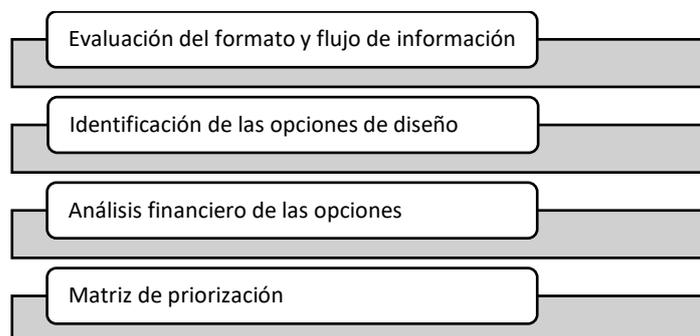
Por otro lado, no se pudo obtener información alguna sobre las habilidades o calificaciones de desempeño de las operarias actualizado, es por ello por lo que dicha variable es la única para la cual no se comprobó su confiabilidad.

Esto consecuentemente, implica que se deberá desarrollar una evaluación desde cero antes de iniciar el sistema para medir y comprobar una mejora en el desempeño de las operarias.

## 2.4 Análisis

Con datos recolectados y verificados, se procede a realizar un análisis sobre cuáles serían las opciones de diseño óptimas para llevar a cabo el sistema en base a los requerimientos y restricciones previamente identificadas.

Los pasos seguidos para el desarrollo y elección de una alternativa de diseño en la Figura 2.5 se observan.



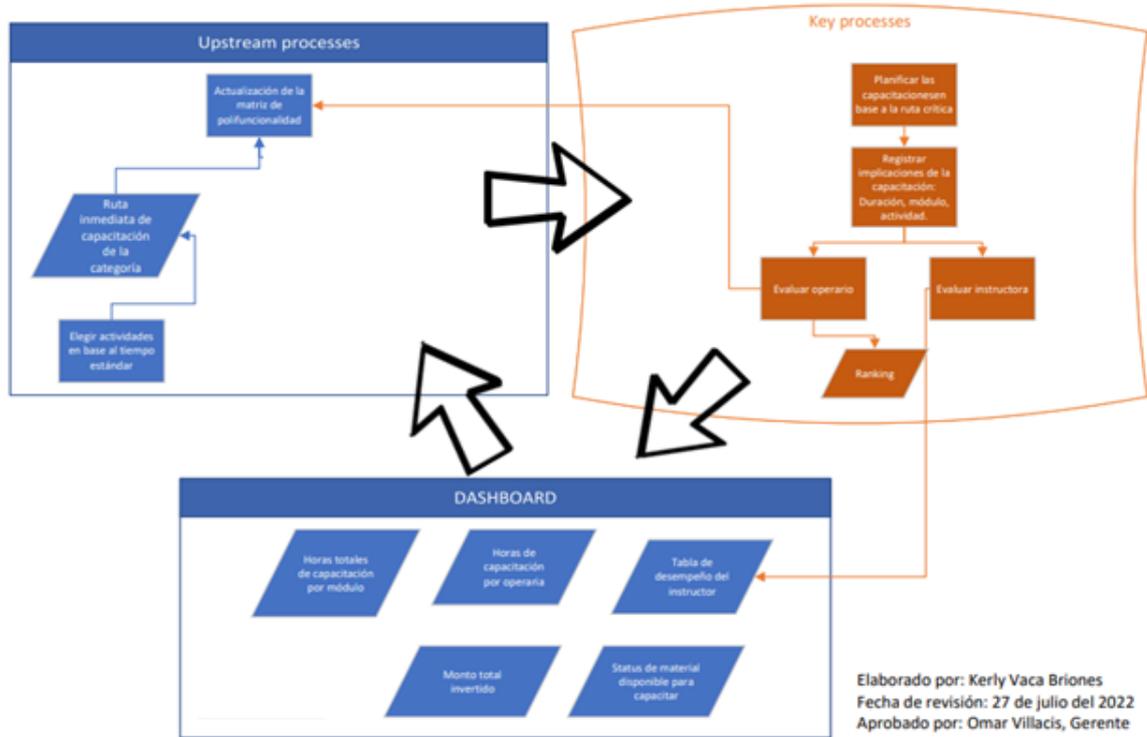
**Figura 2.5 Pasos de Análisis [Fuente: Elaboración propia]**

Previo a plantear cuáles son las alternativas de diseño, se analizó las relaciones y el flujo de información en el sistema identificándose 3 partes claves: el ingreso de información, los procesos claves de planificación y los tableros de indicadores. Y en cada una de estas etapas se identifican datos que deberán ser mostrados en distintos formatos como se observa en la Tabla 2.10.

**Tabla 2.10 Análisis del formato de presentación de la información que fluye en dentro del sistema [Fuente: Elaboración propia]**

	<b>Requerimiento</b>	<b>Formato de presentación</b>
<b>1</b>	Tiempo de consulta de información (2-5 minutos)	Usar fórmulas de actualización automática de información
<b>2</b>	Nivel de habilidad de los operadores por cada operación de las categorías de producto según niveles de necesidad inmediata	Matriz (Tabla) de polifuncionalidad o excelencia operativa de cada categoría
<b>3</b>	Identificación automática de reprocesos registrados por cada operador en cada actividad	Generar una Matriz con el retrabajo y el nombre del operador
<b>4</b>	Máximo 6 horas de entrenamiento por día con una duración de entrenamiento de 1 hora (Todos los operadores)	N/A
<b>5</b>	Presupuesto de formación máximo 2% de la facturación de ventas	Vincular una fórmula para calcular el presupuesto en función del número de ventas de la empresa del último año.
<b>6</b>	Método de horas de formación basado en una ruta de formación para cada categoría de producto	Muestre la ruta de capacitación enumerando en orden descendente según la importancia
<b>7</b>	Accesible desde un archivo de Excel	N/A
<b>8</b>	Capacidad del sistema de almacenamiento por documento (> 500 MB)	N/A
<b>9</b>	Trazabilidad del sistema de formación por KPI	Presentar: diagramas de barra, líneas de tiempo, diagramas de pie.
<b>10</b>	Use el método de instrucción de 4 pasos	Cuadro con resumen de los pasos de cada actividad (hoja de desglose)
<b>11</b>	Uso de la hoja de desglose como apoyo a la formación	

Posteriormente se realizó un bosquejo sencillo en forma de diagrama de las tres partes mencionadas anteriormente, se revisó con el gerente de la empresa, quién afirmó estar de acuerdo con el flujo de la información planteada. En la Figura 2.6 se evidencia la secuencia del sistema.



**Figura 2.6 Flujo de información dentro de un bosquejo del sistema dividido en tres partes [Fuente: Elaboración propia]**

### 2.4.3 Opciones de diseño

Las opciones de diseño se obtuvieron mediante una lluvia de ideas entre los miembros del equipo del proyecto y considerando los parámetros antes mencionados de diseño relacionados específicamente al uso de una herramienta para llevar a cabo los procesos del sistema antes mencionado. Estos resultados son visibles en la Tabla 2.11

**Tabla 2.11 Criterios sobre el uso de un software considerados para el desarrollo de las alternativas [Fuente: Elaboración propia]**

	Restricción	Requerimiento funcional
Limitado conocimiento del equipo de producción en herramientas digitales	✓	
Capacidad de almacenamiento (>500 MB)		✓
Accesible desde un archivo Excel		✓

No haya un cambio de formato ente un software y otro		✓
--	--	---

Así se logró determinar las siguientes alternativas en Tabla 2.12, para el desarrollo del sistema:

**Tabla 2.12 Alternativas de diseño identificadas en base a las restricciones y requerimientos** [Fuente: Elaboración propia]

	Ingreso de información	Procesos claves	Dashboard
<b>Alternativa actual</b>		No se aplica	No se aplica
<b>Alternativa 1</b>			 Power BI
<b>Alternativa 2</b>			
<b>Alternativa 3</b>			
<b>Alternativa 4</b>			 Power BI

En el caso del uso de Odoo, tal como se menciona en (Carracao, 2021):

Odoo es un paquete de aplicaciones, en principio dirigido a empresas... que permite gestionar de forma global todas las necesidades que se tengan en esa empresa, desde compras, ventas contabilidad, facturación, nóminas, gestión de redes sociales, recursos humanos y una infinidad de aspectos que se pueden gestionar desde el mismo software.

Tal como se describe Odoo es una herramienta multifuncional por lo que se puede utilizar su funcionalidad en el registro de horas de trabajo a través de su cronómetro. Por lo que, se recalca el hecho de que esta herramienta a más de registrar datos permite exportarlos a un archivo formato Excel, cumpliendo con los parámetros para ser considerado entre las opciones de diseño.

## 2.4.4 Análisis financiero de las alternativas

Para crear el diseño del sistema de capacitación en donde se podrá visualizar la información respecto a las capacitaciones se tomará en cuenta el análisis Financiero de las 4 alternativas, las cuales usaran Excel, Power Bi y Odo.

Los valores para los 4 escenarios, con los costos directos e indirectos tenemos los siguientes valores según se muestra en la tabla. No se incluye en el análisis financiero a la condición actual porque como no se aplica, sus costos de implementación son menores, pero existe un costo de oportunidad ligado a esto, los cuales serán calculados más adelante.

Al hacer el análisis financiero como se muestra en la Tabla 2.13 de las 4 alternativas, tenemos diferentes resultados para cada una.

**Tabla 2.13 Resultado de las 4 alternativas [Fuente: Elaboración propia]**

	Alternativas	Alternativa 1 (\$ (Anual))	Alternativa 2 (\$ (Anual))	Alternativa 3 (\$ (Anual))	Alternativa 4 (\$ (Anual))
	<b>Ahorros</b>				
CD	Diseñador	336.96	0.00	336.96	0.00
CD	Operador	472.08	337.20	497.31	472.08
CI	Electricidad	369.60	441.60	369.60	369.60
	<b>AHORRO TOTAL (\$)</b>	<b>1178.64</b>	<b>778.80</b>	<b>1203.87</b>	<b>841.68</b>
CI	<b>GASTOS GENERADOS</b>				
CI	Licencia Office 2021	78.32	78.32	78.32	78.32
CI	Licencia Odo	210	0	210	0
CI	Depreciación de la computadora	240	240	240	240
CI	Internet	278.784	278.784	278.784	278.784
CI	Mantenimiento preventivo de software	100	100	100	100
	<b>GASTOS TOTALES (\$)</b>	<b>907.104</b>	<b>697.104</b>	<b>907.104</b>	<b>697.104</b>
	<b>Ahorro Neto (\$)</b>	<b>271.54</b>	<b>81.70</b>	<b>296.77</b>	<b>144.58</b>
CI	Almacenamiento en disco duro	70	70	70	70
CI	Dispositivo de almacenamiento SSD de 240 GB	50	50	50	50
CI	Monitor de computadora	300	300	300	300
	<b>Inversión Neta (\$)</b>	<b>420.00</b>	<b>420.00</b>	<b>420.00</b>	<b>420.00</b>
	<b>Período de recuperación (años)</b>	<b>1.55</b>	<b>5.14</b>	<b>1.42</b>	<b>2.91</b>

Así logramos determinar cuál alternativa es la más viable para el proyecto, siendo la que mayor ahorro neto con un periodo de recuperación de 1 año y 4 meses es la alternativa 3. La cual está conformada por la estructura: Excel, Odo, Excel.

## 2.4.5 Matriz de priorización

Una vez identificadas las opciones de diseño se realizó una matriz de priorización con los cuatro parámetros permitientes a lo que persigue el uso de estas herramientas informáticas, considerando los requerimientos y opiniones del gerente general. Para evaluar a cada alternativa se utilizó ciertos puntajes los cuales se observan en la tabla 2.14.

**Tabla 2.14 Grado de ajuste para las alternativas [Fuente: Elaboración propia]**

<b>Grado de ajuste de la alternativa a los criterios</b>	0	0%
	1	25%
	2	50%
	3	75%
	4	100%

Como se muestra en la tabla 2.15, la opción o alternativa seleccionada acorde a los valores resultantes fue la número 3.

**Tabla 2.15 Matriz de Priorización [Fuente: Elaboración propia]**

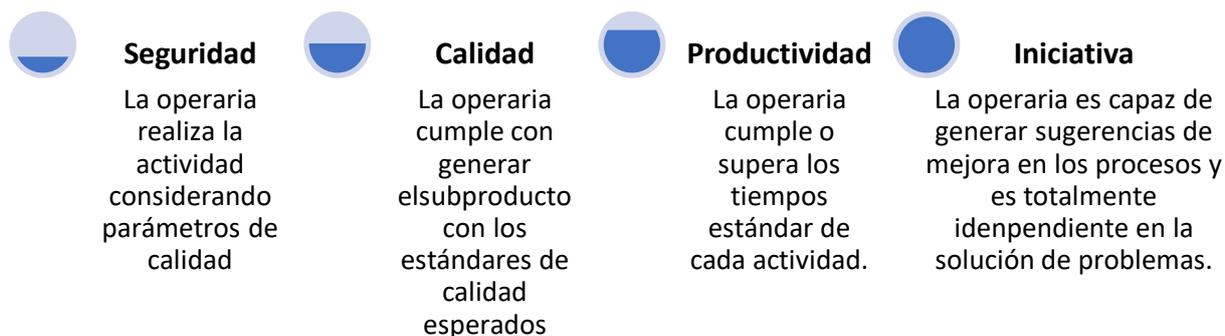
	<b>Criterios</b>				
	<b>Breve procesamiento manual de datos</b>	<b>Escalable</b>	<b>Fácil acceso a la configuración de datos</b>	<b>Viabilidad financiera</b>	<b>TOTAL</b>
Peso	70%	15%	5%	10%	100%
Alternativas					
<b>Alternativa actual</b>	0	0	0	0	0
<b>Alternativa 1</b>	3	2	2	2	2,50
<b>Alternativa 2</b>	2	4	4	2	2,20
<b>Alternativa 3</b>	3	3	2	3	2,65
<b>Alternativa 4</b>	2	3	2	2	1,95

De esta manera se garantiza que aplicando los grados de ajuste los cuales se encuentran en la Tabla 2.14, a la tabla 2.15 la matriz de priorización obtiene el mayor puntaje haciendo la alternativa más conveniente.

## 2.4.6 Desarrollo del diseño

Para el desarrollo del diseño se desarrolló un diagrama de Gantt el cual se observa en la Figura 2.7, esto a fin de cumplir a tiempo las tareas:





**Figura 2.8 Factores identificados para la evaluación de los operarios [Fuente: Elaboración propia basando en (Pérez, 2021)]**

Así nacieron los siguientes 5 niveles de dominio de actividades, el cual se muestran en la tabla 2.16 a continuación:

**Tabla 2.16 Calificación en base al cumplimiento de los factores de evaluación para el personal [Fuente: Elaboración propia]**

Indicadores de valoración		% Rendimiento
1	Desconoce por completo la operación	0%
2	Realiza la operación considerando parámetros de seguridad	25%
3	Realiza la operación considerando parámetros de seguridad y calidad	50%
4	Realiza la operación considerando parámetros de seguridad, calidad y productividad.	75%
5	Realiza la operación considerando parámetros de seguridad, calidad y productividad con iniciativa.	100%

Así también se procedió a establecer parámetros para la clasificación de las actividades, en centrales rutinarias, centrales no rutinarias y auxiliares, siendo estos los que se presentan en la Figura 2.9.

<b>Esquema de clasificación de actividades</b>		
<b>Actividades centrales rutinarias</b>	<b>Actividades centrales no rutinarias</b>	<b>Actividades auxiliares</b>
Son aquellas actividades críticas que se deben realizar para la conformación de la prenda en dicha categoría <b>(No dependen del diseño)</b>	Son aquellas actividades que se deben realizar para el conformado de la prenda pero que no se realizan frecuentemente <b>(Dependen mucho del diseño)</b>	Actividades vinculadas a la utilización de máquinas: <b>Cambio de aguja, Enhebrado y calibración</b>

**Figura 2.9 Esquema de clasificación de las actividades de cada categoría de producto**  
[Fuente: Elaboración propia basado en (Liker, 2007)]

Por otro lado, se desarrolló los micro objetivos considerando niveles para el requerido de la matriz en cada actividad. Este indicador porcentual representa el número de personas con altas habilidades en cada una de las actividades, por lo que se sobrentiende que estos micro objetivos cambian conforme la cantidad de personas dentro del módulo de fabricación cambie. Por ejemplo, la célula de manufactura dedicada a la elaboración de camisas cuenta con un total de 7 operarias. Por lo que los niveles quedan definidos como se muestran en la Tabla 2.17 de la siguiente forma yendo desde la E, nivel más bajo, hasta la A, el más alto.

**Tabla 2.17 Conformación de micro objetivos o niveles para cada actividad a capacitar en la matriz de polifuncionalidad del módulo de camisas** [Fuente: Elaboración propia]

<b>Niveles</b>	<b>Micro objetivo</b>	<b>Requerimiento</b>
E	Estabilizar la operación en el módulo	Al menos 2 operarias al 75%
D	Incrementar la polifuncionalidad	Al menos 3 operarias al 75%
C	Mejorar productividad mediante la repartición de las operaciones	Al menos 4 operarias al 75% y una al 100%
B	Apuntar a la excelencia operacional	6 operarias al 75% y una al 100%
A	Excelencia operacional	Todas las operarias al 100%

Esto supone que entre más pequeños son los módulos menos niveles de micro objetivos se van a obtener. Se aplicó el mismo principio para todos los módulos. Con la actualización automática de este requerido en cada actividad, la planificación de las capacitaciones podrá priorizarse. La fórmula aplicada para ello es:

**Ecuación 2.3 Fórmula utilizada para el cálculo del % Nivel requerido [Basado en: (Pérez, 2021) y (Liker, 2007) ]**

$$\% \text{Nivel requerido} = \frac{\text{número requerido de personas} * \% \text{de habilidad requerido}}{\text{número total de personas laborando en el módulo}}$$

Por ejemplo, para el nivel E del módulo de camisas, el porcentaje del nivel requerido menor es:

**Ecuación 2.4 Cálculo del % nivel requerido para el nivel E de micro objetivo [Basado en: (Pérez, 2021) y (Liker, 2007) ]**

$$\% \text{Nivel E} = \frac{2 * 75\%}{7} * 100\% = 21\%$$

Es decir que, si en cualquiera de las actividades se tiene un porcentaje real menor al 21% (2 personas con nivel de habilidad del 75%) el objetivo inicial es pasar al 21% y así sucesivamente hasta conseguir la excelencia operacional.

La razón por la que se considera el requerido por actividad se debe a que se necesita asegurar el flujo de los procesos.

Entre otras métricas que conforman a la matriz de polifuncionalidad están las siguientes:

- **Porcentaje de dominio total real por actividad**

Consiste en el cálculo de avance porcentual respecto a la combinación de las habilidades de todas las operarias del módulo para dicha actividad o proceso.

**Ecuación 2.5 Fórmula utilizada para el cálculo del % de dominio total real por actividad [Basado en: (Pérez, 2021) y (Liker, 2007) ]**

$$\% \text{ de dominio total real por actividad} = \frac{\sum_i^n (\text{número de operarias con un nivel de dominio } x) * (\% \text{ respectivo al nivel de dominio})}{\text{Número total de operarias en el módulo}} * 100\%$$

Siendo n= número de indicadores de valoración=5.

Por ejemplo, en la Tabla 2.18 se observa que para el módulo de camisas en la operación: “Embolsar hombros” se obtiene la siguiente combinación de calificaciones para las operarias:

**Tabla 2.18 Calificaciones para el módulo de camisas en la operación “Embolsar hombros” para las 7 operadoras que lo conforman [Fuente: Elaboración propia]**

	Calificación
Operador 1	4
Operador 2	4
Operador 3	2
Operador 4	2
Operador 5	4
Operador 6	1
Operador 7	1

Así aplicando la fórmula para esa actividad en el módulo se obtiene:

**Ecuación 2.6 Aplicación de la fórmula para calcular el % de dominio total por actividad**

[Basado en: (Pérez, 2021) y (Liker, 2007) ]

$$\% \text{ de dominio total real } x \text{ actividad} = \frac{(2 * 0\%) + (2 * 25\%) + (3 * 75\%)}{7} x 100\%$$

$$\% \text{ de dominio total real } x \text{ actividad} = \frac{2,75}{7} x 100\%$$

$$\% \text{ de dominio total real } x \text{ actividad} = 39,28 \%$$

- **Porcentaje total de dominio de actividades por operaria.**

La lógica de la fórmula es exactamente la misma que la explicada anteriormente, la diferencia radica en que en el numerador se va a sumar la cantidad de operaciones que poseen un nivel de dominio x y se lo divide para el número total de actividades. Es por ello por lo que este subtotal se lo generó para cada una de las 3 secciones de la matriz en su clasificación de actividades.

A continuación, se presenta la estructura general de la matriz de polifuncionalidad la cual en la Figura 2.10 se observa que es construida para el módulo de camisas, el cual se ha ejemplificado a lo largo de esta explicación. Al igual que con la matriz a presentar se elaboró exactamente lo mismo para las demás categorías de productos con las que trabajas los otros módulos.



### 2.4.6.1.2 Matriz de priorización de las actividades

Para el diseño de la matriz de priorización se consideraron factores para clasificar a todas las operaciones de cada categoría de producto los cuales son: limitantes de máquinas (solo una persona lo domina y usa dentro de la línea), complejidad e importancia para el flujo de las prendas dentro de los procesos productivos. Enlistando así las operaciones desde prioridad 1 (urgente) a prioridad n, dada la n cantidad de actividades, como no urgente. Dada la poca frecuencia con la que se realizan algunas actividades de no rutina, se tomaron los conceptos de la curva del olvido de Ebbinghaus, para considerar el repaso de las actividades pasado el periodo de tiempo mostrado inicialmente en la Figura 1.3. Así también se consideró el número de repeticiones para superar el periodo de aprendizaje dentro de la línea como una referencia para la determinación del mínimo de horas necesarias de capacitación para cada actividad a través del tiempo estándar de cada uno de estos, mediante la siguiente fórmula:

**Ecuación 2.7 Fórmula para el cálculo de las horas mínimas de capacitación [Basado en: (Ranasinghe, 2016) ]**

$$\text{Número de horas mínimas de capacitación} = \frac{19 \text{ repeticiones}}{\frac{30 \text{ min de una hora}}{\text{tiempo estándar en minutos}}} (\text{horas}) + 2 (\text{horas})$$

Se considera que una hora de capacitación practicando la operación tiene una duración total de 30 minutos, dada la extensión del MTI (método de instrucción del trabajo realizado dentro de la metodología Toyota. Se adicionan 2 horas al mínimo considerando la cantidad de revisiones que se deben realizar, así como la introducción inicial al trabajo. Para las camisas las horas mínimas de capacitación se observan en la Figura 2.11.

<b>CAMISAS</b>			
Actividad	Nivel de prioridad	Tiempo estándar actual (min)	Horas mínimas de capacitación
Enhebrado de máquina recta	1	3	4
Calibración recta digital	2	5	6
Errores en panel recta electrónica digital	3	2	4
Enhebrado de Cerradora de codo	4	6	6
Calibración cerradora de codos	5	20	15
Enhebrado Overlock 4H	6	6	6
Calibración Overlock	7	10	9
Enhebrado Overlock 5H	8	6	6
Enhebrado de multiaguja	9	6	6
Calibración de multiaguja	10	10	9
Enhebrado en Manga Francesa	11	7	7
Calibración de Manga Francesa	12	10	9
Enhebrado de Hilvanadora	13	5	6

**Figura 2.11 Ejemplo de la matriz de priorización establecida para la categoría de producto: camisas [Fuente: Elaboración propia]**

### 2.4.6.1.3 Ruta de capacitación de cada categoría de producto

Para el desarrollo de la ruta de capacitación se consideró 2 puntos de primordial importancia, las necesidades de la matriz de polifuncionalidad (actividades con un % de dominio total bajo) y la matriz de priorización. En la Figura 2.12 se observa el empate de esta información se la realizó mediante la combinación de filtros y fórmulas de la hoja de Excel, a fin de que la actualización de este sea automática conforme la matriz de polifuncionalidad va mejorando.

Módulo de camisas		
Operación	Matriz de polifuncionalidad	Prioridad
Armar cartera en multiaguja	11%	19
Embolsar hombros	39%	24
Embolsar espalda	39%	25
Pegar talla en espalda	39%	26
Pegar mangas en Maq. manga Francesa	14%	20
Pespunte a sisa	32%	13
Hilván a mangas	25%	28
Cerrar costados con cerradora de codos	11%	14
Armar cuello	36%	21

Se deberá enseñar...
Calibración cerradora de codos
Enhebrado de multiaguja
Enhebrado en Manga Francesa
Enhebrado Overlock 4H
Enhebrado Overlock 5H
Enhebrado de Hilvanadora
Vivos en delanteros
Cerrar costados con cerradora de codos
Pegar cuello

**Figura 2.12 Visualización de la ruta de capacitación establecida para la categoría de producto: camisas a través de Excel [Fuente: Elaboración propia]**

### 2.4.6.2 Procesos claves del sistema: registro de información

Por otro lado, tal como propone la alternativa de diseño seleccionada, en esta segunda parte del sistema se estableció el uso de Odoos para la planificación, registro de duración, observaciones, calificación de las operarias capacitadas y extracción de información. Como se muestran en la Figura 2.13, Figura 2.14 y Figura 2.15 respectivamente. Estos procesos en los siguientes diagramas de flujo, cabe recalcar que se desarrolló pequeñas capacitaciones al instructor a fin de que el proceso de ingreso de información se ejecute eficazmente.

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL INGRESO MANUAL DE LA PLANIFICACIÓN

**Nombre del proceso:** Ingreso de la información en Odoo "Entrada manual de planificación diaria al sistema"

**Fecha:** 29 de Septiembre del 2022

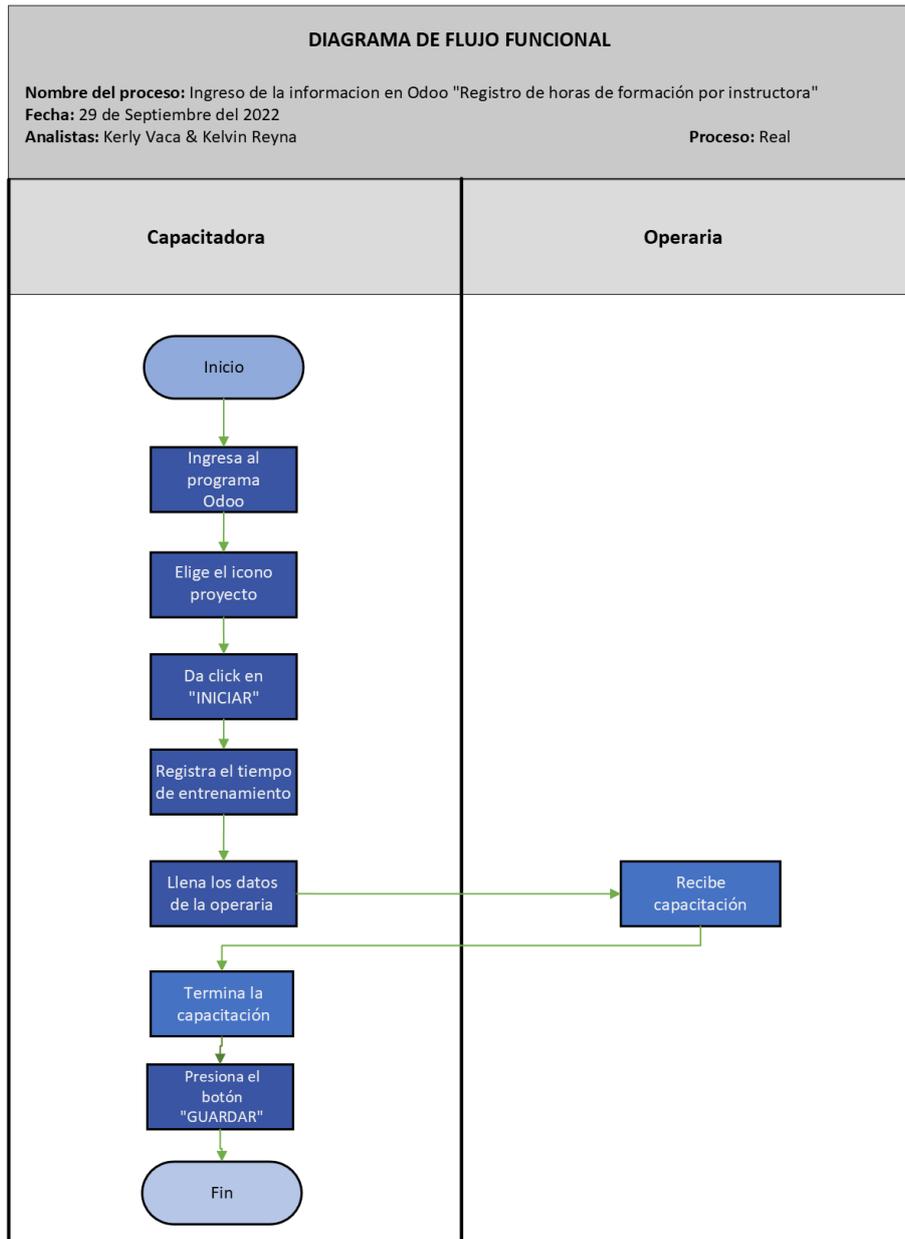
**Analistas:** Kerly Vaca & Kelvin Reyna

**Persona a cargo del proceso:** Supervisora

**Proceso:** Real



**Figura 2.13** Diagrama del proceso de ingreso manual de la planificación a Odoo [Fuente: Elaboración propia]



**Figura 2.14 Diagrama del proceso de registro de información a Odoo por parte de la instructora [Fuente: Elaboración propia]**

## DIAGRAMA DE FLUJO DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE LA CAPACITACIÓN

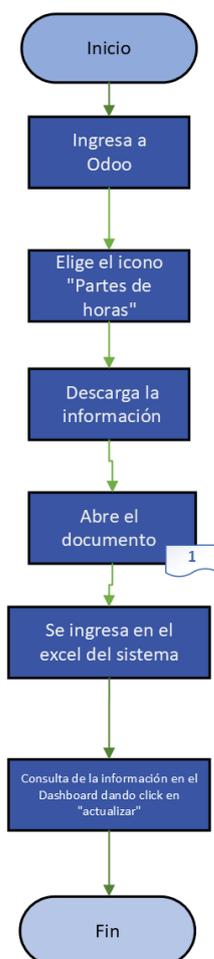
**Nombre del proceso:** Ingreso de la información en Odoo "Obtención de información de Capacitación"

**Fecha:** 29 de Septiembre del 2022

**Analistas:** Kerly Vaca & Kelvin Reyna

**Persona a cargo del proceso:** Coordinadora

**Proceso:** Real



**Figura 2.15 Diagrama del proceso de ingreso manual de la obtención de la información generada de las capacitaciones a Odoo [Fuente: Elaboración propia]**

Como se puede observar en las figuras anteriores, este ingreso y salida de datos de Odoo permite un flujo más rápido de información. Otra ventaja muy buena es que se puede acceder desde cualquier dispositivo, por lo que no existe restricciones alrededor del uso de estos.

### **2.4.6.3 Indicadores de desempeño del sistema**

Para esta etapa se desarrolló una lista de información que podría resultar relevantes para la toma de decisiones o el redireccionamiento de las capacitaciones, estos indicadores se generan automáticamente una vez la información extraída desde Odoo sea insertada, y estos se aprecian en la Tabla 2.19.

**Tabla 2.19 Indicadores a mostrar como Dashboard en la tercera etapa del sistema de capacitación [Fuente: Elaboración propia]**

Indicador	Métrica
Cumplimiento porcentual mensual	$\frac{\# \text{ de horas capacitadas en el mes}}{\# \text{ de horas planificadas en el mes}} \times 100\%$
Duración promedio de las capacitaciones	Promedio del tiempo en horas de capacitaciones realizadas.
Calificación de los operarios por módulos	Diagrama de barra de calificaciones según actividades capacitadas.
Horas totales capacitadas por operaria	Diagrama de barra con la cantidad de horas de capacitación recibidas por operadora en cada módulo de producción.
Efectividad	Número de cambios en la planificación diaria (0-1) = 7 <b>Muy efectiva</b> (2-3) = 5 <b>Efectiva</b> (4-5) = 3 <b>Poco efectiva</b> (5 o más) = 1 <b>Nada efectiva</b>

Así también se estableció un esquema de evaluación del instructor actual y de un posible candidato según dos criterios principales mencionados por (Liker, 2007) en su libro: las cuales son las habilidades intuitivas (características de la persona) y capacidades fundamentales (capacidades aprendibles), como se muestra en la Figura 2.16. La importancia de la evaluación de un posible candidato radica en la restricción de horas que se podrá realizar de capacitaciones si solo se cuenta con una persona a cargo de enseñar, esta restricción extiende por mucho el cumplimiento de los niveles requeridos en cada una de las actividades.

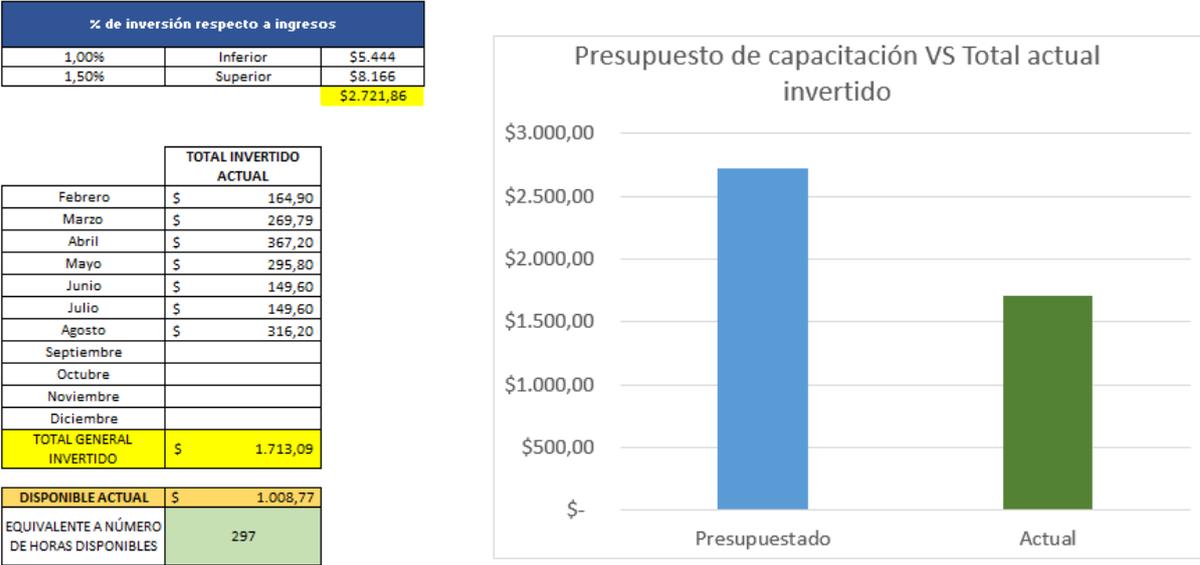
		PROMEDIOS			
Nombre		Instructor 1	Instructor 2	Instructor 1	Instructor 2
Habilidad intuitiva/ habilidades personales	Disposición para aprender	3	3	3,75	3
	Adaptabilidad y flexibilidad	4	2		
	Interés y preocupación por otros	4	3		
	Paciencia	4	4		
	Persistencia	3	2		
	Responsabilizarse	4	3		
	Confianza	4	4		
Naturaleza inquisitiva	4	3			
Capacidades fundamentales/ habilidades de aprender	Habilidad de observación y análisis	3	2	3,6	3
	Capacidades de comunicación	4	4		
	Atención al detalle	4	3		
	Conocimiento del trabajo	3	2		
	Respeto por los compañeros empleado	4	4		
Promedio global		3,7	3		

PUNTUACIÓN	
0-1	Debajo de la expectativa
2-3	Cumple la expectativa
4	Supera la expectativa

**Figura 2.16 Visualización de la tabla de calificación de instructores [Fuente: (Liker, 2007)]**

Por otro lado, otro indicador y restricción a considerar es el establecimiento del presupuesto de capacitación. Para ello se realizó una serie de investigaciones basadas en averiguar el porcentaje adecuado de inversión que se deben realizar a las capacitaciones en base a las ventas del último año. Así tras revisar estadísticas en (Imed Bouchrika, 2020), se estableció que la tasa porcentual más adecuada considerando la cantidad de colaboradores, y tamaño en ventas es la mínima del 0.50% del total en ventas. Dado el total de \$544.371,93 facturados en el 2021, se tiene entonces que las bases de presupuesto para la capacitación del año 2022 son igual a \$2 721,86. Para llevar un control del total destinado a la capacitación se generó también una tabla resumen para mantener actualizada cuanto del presupuesto estimado se ha logrado cumplir. Cabe recalcar que la instructora recibe una remuneración, extra a su salario básico, por cada hora de capacitación cumplida. Los resultados son visibles en la Figura 2.17. Por lo que fácilmente podemos calcular cuantas horas se pueden planificar considerando el presupuesto disponible.



**Figura 2.17 Visualización de la tabla de control del presupuesto y horas disponibles según la restricción financiera [Fuente: Elaboración propia]**

Así también se desarrolló una matriz de control que permite rastrear el total de procesos estandarizados, o que cuenta con material de enseñanza listos, el nivel de avance de dicho levantamiento de procesos en cada categoría de producto, y un acceso directo a la documentación. En la Figura 2.18 se observa también un actualizado de la cantidad de horas totales que una operaria ha recibido de capacitación en cada actividad, lo cual permite tener un control sobre el mínimo de horas necesarias para poder obtener un desarrollo de habilidades en

el personal. Esta matriz cuenta con los registros de más de 100 actividades identificadas para cada categoría de producto.

Categoría	Actividad	Blusas						SUMA/ACTIVIDAD	¿Se encuentra levantado? (1: Sí ; 0: No)	TOTALES	STATUS
		Fierina Torres	Karla Fu	Ingrid Tapia	Jenny Burgos	Estefanía Herrez	Alisson Angulo				
CAM	Cerrar costados con cerradora de codes							0	0	30	68%
CAM	Pegar cuello							0	1		
CAM	Pegar puño							0	1		
CAM	Martillo en mangas							0	1		
CAM	Vivos en delanteros							0	1		
CAM	Armar cartera en multiaguja							0	1		
CAM	Pegar mangas en Maq. manga Francesa							0	1		
CAM	Armar cuello							0	1		
CAM	Armar puño							0	1		
CAM	Pespunte a sisa							0	1		
CAM	Embolsar hombros							0	1		
CAM	Embolsar espalda							0	1		

Figura 2.18 Visualización de la tabla de control del material disponible para enseñar, y el número de horas capacitadas por persona en cada actividad [Fuente: Elaboración propia]

## 2.4.7 Implementación del diseño

### 2.4.7.1 Plan de implementación del diseño

Para el desarrollo de la implementación se realizó un diagrama de Gantt, como se muestra en la Figura 2.19.

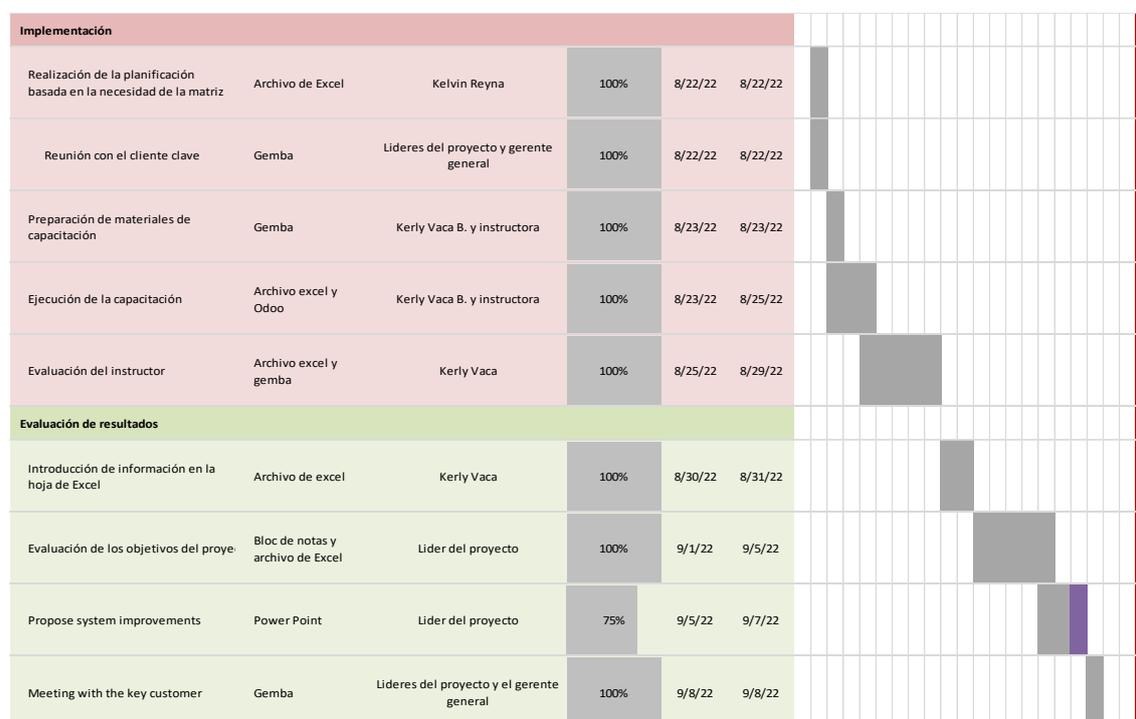


Figura 2.19 Diagrama de Gantt de la implementación y validación de resultados del proyecto [Fuente: Elaboración propia]

Para la validación del sistema, dada la limitante de tiempo, se seleccionó del módulo de camisa a 3 operarias para ser capacitadas en 3 operaciones diferentes considerando la información dispuesta en la ruta de capacitación de esta categoría, ya que esta toma en

cuenta las necesidades por actividad de la matriz de polifuncionalidad, así como la prioridad. Un resumen de dicha información se aprecia en la Tabla 2.20.

**Tabla 2.20 Resumen de los datos para la implementación y validación [Fuente: Elaboración propia]**

Módulo seleccionado	Módulo de camisas	
Operaciones	Horas de capacitación	Operador
Cerrar costados en cerradora de codos	4	Operador 1
Pegar cuello	4	Operador 2
Martillo en mangas	4	Operador 3

Así considerando la restricción de horas disponibles y el plan antes mostrado, en la Figura 2.20 se observa la elaboración de una planificación con un total de 12 horas capacitadas para las tres operarias.

Horario		MARTES 23	MIÉRCOLES 24	JUEVES 25
7:30	8:00			
8:00	8:30			
8:30	9:00	Cerrar costados con cerradora de codos (Operador 1)	Pegar cuello (Operador 2)	Cerrar costados con cerradora de codos (Operador 1)
9:00	9:30	Pegar cuello (Operador 2)	Martillo en manga (Operador 3)	Martillo en manga (Operador 3)
9:30	10:00	Martillo en manda (Operador 3)	Pegar cuello (Operador 2)	Pegar cuello (Operador 2)
10:00	10:30	Cerrar costados con cerradora de codos (Operador 1)	Martillo en manga (Operador 3)	Cerrar costados con cerradora de codos (Operador 1)
10:30	11:00			
11:00	11:30			
11:30	12:00			
12:00	12:30			

**Figura 2.20 Planificación realizada para la capacitación de las 3 operarias seleccionadas [Fuente: Elaboración propia]**

Como se puede notar en la Figura 2.14 se ha tratado de seguir un patrón de frecuencia a fin de asegurar la retención de información, la operadora 1 aprendió a cerrar costados con la máquina especial: cerradora de codos por primera vez. Las tres capacitaciones se generaron dentro de la línea de producción.

Se procedió también a la comprobación y levantamiento de las hojas de desglose necesarias para el desarrollo de las capacitaciones. Véase en anexos las fotografías correspondientes.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Resultados de la capacitación

Una vez desarrollada la capacitación para las operarias se obtuvo el siguiente resultado el cual se observa en la Tabla 3.1 con respecto al incremento en sus niveles de habilidad o dominio de actividades. De igual manera en la Figura 3.1 la evidencia del desarrollo de las capacitaciones por parte de la instructora

**Tabla 3.1 Resumen de los resultados obtenido respecto a habilidad de las operarias**  
[Fuente: Elaboración propia]

Operación	Cerrar costados con cerradora de codos	Pegar cuello	Martillo en T
	Operaria 1	Operaria 2	Operaria 3
Nivel de habilidad antes de la capacitación	0%	25%	25%
Nivel de habilidad después de la capacitación	50%	50%	50%



**Figura 3.1 Evidencia fotográfica sobre el desarrollo de la capacitación** [Fuente: Elaboración propia]

Tal como se puede apreciar en la tabla 2.20, implementando las capacitaciones con las consideraciones proporcionadas por el sistema se pudo subir a un nivel en el indicador

de valoración de las operarias 2 y 3; mientras que para la operaria 1, se generó un salto de 2 puntuaciones, obteniendo igual calificación que las demás operarias a pesar de aprender la operación por primera vez.

Los resultados ponen en manifiesto que un capacitación bien enfocada, estructurada y medible puede generar grandes avances en el desarrollo de las habilidades del personal. Lo cual, por principio, hace que el sistema avance más fluidamente conforme las necesidades de capacitación más graves se van aplacando.

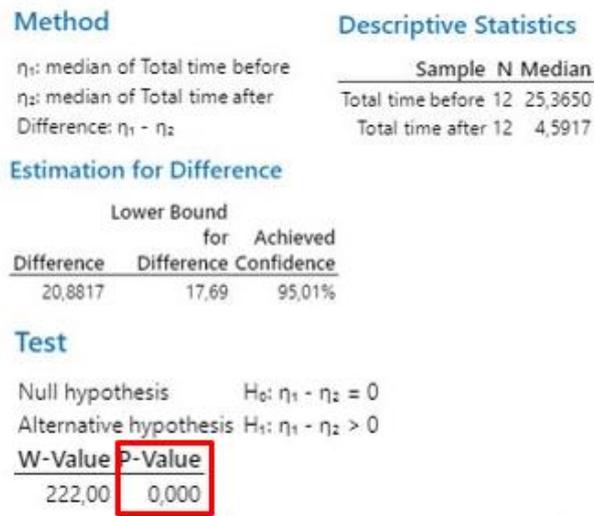
### 3.2 Resultados del desempeño del sistema

Por otro lado, respecto a los requisitos en el diseño del sistema, se evalúa el tiempo promedio de registro de información, considerando que se cuentan con 12 datos desde el plan de recolección de datos sin el sistema implementado, y se realizaron en total 12 capacitación en la prueba piloto del proyecto, se cuenta con la información suficiente para la verificación de una reducción en el tiempo de ingreso y consulta de información. Estos resultados se visualizan en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Resumen de los tiempos recolectados después de la implementación del sistema [Fuente: Elaboración propia]**

#	Registro de información	Registro de información en Odo	Consulta de información	Tiempo total implementado el sistema
1	2,02	1,00	0,83	3,85
2	2,08	1,08	0,67	3,83
3	1,78	2,00	0,93	4,72
4	2,93	1,10	0,88	4,92
5	2,08	1,17	0,87	4,12
6	1,20	2,22	0,83	4,25
7	2,23	2,12	0,70	5,05
8	2,37	1,22	0,75	4,33
9	2,68	1,08	0,92	4,68
10	2,70	1,18	0,97	4,85
11	1,53	2,07	0,90	4,50
12	2,47	1,38	0,98	4,83

Dada la cantidad de datos con los que se disponen se realizó una prueba de diferencia de medias no paramétrica como lo es el método de Mann Whitney, utilizando la herramienta Minitab para su realización, En la Figura 3.2 se observan los resultados.

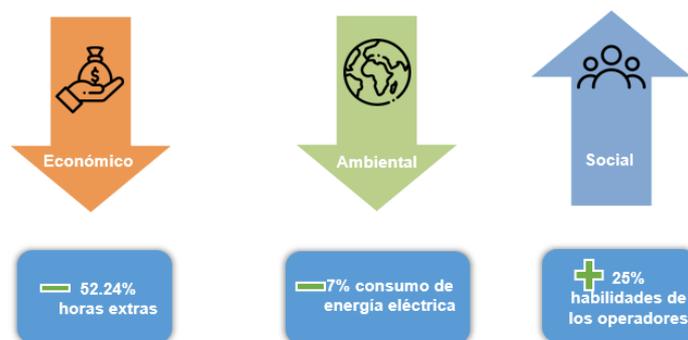


**Figura 3.2 Resultados obtenidos de la prueba estadística mediante Minitab [Fuente: Elaboración propia]**

Como se puede observar el valor obtenido de p-value es menor que el nivel de significancia del 0.05 por lo que no existen pruebas estadísticas suficientes para aceptar la hipótesis nula, eso quiere decir que existe una diferencia entre los datos en un antes y después. Dicha mejora se traduce en una reducción de aproximadamente 21 minutos, gracias a la automatización generada en el archivo Excel.

### 3.3 Triple Bottom Line

Para que un proyecto sea viable en el tiempo tiene que ser sostenible, como se aprecia en la Figura 3.3, lo cual conlleva a que cumplan los 3 pilares de la sostenibilidad que son: El pilar económico, ambiental y social.



**Figura 3.3 Resultados obtenidos de los planeamientos iniciales en el triple bottom line [Fuente: Elaboración propia]**

### 3.4 Costo de oportunidad de la implementación

Para poder analizar la viabilidad de la implementación de la capacitación, se procedió a calcular el costo de oportunidad relacionado a la planificación empleada. Obteniéndose los siguientes resultados en la Tabla 3.3 y Tabla 3.4 respectivamente

**Tabla 3.3 Costos asociados a la implementación de la capacitación [Fuente: Elaboración propia]**

<b>Costos totales de capacitación (prueba)</b>	
Pago por hora del instructor	\$ 40,80
Uso de herramientas: Odoon, excel, cortadores de hilos, hojas de trabajo	\$ 5,00
Horas de trabajo invertidas	\$107,40
<b>Total</b>	<b>\$ 153,20</b>

**Tabla 3.4 Costos asociados a la no implementación de la capacitación**

[Fuente: Elaboración propia]

<b>Costos totales si no se realiza la capacitación</b>	
Retrasos por hora en la línea	\$ 200,00
Pago de sobretiempo	\$ 219,60
Aproximado de los costos de no calidad	\$ 35,80
<b>Total</b>	<b>\$ 455,40</b>

Dado que el costo de oportunidad es la diferencia entre aplicar una opción A o B, se tiene entonces que existe un costo de oportunidad asociado de \$302,20. Si se generará de esta forma capacitaciones por un año entero el costo de oportunidad es aún superior, \$2.216,13.

### 3.5 Evaluación del cumplimiento de los parámetros de diseño.

Para evaluar el cumplimiento del sistema respecto a los requerimientos funcionales de diseño, restricciones u objetivos específicos en la Tabla 3.5 se observan los logros obtenidos.

**Tabla 3.5 Resumen de resultados obtenidos del diseño.**

[Fuente: Elaboración propia]

#	Requerimientos funcionales y restricciones	Antes	Después	Logro identificado
1	Tiempo usado para consultar información (2-5 minutos)	Media = 25,4 minutos	Media =4,6	Reducción de 21 min.
2	Nivel de habilidad de los operadores por cada operación de las categorías de producto según niveles de necesidad inmediata	Habilidades menores o iguales al 25% en las capacitadas	Habilidades en un 50%, con consideraciones de calidad	Desarrollo de una matriz de polifuncionalidad
3	Presupuesto establecido en base a un máximo del 2% de la salida en ventas	0%	Presupuesto del 0,50% de ventas del 2021	Presupuesto aproximado de 2721,86
4	Método de capacitación basado una ruta de capacitación para cada categoría de producto	Indefinido	Definido	Capacitaciones basadas en las necesidades inmediatas considerando la disponibilidad de un presupuesto
5	Accesible desde un archivo Excel	Definido	Definido	Se automatizó el manejo de la información en esta herramienta
6	Capacidad del documento mayor a 500 MB	Diferentes archivos utilizados menos de 700 KB	725 KB utilizados de un archivo excel	Uso de una herramienta accesible desde un solo documento
7	Trazabilidad del sistema mediante indicadores	Indefinido	Definidos más de 5 indicadores	Un sistema evaluable para la toma de decisiones
8	Utilizar el método de 4 pasos de instrucción de trabajo (Metodología Toyota)	Sin aplicarse	Aplicado	Un solo método de enseñanza para evitar errores.
9	Uso de hojas de desglose como material de soporte para las capacitaciones	60% de procesos estandarizados para las camisas	68% de procesos estandarizados para las camisas	Incremento del 8% de procesos estandarizados, listos para enseñarse.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se diseñó un sistema de capacitación funcional y estandarizado que logra un incremento del 25% de las habilidades de las operarias sujeto de estudio, pasando de un nivel inicial del 25% en dos operarias, y del 0% en una tercera operaria; al nivel final del 50% en las tres operarias. Un nivel de habilidad del 50% implica que el operario es capaz de realizar las actividades correspondientes garantizando los parámetros de seguridad y calidad lo que implica una mejora en la calidad de las prendas fabricadas y una disminución de los tiempos de reproceso. Este resultado da solución a uno de los problemas claves de la empresa: los nulos conocimientos del personal operario al inicio de sus actividades.
- El planteamiento del funcionamiento del sistema resultó ser eficiente a la hora de reducir el tiempo dedicado al análisis y generación de información; gracias al uso de Excel y Odoos para el ingreso, procesamiento de información y la visualización de resultados. Estas plataformas; además de representar una baja inversión para su uso; automatiza los procesos de generación de información de forma práctica; lo que ha conllevado a una reducción de 21 minutos en total del tiempo promedio dedicado al registro y generación del tiempo de entrenamiento, en comparación con el método empírico implementado anteriormente por la empresa, en el que se invertía en promedio 25.3 minutos para el procesamiento de información; mientras que con el sistema propuesto se invierten en promedio 4.5 minutos en total.
- Se redujo en un 52.24% el total de horas extras gracias a la reducción de reprocesos asociados a la no calidad en las operaciones, resultado que se puede observar comparando el tiempo de horas extras tomado en Abril, siendo éste de 514 horas, con el tiempo total de horas extras en los meses de Julio y Agosto (un total de 245.43 horas), siendo una reducción bastante significativa. Esta reducción de horas extras implica además un ahorro del 7% en energía eléctrica; al no usar la maquinaria e instalaciones por el tiempo extra que se solía usar. Estos resultados dan solución a los retrasos en la planificación y pago de horas extras; uno de los problemas más

significativos de la empresa, lo que implica una mejora a largo plazo en sus indicadores de productividad.

- El presupuesto establecido para la implementación de este proyecto cumple con los requerimientos del cliente; quien había establecido un tope del 2% del volumen de ventas del 2021 como presupuesto para el sistema de capacitación; mientras que el presupuesto calculado real durante la implementación, representó el 0.5% del total de volumen de ventas del 2021; lo que implica que el costo de implementación del sistema de capacitación es viable económicamente para la empresa; obteniendo como beneficio las mejoras observadas con este sistema de capacitación propuesto.
- El sistema de capacitación implementado cumple con las 9 características de diseño establecidas mediante la herramienta de la casa de calidad, lo que permite que la solución tenga valor para el cliente.

### **Recomendaciones**

Entre las recomendaciones que se realizar a la empresa a partir de la relación de presente proyecto son las siguientes:

- Validar la información generadas en las matrices de polifuncionalidad con la realidad, a través del ingreso continuo y actualizado de la información de implementación del sistema de capacitación, con el objetivo de obtener los resultados con mayor confiabilidad posible. Para este objetivo, es recomendable asignar personal específico encargado de la validación de datos periódicamente.
- Se recomienda también, considerar la valoración de las operarias obtenidas a través de la capacitación y evaluación de sus habilidades; para la distribución de operaciones en la empresa. De esta manera, se está promoviendo el desarrollo y mejora de las habilidades de aquellas operadoras que tienen una calificación sobresaliente; y se ayuda a aquellas operarias que tienen dificultades para alcanzar los estándares requeridos. Este paso ayudaría al incremento de los factores de productividad de la empresa; al tener designados a las personas correctas, las tareas en las que sobresale su desempeño. Además, se contribuiría al desarrollo

profesional del personal; incrementando su nivel de satisfacción con el trabajo que realizan; contribuyendo a la mejora del ambiente laboral de toda la empresa.

- Utilizar el ranking obtenido en el sistema para premiar el desempeño de los operarios, a través de incentivos económicos o de reconocimiento público, cuyo financiamiento puede provenir del presupuesto asignado a la implementación del sistema; ya que aún se puede cumplir la especificación del cliente en cuanto al porcentaje de dinero del volumen de ventas del 2021 destinado a este proyecto, si se incluye esta actividad de reconocimiento. Este tipo de actividades ayudarían a incrementar el nivel de satisfacción del personal laboral y su fidelidad con la empresa; al sentirse valorados y reconocidos por su trabajo.
- Se recomienda revisar alternativas para la exportación de datos de forma más automática desde la plataforma Odoos directamente a un archivo Excel manejable incluyendo solamente el formato e información que se van a utilizar para el procesamiento; ya que de esta manera se minimizan los errores que puedan ser cometidos al momento del procesamiento manual de toda la información requerida por parte del personal asignado; y además, se disminuye considerablemente el tiempo de procesamiento de datos que requiere la manipulación manual de la información generada en una plataforma, y el proceso de migración hacia otra. Esta parte sería una oportunidad de mejora para el futuro del sistema propuesto que implicaría una mayor reducción de tiempos de implementación y de costos asociados al entrenamiento.
- Se recomienda trabajar en conjunto con la empresa para la determinación de las habilidades mínimas requeridas que un posible candidato deba tener para ingresar a trabajar en la compañía; dependiendo de las tareas que se le asignarán; ya que de esta forma, las nuevas operarias ingresarían con conocimientos básicos de las tareas que tendrán que realizar; resultando en una mayor efectividad del sistema de capacitaciones propuesto; ya que actualmente, se contrata una cantidad de personal con poca experiencia previa para tareas importantes dentro del proceso de confección; lo que resulta en una mayor probabilidad de cometer errores que aumentarían los tiempos de reproceso en los primeros meses de trabajo del colaborador, y

por ende; los costos asociados a esos tiempos extras. Este trabajo debe ser realizado en conjunto con el área de recursos humanos de la empresa.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aguwa, C. C. (2012). Voice of the customer: Customer satisfaction ratio based analysis. *Expert Systems with Applications*, 39(11), 10112-10119.
- Bauer, K. (2004). KPIs-The metrics that drive performance management. *Information Management*, 14(9), 63.
- Bello Olivos, A. S. (2019). Propuesta de implementación de la matriz de polivalencia Iluo para incrementar sus niveles de productividad en una empresa panificadora. *Cajamarca*, (34), 1-158.
- Bonilla Jurado, D. M. (2018). La importancia de la capacitación en el rendimiento del personal administrativo de la Universidad Técnica de Ambato. *Conrado*, 14(63), 268-273.
- Botero Ciro, N. V. (2021). Implementación del sistema de producción en la Empresa CI Cultivos Sayonara mediante la metodología Toyota. 27, 1-49.
- Carracao, M. Á. (8 de septiembre de 2021). *Qué es Odo*. Obtenido de OpenWebinars.net. : <https://openwebinars.net/blog/que-es-odoo/>
- Chan, L. K. (2002). Quality function deployment: A literature review. *European journal of operational research*, 143(3), 463-497.
- Felizzola Jiménez, H. &. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277.
- García Pastrana, J. C. (2020). *Diseño de indicadores de eficiencia y polifuncionalidad en el área de no tejidos en la empresa coltejer sa*. Colombia.
- Imed Bouchrika, P. (18 de junio de 2020). <https://research.com/careers/training-industry-statistics>. Obtenido de research.com/: <https://research.com/careers/training-industry-statistics>
- Jaramillo N. , C., & Balleteros Riveros, D. P. (2005). APLICACIÓN DE LA LÚDICA EN LA CURVA DE APRENDIZAJE. *Scientia Et Technica*, XI(27), 185-190., 185-190.
- Lago, A. B. (2013). Capacitación en planificación estratégica. impulso del desarrollo local con microempresas. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 6(11), 97-109.

- Latiff, A. (2005). La "Curva de Aprendizaje". Qué es y cómo se mide. *Revista Urología Colombiana*, XIV(1), 15-17, 15-17.
- Liker, J. K. (2007). *El talento Toyota: desarrolle a su gente al estilo Toyota*. McGraw-Hill Education.
- López Arias, E. A. (2009). El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. 76, 137.
- Maass, E. y. (2009). *Aplicación del diseño para seis sigma a los sistemas de software y hardware*. Educación Pearson.
- Mariño Villafuerte, T. J. (2018). Diseño de un sistema de capacitación por competencias para mejorar el desempeño laboral . *Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas.*, 1-182.
- Montoya, L. A. (2008). Aplicación de six sigma en las organizaciones. *Scientia et technica*, 14(38), 265-270.
- Moreira Game, D. A. (2021). *Diseño de la bodega de bienes obsoletos de una institución de educación superior utilizando la metodología DMADV de Seis Sigma*. Guayaquil: (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCP).
- Pérez, Y. A. (23 de marzo de 2021). *Matriz de Polivalencia o Excelencia Operacional*. Obtenido de Youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=w\\_rVrfs-nAA](https://www.youtube.com/watch?v=w_rVrfs-nAA)
- Ramírez, L. (1 de Julio de 2022). *IEBS*. Obtenido de [iebschool.com](https://www.iebschool.com): <https://www.iebschool.com/blog/curva-del-olvido-la-razon-por-que-no-recordamos-lo-que-aprendemos/#:~:text=La%20curva%20del%20olvido%20fue,informaci%C3%B3n%20que%20hemos%20%C2%ABaprendido%C2%BB>.
- Ranasinghe, T. S. (2016). Análisis empírico y modelado de la curva de aprendizaje en la industria de fabricación de prendas de vestir. *Actas de la Conferencia Internacional de Ingeniería Industrial y Gestión de Operaciones de 2016*.
- Resch, J. (01 de Octubre de 2015). Part I -A case study in post-secondary mathematics: the importance of mental health awareness. ERIC - Education Resources Information Center.
- Selvi, K. &. (2014). Six sigma-overview of DMAIC and DMADV. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering*, 2(5), 16-19.
- Serna Echeverri, L. A. (2014). Estandarización de los procesos mediante la aplicación del modelo Toyota a la producción de panela" La Reina".

Soto Colón, J. (2020). Sistema de Monitoreo para Compuestos Farmacéuticos en el Agua Residual de Puerto Rico. *Manufacturing Competitiveness Program*.

Soto Colón, J. (8 de Marzo de 2020). Sistema de Monitoreo para Compuestos Farmacéuticos en el Agua Residual de Puerto Rico. *Manufacturing Competitiveness Program*.

Yáñez Sarmiento, M. M. (2018). Importancia de los recursos humanos en las micro, pequeñas y medianas empresas del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2), 89-93.

# ANEXOS

## Anexo A

### A1 Variable de ventas en el 2021

#### X2: Cantidad total de ventas generadas en el 2021

Se recibió vía correo el total facturado para dicho año mediante el departamento de finanzas y corresponde a un total de \$544.371,93

### A2 Variable de numero de procesos en cierta prenda

#### X3: Número y nombre de las actividades más comunes en cada categoría

A continuación, se detalla la información recolectada:

#### Cantidad de actividades más comunes en cada categoría de producto [Fuente:

Elaboración propia]

Blusas	Camisas (manga larga, corta)	Pantalones	Boxer
23	28	21	12

### A3 Variable de número de máquinas en la empresa

#### X4: Número y tipo de máquinas disponibles para la producción

La empresa cuenta en total con 35 máquinas, divididas en dos tipos de máquinas: las principales y las especiales, las cuales se muestran a continuación:

#### Cantidad de máquinas disponibles en el área de producción [Fuente: Elaboración

propia]

	# disponibles
<b>Máquinas principales</b>	
Recta electrónica digital	21
Overlock de 4H, 5H y 6H	6
<b>Máquinas especiales</b>	
Multiagujas de base plana	1

Multiaguja de collarete	1
Hilvanadora	1
Cerradora de codos	1
Máquina Zig Zag	1
Multiaguja	3

#### **A4 Variable de número de operarias en el área de producción**

#### **X5: Número de operadores laborando en el área de producción**

El área de producción cuenta con un total de 20 operarias divididas en 4 módulos:

#### **Cantidad de operarios laborando en el área de producción por cada módulo o célula de manufactura. [Fuente: Elaboración propia]**

Módulo	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4
Número de operarios	5	4	6	5



Verificación de los datos de tiempos en gemba

### A3 Hoja de desglose de trabajo

HOJA DE DESGLOSE DE TRABAJO				María Fernanda Meza	
FECHA:	24/2/2022	TRABAJO:	Costados en Censadora de corte	equipo	Coordinador
ÁREA:	MÁQUINAS	ELABORADO:		Kerly Vasca	
<b>PASOS IMPORTANTES</b>	<b>PUNTOS CLAVE</b>			<b>RAZONES PARA LOS PUNTOS CLAVE</b>	<b>CONTROL VISUAL</b>
	<b>SEGURIDAD:</b>	Evitar lesiones, ergonomía			
	<b>CALIDAD:</b>	Evitar defectos, Revisar fallas, estándares			
	<b>TÉCNICA:</b>	Movimiento eficiente			
	<b>COSTO:</b>	Uso apropiado de materiales			
<b>Paso #1</b>	Verificar condición de la prenda			1. Garantizar la calidad de la prenda	
	1. Verificar que la prenda tenga preparadas las mangas. 2. Verificar que la etiqueta de costado se encuentre pegada en el costado de la cartera derecha.				
<b>Paso #2</b>	Ubicar la prenda en la máquina			1. Unir el delantero y posterior de la prenda	
	1. Tomar los dos extremos de la manga izquierda			2. Realizar la costura	
	2. Ubicar el extremo izquierdo en la guía de máquina y posicionar el extremo derecho en el dobladillo metálico de la parte derecha. 3. Alinear ambos extremos en el pie de máquina			3. Realizar la costura	
<b>Paso #3</b>	Coser la manga			1. Facilitar la costura	
	1. Utilizar los dedos índice y meñique para mover la prenda a través del pie de máquina			2. Evitar pliegos o encojidos de la tela	
	2. Entrar la tela a medida que se avanza			3. Garantizar la calidad de la prenda	
	3. Durante el cosido verificar que las costuras en la sisa queden alineadas. 4. Coser hasta el final de la prenda y verificar la calidad del cosido			4. Completar la prenda acorde a los parámetros de calidad	

HOJA DE DESGLOSE DE TRABAJO					
FECHA:	10/2/2022	TRABAJO:	Manga en T (Martillo)	Área:	Confección/máquinas
Referencia	Camisa manga larga hombre				
<b>PASOS IMPORTANTES</b>	<b>PUNTOS CLAVE</b>				<b>RAZONES PARA LOS PUNTOS CLAVE</b>
	<b>SEGURIDAD:</b>	Evitar lesiones			
	<b>CALIDAD:</b>	Evitar defectos, revisar fallas y estándares.			
	<b>TÉCNICA:</b>	Movimiento eficiente			
		Uso apropiado de materiales			
<b>Paso # 1</b>	Pegar el sesgo				1. Garantizar que el martillo se realice correctamente
	1. Identificar el revés de la prenda y alinearlo con la pieza de sesgo				2. Agilizar el tiempo que toma la costura
	2. Active el botón de remate en la máquina para el final de la costura				3. Facilitar la elaboración de "La casita"
	3. Coser el sesgo de forma recta hasta 3 puntadas arriba la altura de la abertura.				
<b>Paso# 2</b>	Pegar el martillo				1. Agilizar la costura
	1. Marque con un lápiz a la altura de la costura hecha para el sesgo				2. Garantizar la calidad del cosido
	2. Alinear la pieza del martillo con el borde de la costura.				3. Garantizar la calidad del cosido
	3. Coser asegurándose de que la pieza tenga remate en la parte interna de la abertura				
<b>Paso #3</b>					1. Garantizar la calidad del cosido
	1. Con la ayuda del corta hilos realizar un pequeño corte desde la abertura hasta la costura hecha para el martillo y el sesgo (Los cortes forman una Y en la tela de				