



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA/PROYECTO TÉCNICO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**INDUSTRIA 4.0, PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ADAPTACIÓN  
PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS  
DEDICADOS A LA ELABORACIÓN DE CARTÓN EN EL CANTÓN  
MARCELINO MARIDUEÑA.**

**Autores:**

Sr. CHRISTIAN STALIN VACA CHICA

Sr. JEREMÍAS JOEL SORIA JIMENEZ

**Tutor:**

Mgr. JOHNNY RODDY LÓPEZ BRIONES

**Milagro, Febrero 2021**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, Vaca Chica Christian Stalin, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad **En Línea** mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo Local Y Empresarial; Desarrollo Productivo; Desarrollo Sostenible**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 1 de junio de 2021

---

Vaca Chica Christian Stalin

Autor 1

CI: 0940143944

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, Soria Jiménez Jeremías Joel, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad **En Línea**, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo Local Y Empresarial; Desarrollo Productivo; Desarrollo Sostenible**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 1 de junio de 2021

---

Soria Jiménez Jeremías Joel

Autor 2

CI: 0942254699

## APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, López Briones Johnny Roddy en mi calidad de tutor del trabajo de **Integración Curricular.**, elaborado por los estudiantes Vaca Chica Christian Stalin y Soria Jiménez Jeremías Joel, cuyo título es **Industria 4.0, propuesta de un sistema de adaptación para el mejoramiento de los procesos productivos dedicados a la elaboración de cartón en el cantón Marcelino Maridueña.** que aporta a la Línea de Investigación **Desarrollo Local Y Empresarial; Desarrollo Productivo; Desarrollo Sostenible** previo a la obtención del Título de Grado **Ingeniero Industrial.**; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo **Integración Curricular** de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 1 de junio de 2021

---

Ing. Johnny Roddy López Briones  
Magister de producción en productividad  
Tutor  
C.I: 0906022033

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de **Integración Curricular**, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por Vaca Chica Christian Stalin.

Con el tema de trabajo de **Industria 4.0, propuesta de un sistema de adaptación para el mejoramiento de los procesos productivos dedicados a la elaboración de cartón en el cantón Marcelino Maridueña.**

Otorga al presente Trabajo de **Integración Curricular**, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[	]
Defensa oral	[	]
<b>Total</b>	[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.	_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario	_____
Integrante	Apellidos y nombres de Integrante.	_____

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de **Integración Curricular**, previo a la obtención del título (o grado académico) de **Ingeniero Industrial** presentado por Soria Jiménez Jeremías Joel.

Con el tema de trabajo de **Industria 4.0, propuesta de un sistema de adaptación para el mejoramiento de los procesos productivos dedicados a la elaboración de cartón en el cantón Marcelino Maridueña.**

Otorga al presente Trabajo de **Integración Curricular**, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[	]
Defensa oral	[	]
<b>Total</b>	[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.	_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario	_____
Integrante	Apellidos y nombres de Integrante.	_____

## **DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicada para Dios y el Divino Niño que me permitieron culminar con éxito la carrera, por brindarme salud, inteligencia, sabiduría, entendimiento y fortaleza en todo instante de la carrera, nunca me desampararon. Gracias a ellos superé situaciones difíciles y me levanté con más fuerza para no darme por vencido y poder culminar con éxito.

De igual forma dedico esta tesis a la Señora Norma, a mi Padres especialmente a mi Madre, a mi hermana Gabriela Bolaños, a mi Tía Cecilia Chica que fueron pilares fundamentales para yo poder culminar mis estudios y lograr ser un profesional para así ser el orgullo de ellos y llenarlos de satisfacción.

A mis Padrinos el Dr. Fidel Zúñiga y al Sr. Luis Triana, a la Señora Shirley Arreaga que también me brindaron su apoyo incondicional, cuando menos lo esperaba.

Por último, esta tesis va dedicada para mi familia, amigos y compañeros que a cada instante me impulsaban a que no me rindiera y me daban ese aliento para lograr convertirme en un profesional.

Vaca Chica Christian

Milagro, 2021

Con mucho amor y orgullo dedico este trabajo a Dios, primeramente, porque gracias a la sabiduría e inteligencia que me otorgo pude culminar mi carrera profesional.

A mis amados padres que con su esfuerzo incondicional me animaron a no desfallecer durante el proceso de carrera, mil gracias mis campeones esto es de ustedes.

A mi amada esposa por ser esa ayuda idónea que Dios me puso en mi camino, gracias a sus consejos que día a día me inspiraron a avanzar en cada proceso vivido durante la carrera universitaria. Te dedico este proceso, amada mía.

Jeremías Soria Jiménez

Milagro, 2021

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios y al Divino Niño por darme esa inteligencia, sabiduría, entendimiento y fortaleza para no desmayar en el transcurso de la carrera que no ha sido para nada fácil. Gracias a él he podido terminar con éxito esta carrera, ya que ha guiado mis pasos para lograr ser un profesional.

Le doy gracias a la Señora Norma Zúñiga Paredes, que se me presentó como un ángel y me ofreció el apoyo para seguir con mis estudios, ya que sin la ayuda de ella no hubiese culminado mis estudios.

Agradezco a mis Padres por ser ese pilar fundamental, especialmente a mi Madre ya que estuvo en pie de lucha dándome consejos, aliento y diciéndome que no me dé por vencido a lo que me propuse, ya que yo si podía culminar la carrera. Sin el apoyo de ella no hubiese sido lo mismo.

Agradezco a mi Hermana Gabriela Bolaños, a mi Tía Cecilia Chica, porque también fueron personas fundamentales en el transcurso de la carrera, me supieron brindar su apoyo incondicional con su granito de arena para convertirme en un profesional.

Agradezco a mis Padrinos el Dr. Fidel Zúñiga y al Sr. Luis Triana, de la misma manera a la Señora Shirley Arreaga, que estuvieron pendiente de mí durante estos 4 años de carrera y me brindaron su apoyo.

Por último, agradezco a toda Familia, a las personas que me consideran demasiado, a mis amigos y compañeros, que estuvieron constantemente brindándome su incondicional ayuda en el duro proceso de la carrera y animándome a que no me rindiera.

Vaca Chica Christian

Milagro, 2021

En primer lugar, dar gracias a Dios por todas las bendiciones dadas desde inicio a fin de la carrera universitaria que mantuve. Aún recuerdo desde el primer día de clases, cuando había puesto toda mi carrera en manos de Él, y sin duda alguna cada paso que di lo había dado con Dios.



Mis padres Carlos Soria y Mónica Jiménez fueron un pilar fundamental en toda la carrera, gracias a su apoyo incondicional que me dieron para esforzarme cada día por ser mejor persona y cumplir mi objetivo. Ellos dos son mi orgullo; por el gran esfuerzo que hicieron, cada lagrima y oración que fueron expresadas hacia lo alto, fue eso que me mantuvo y me dio las ganas de no dejar a un lado mi carrera, ¡gracias!

Mi amada esposa Nury Gurumendi que estuvo cada día animándome a no rendirme, gracias por ser ese ser tan especial que Dios me puso en mi camino. Gracias a ti también nena por darme fuerzas para no rendirme en los momentos difíciles de la carrera universitaria.

Por otro lado, también agradecer a mis hermanos y hermanas; Mónica, Mauricio, Tania y Fernando por su apoyo y consejos dados, gracias Mónica por haberme aconsejado cuando dudaba de mis conocimientos, tu consejo fue fundamental para avanzar en mi proceso de carrera.

Mis dos grandes amigos Rony Mejía y Byron Bayas por también ser parte de las personas que estimo y agradezco su apoyo incondicional cuando lo necesitaba. Gracias a ustedes por su amistad sincera y su apoyo en cada proceso vivido durante mi proceso universitario.

Agradecer también al ingeniero Johnny López por tutorar este trabajo de grado, gracias por la paciencia y dedicación que demostró durante todo el proceso de titulación.

Como no podía ser de otra forma, terminar agradeciendo a mis compañeros de carrera por cada proceso vivido, ustedes fueron como una familia por la unión que siempre mantuvimos cuando uno de nosotros estaba pasando un mal momento durante los estudios de carrera. ¡Muchas gracias!

Por qué de Jehová es la sabiduría y de su boca proviene el conocimiento y la inteligencia,

Proverbios 2:6

Jeremías Soria Jiménez

Milagro, 2021

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	2
DERECHOS DE AUTOR	3
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	4
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	5
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	6
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
ÍNDICE GENERAL	10
ÍNDICE DE FIGURAS	15
ÍNDICE DE TABLAS	16
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO 1	16
1.1 Planteamiento del problema	18
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo General	20
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 Alcance	21
1.4 Estado del arte	22
1.4.1 Antecedentes investigativos internacionales	22
1.4.1.1 El avance tecnológico de I 4.0 en Europa	23
1.4.1.2 Los pilares de la inteligencia en Industria 4.0	24
1.4.1.3 Conclusiones	26
1.4.1.4 Como implementar el modelo de industria 4.0 en los procesos productivos en una empresa	26
1.4.1.4.1 Importancia	27
	10

1.4.1.4.2	Pasos para implementar de manera adecuada la I 4.0	27
1.4.1.4.3	Perspectivas de la Industria 4.0	27
1.4.1.4.4	Conclusión	28
1.4.1.5	El papel de la industria española y el desarrollo de la innovación gracias a la adaptación del modelo de I 4.0	29
1.4.1.5.1	Los robots forman parte de la realidad empresarial	29
1.4.1.5.2	Conclusión	30
1.4.2	Antecedentes investigativos nacionales	30
1.4.2.1	GRUPASA líder de I 4.0 en el corrugado	30
1.4.2.1.1	Innovación en cartón	31
1.4.2.1.2	Conclusión	31
1.4.2.2	Industria 4.0 y sus implicaciones en la planificación de los procesos productivos en una empresa cartonera.	32
1.4.2.2.1	Aplicaciones actuales	33
1.4.2.2.2	Trazabilidad	33
1.4.2.2.3	Proyecto FITMAN	33
1.4.2.2.4	Conclusión	34
1.4.2.3	La evolución de las industrias tradicionales al nuevo modelo de industria 4.0 en Ecuador.	34
1.4.2.3.1	Procesos tradicionales actuales a la evolución de la industria de procesos inteligentes	34
1.4.2.4	Tecnologías aplicadas en base al modelo de I 4.0	34
1.4.2.5	Revolución industrial	35
1.4.2.5.1	1ra revolución industrial	35
1.4.2.5.2	2da revolución industrial	36
1.4.2.5.3	3ra revolución industrial	37
1.4.2.5.4	4ta revolución industrial	37

1.4.2.5.5	Conclusión	38
1.4.2.5.6	Introducción a la Industria 4.0	39
1.4.2.5.6.1	Resultado de la iniciativa y su origen	39
1.4.2.5.7	Modelo de negocio	41
1.4.2.6	Introducción y estado de la cuestión	42
1.4.2.6.1	Análisis de la delineación histórica	43
1.4.2.6.2	La Internet de las cosas impulsará la fabricación digital	43
CAPÍTULO 2		44
2.1	Tipo de investigación	44
2.2	Métodos y técnicas	45
2.2.1	Métodos teóricos	45
2.2.1.1	Método deductivo-inductivo	45
2.2.1.2	El método inductivo	45
2.2.1.3	Método empírico	45
2.3	Instrumentos y técnicas	46
2.3.1	Procedimientos seguidos en la elaboración y aplicación del cuestionario	46
2.3.1.1	Indicadores seleccionados para ser evaluados.	47
2.4	Herramienta estadística para el procesamiento de información.	48
2.5	Población	48
2.5.1	Características de la población	49
2.5.2	Muestreo	49
2.5.2.1	Proceso de selección de muestras	49
2.5.2.2	Tamaño de la muestra	49
2.6	Diseño de planta y layout	50
2.7	Análisis de maquinaria	50
2.8	La conectividad nos ha traído la revolución de la industria digital 4.0	51
2.8.1	Las cuatro revoluciones industriales	52
		12

2.9	Diagrama de flujo en el proceso para la fabricación de cajas de cartón corrugado actual	54
2.10	Diagrama de análisis del proceso de fabricación de la lámina de cartón corrugada	55
2.11	Diagrama de Ishikawa	55
2.11.1	Análisis del diagrama de Ishikawa	56
CAPITULO 3		58
3.1	Propuesta de solución	58
3.1.1	Distribución de planta	58
3.2	Descripción del proceso.	58
3.2.1	Elaboración de la lámina de cartón corrugado	58
3.2.2	Como elaborar la caja de cartón Corrugada	58
3.2.3	Matriz Causa Efecto	59
3.2.4	Diagrama de Pareto	60
3.2.5	Análisis Modal de Fallas y sus Efectos (AMEF)	63
3.2.6	Pareto-Amef	64
3.2.7	Propuesta de mejora considerando los factores que inciden en la adaptación utilizando el Método 5 WHY	65
3.3	Propuesta de un sistema lineal de subprocesos para una correcta adaptación del nuevo modelo de industria 4.0	66
3.3.1	Máquina corrugadora de cartón de doble cara (double facer)	69
3.3.1.1	Cabezote corrugador	69
3.3.1.2	Encoladora	69
3.3.1.3	Cortadora	70
3.3.2	Análisis de inversión de mejora	71
3.3.3	Guía de implementación de la nueva tecnología basada en I 4.0 dentro de la empresa cartonera.	73

3.3.3.1	Maquinaria automatizada en sistema lineal (Secado, corrugado y cortado de láminas de cartón)	73
3.3.3.1.1	Descripción	73
3.3.3.1.2	Funcionamiento	73
3.3.4	Modelo de hoja estándar para observación de tiempos	66
3.3.4.1	Descripción de funcionamiento de la hoja estándar	66
3.3.4.1.1	Pasos para estandarizar el trabajo	66
	CONCLUSIONES	67
	RECOMENDACIONES	68
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	ANEXOS	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> La cuarta revolución industrial .....	23
<b>Figura 2.</b> El producto inteligente .....	24
<b>Figura 3.</b> Pasos para implementar la I 4.0 .....	29
<b>Figura 4.</b> Esquema de la elaboración y aplicación del cuestionario .....	47
<b>Figura 5.</b> Proceso metodológico para realizar este trabajo de investigación.....	50
<b>Figura 6.</b> Desarrollo de las revoluciones industriales.....	51
<b>Figura 7.</b> Diagrama de flujo en el proceso para la fabricación de cajas de cartón corrugado .....	54
<b>Figura 8.</b> Diagrama de Ishikawa.....	55
<b>Figura 9.</b> Diagrama de Pareto donde inciden los factores a considerar.....	61
<b>Figura 10.</b> Análisis de Pareto-Amef .....	65
<b>Figura 11:</b> Vista de frente de la encoladora.....	67
<b>Figura 12:</b> Vista lateral de la encoladora.....	67
<b>Figura 13:</b> Vista lateral de la corrugadora.....	68
<b>Figura 14:</b> Vista de frente de la cortadora .....	68
<b>Figura 15:</b> Vista lateral de la cortadora .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cuadro comparativo entre empresas cartoneras ecuatorianas .....	31
<b>Tabla 2.</b> Indicadores del cuestionario .....	47
<b>Tabla 3.</b> Población identificada .....	48
<b>Tabla 4.</b> Tamaño de la muestra.....	49
<b>Tabla 5.</b> La revolución industrial hasta la actualidad .....	53
<b>Tabla 6:</b> Diagrama de análisis del proceso de fabricación de la lámina de cartón corrugada .....	55
<b>Tabla 7.</b> Análisis del diagrama de Ishikawa .....	56
<b>Tabla 8:</b> Matriz Causa-Efecto.....	59
<b>Tabla 9:</b> Factores que inciden luego del análisis de la matriz causa-efecto .....	60
<b>Tabla 10:</b> Diagrama AMEF.....	63
<b>Tabla 11:</b> Factores que más inciden en la adaptación del modelo de industria 4.0.....	64
<b>Tabla 12:</b> Método 5 WHY .....	65
<b>Tabla 13.</b> Costos de la propuesta de adaptación .....	71
<b>Tabla 14.</b> Valores detallados según los análisis realizados en Excel .....	71
<b>Tabla 15:</b> Tabla de estandarización .....	66



**Título de Trabajo de Integración Curricular:** Industria 4.0, propuesta de un sistema de adaptación para el mejoramiento de los procesos productivos dedicados a la elaboración de cartón en el cantón Marcelino Maridueña.

### **RESUMEN**

En la actualidad el mercado global cada día se vuelve más exigente, provocando que el sector industrial se encuentre implicado en reconfigurar sus procesos. La industria 4.0 y los procesos inteligentes son parte de la nueva era tecnológica de fabricación ya que se han integrado para crear innovadores sistemas de procesos de producción, los cuales permiten optimizar aquellos procesos de fabricación para alcanzar una mayor flexibilidad y una eficiencia considerable para generar una propuesta de valor al cliente, y a su vez involucre cambios competitivos a nivel de empresas tal como se evidencia en la I 4.0. El fin de la elaboración de esta propuesta (tecnológica/técnica) para la industria cartonera es proponer un sistema de adaptación para el mejoramiento de procesos productivos dentro de sus instalaciones, todo esto ayudará a la empresa corrugadora a crear nuevas iniciativas que fortalezcan su sistema de producción basada en las nuevas tendencias tecnológica que conlleva la cuarta revolución industrial.

En el presente proyecto se analizó como se encuentran todos los procesos productivos de elaboración del corrugado, es importante tener en cuenta cuáles son los factores que inciden en la adaptación del modelo de industria 4.0, de esa manera se propone un sistema de adaptación de 3 subprocesos lineales de producción para la elaboración de cartón que más fortalezcan a la industria cartonera. Con este estudio se espera que la empresa corrugadora establezca de manera significativa un cambio tecnológico; la misma que mejore sus procesos y subprocesos de elaboración del producto final para que comience a tener iniciativas de un liderazgo de I 4.0 en Ecuador.

**PALABRAS CLAVE:** Reconfigurar, Industria 4.0, Eficiencia, Flexibilidad, Adaptación.

**Título de Trabajo de Integración Curricular:** Industry 4.0, proposal of an adaptation system for the improvement of production processes dedicated to cardboard manufacturing in the canton of Marcelino Maridueña.

### **ABSTRACT**

Nowadays, the global market is becoming more demanding every day, causing the industrial sector to be involved in reconfiguring its processes. Industry 4.0 and intelligent processes are part of the new technological era of manufacturing as they have been integrated to create innovative production process systems, which allow optimizing those manufacturing processes to achieve greater flexibility and considerable efficiency to generate a value proposition to the customer, and in turn involve competitive changes at the enterprise level as evidenced in the I 4.0. The purpose of the elaboration of this proposal (technological/technical) for the cardboard industry is to propose an adaptation system for the improvement of production processes within its facilities, all this will help the corrugating company to create new initiatives that strengthen its production system based on the new technological trends involved in the fourth industrial revolution.

It is important to take into account the factors that affect the adaptation of the industry 4.0 model, thus proposing a system of adaptation of 3 linear production sub-processes for the production of cardboard that will strengthen the cardboard industry. With this study it is expected that the corrugating company establishes a significant technological change; the same that improves its processes and sub-processes of elaboration of the final product so that it begins to have initiatives of a leadership of I 4.0 in Ecuador.

**KEY WORDS:** Reconfigure, Industry 4.0, Efficiency, Flexibility, Adaptation.

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

La sociedad industrializada a nivel mundial actualmente se enfrenta cada día a los cambios de mejora dentro de sus procesos productivos. En la actualidad estas empresas han tenido que pasar por varias épocas de cambio, y en realidad es de esperarse ya que como avanza el tiempo los cambios tecnológicos emergen de manera exponencial para el desarrollo de las mismas.

Dentro de las industrias el desarrollo tecnológico ha sido considerado como uno de los factores más relevantes que ha impactado de forma positiva dentro de los procesos en la industria; la mecanización de los procesos y la máquina de vapor, y luego la producción en serie o también llamada en masa, la automatización de los procesos y la construcción de la robótica encargada de los procesos. Recientemente, por su potencial y beneficios relacionados con la integración de procesos, la innovación y la autonomía, se le ha denominado "Industria 4.0" y se ha considerado como la "Cuarta Revolución Industrial" (Ynzunza Cortés, Izar Landeta, Bocarando Chacón, Aguilar Pereyra, & Larios Osorio, 2017).

En el Cantón Marcelino Maridueña actualmente se encuentran algunas empresas del sector industrial, donde aún no se ha considerado seriamente el verdadero significado de I 4.0 y los factores que conllevan a una implementación dentro de los procesos productivos basados en esta tendencia, la misma que progresa a velocidades vertiginosa con la aparición de la big data, automatización, internet de las cosas, inteligencia artificial, que permite por ejemplo: «percibir», «razonar», «aprender» y «resolver problemas», la impresión tres D, entre otros.

De ahí que, se advierte la necesidad imperiosa de iniciar y desarrollar un estudio que permita detectar o contener el incremento exponencial respecto al avance e implementación de esta tendencia denominada la I. 4.0 en el sector industrial moderno del primer mundo y la casi nula reacción empresarial de quienes están al frente del sector industrial en nuestro país.

El desarrollo del tema conlleva diseñar un sistema que permita ir adaptando la tendencia de I. 4.0, a los procesos productivos de las empresas industriales dedicadas a la elaboración del cartón mediante la técnica del mejoramiento continuo de los procesos (Kaisen) en la localidad de Marcelino Maridueña.

Realizar un modelo de adaptación acerca de la I 4.0 para la empresa de elaboración de cartón es de mucha importancia para beneficio de la industria, la propuesta de adaptación que se propone en este estudio; se basa en una mejora de subprocesos lineales con la entrada de maquinaria automatizada, y una guía de adaptación del nuevo modelo de I 4.0 en la empresa.

Los procesos que actualmente maneja no le están permitiendo entrar de lleno a la cuarta revolución industrial (competir por el liderato) para ser una de las mejores en base a la cuarta revolución industrial. Proponer un sistema de adaptación permitirá que tengan conocimientos asociados a las nuevas tendencias tecnológicas que consigo trae la nueva revolución industrial, y a su vez la empresa cartonera comience a implementar nuevos equipos automatizados para su respectivo desarrollo y avance tecnológico dentro de sus procesos productivos de elaboración del cartón.

Lo que se pretende presentar en este estudio; es un modelo de adaptación de I 4.0 para que la corrugadora comience a implementar un nuevo sistema inteligente en varios subprocesos que serán de gran alcance para obtener un producto final de mejor calidad donde le permita meterse en la brecha en el liderato de la I 4.0 en Ecuador como industria líder de la cuarta revolución industrial.

La cuarta revolución industrial ha buscado desde su inicio tener interacción con los procesos y el correcto uso de las nuevas tecnologías que esta conlleva, es allí donde la empresa cartonera del cantón antes mencionado deberá prepararse de manera considerable para el correcto uso de las nuevas tendencias tecnológicas que trae consigo la I 4.0. La finalidad de la propuesta planteada es que la empresa comience a tener conocimientos favorables que les permitan interesarse por el modelo de I 4.0 y a su vez la industria empiece a poner en práctica el mejoramiento de sus procesos productivo para que así se pueda meter en busca del liderato de la cuarta revolución industrial a nivel nacional.

Una era de cambio es lo que le hace falta a la industria antes mencionada para que las nuevas tendencias tecnológicas las cuales son: tendencias de conectividad, orientación al servicio al cliente, las tecnologías de procesamiento y redes colaborativas de fabricación avanzada que son impulsadas por la cuarta revolución industrial emerjan significativamente en los procesos productivos de las industrias establecidas en la ciudad.

Según Deloitte (2015) afirma que: “El cambio incluye toda la cadena de valor desde las materias primas hasta el uso final y la recuperación, impactando funciones empresariales y de apoyo también que son parte de la I 4.0”

En base al entorno productivo que viene ligada al cambio tecnológico que en la actualidad existe en la empresa cartonera se desea proponer un sistema de adaptación que disminuya el retardo ocasionado por la falta de interés empresarial y por los modelos tradicionales de siempre. Con este sistema de adaptación lo que se desea; es que la empresa cartonera pueda comenzar a acelerar y plantear los cambios organizativos más profundos dentro de la industria.

La intencionalidad del estudio es animar a la industria cartonera a que comience a implementar los nuevos cambios tecnológicos que trae la cuarta revolución industrial, y eso se dará gracias a un modelo de adaptación donde detalladamente podrán notar en que consiste el modelo de I 4.0 para que lo comiencen a implementar dentro de sus procesos productivos para que así puedan cambiar los procesos tradicionales que se han venido dando desde muchos años atrás.

Si bien es cierto, los empleos a futuro están en peligro según se entrevistó al personal que labora dentro de la industria cartonera del sector; muchas empresas en todo el mundo están apostando por las nuevas tecnologías, porque la nueva revolución industrial no solo las rentabiliza, sino que, por el inicio del reemplazo artificial, los trabajadores de todas las empresas o industrias están recibiendo el impacto de los despidos a gran escala, es decir: las máquinas automatizadas comienzan a realizar los trabajos diarios en las empresas.

### **1.1 Planteamiento del problema**

Hoy en día las empresas ecuatorianas se enfrentan a un entorno difícil y a la vez incierto, donde la globalización se hace presente cada vez más, y los nuevos cambios tecnológicos obligan a las industrias a mejorar sus procesos y en el caso de que ya cuenten con las nuevas tendencias mejorarlos aún más. En pleno siglo XXI las empresas deben comenzar a adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas, los cambios que consigo trae la cuarta revolución industrial hacen que cada día haya una ola de cambios que siguen transformando la cuarta revolución industrial y el acceso a la automatización dentro de los procesos se torna cada día preocupante para los puestos de trabajo.

Actualmente la industria cartonera del cantón Marcelino Maridueña no se encuentra en el liderato de la I 4.0 y eso se debe al poco compromiso empresarial que existe dentro de la misma. Los modelos tradicionales de siempre son el factor que incide en la adaptación de los nuevos modelos tecnológicos que consigo trae la cuarta revolución industrial, lo que se torna cada vez preocupante con el pasar de los años.

El problema actual que persiste con respecto a la elaboración del cartón, son las variables en calidad del corrugado, ya sea por la humedad, por el BCT, o por el ETC. También existen fallas en vapor ya que las COM (cuerpo ondulator medesa) no son máquinas modernas, aunque son una de las mejores máquinas de hace varios años atrás, no cumplen con todos los requisitos exactos; para dar un buen desempeño y calidad de la caja en comparación con las máquinas actuales.

Dentro de los procesos de elaboración del cartón se puede operar ya sea manual o automático, al operar en modo manual existen varios errores de operación ya que si no se hacen los reajustes correctos, el producto puede salir con exceso de presión, con poco almidón o mucho almidón; ya sea que salga con poco almidón el pegado se cristaliza y las láminas pierden los valores de resistencia, en cambio si sale con mucho almidón provocará que las láminas salgan demasiado húmedas, y hará que afecte la calidad del cartón. Si la empresa antes mencionada toma en consideración la problemática existente, hará que sus procesos sean lo posiblemente mejorados para un perfecto funcionamiento.

Con el pasar de los años donde la globalización se hace presente cada vez más, y los procesos que actualmente maneja la industria corrugadora no están siendo los más adecuados posibles para ubicarse en un puesto considerable con respecto al liderato de la I 4.0 en el país. Si el problema persiste es probable que la empresa mencionada en este estudio pierda escalones a nivel de empresas, por no ajustar la transformación digital de los procesos productivos que actualmente maneja internamente.

Un nuevo cambio o transformación digital dentro de los procesos productivos de la empresa hará que comience a tener más impacto positivo en lo empresarial y permitirá a la industria mencionada en este estudio a escalar puestos a nivel de empresas para convertirse en la empresa líder principal de la I 4.0.

Los procesos que actualmente maneja la industria cartonera mencionada en este apartado, no son del todo automatizados y el nuevo modelo de industria no se encuentra a fondo en la

empresa. Las causas por la cual la corrugadora no se encuentra en el liderato por la I 4.0 son: gobierno nacional, compromiso empresarial, sistemas tradicionales no renovados, y un sistema de adaptación no adecuado.

Los sistemas tradicionales, es decir; los procesos productivos actuales, traen consigo la falta de capacitación al personal, el nivel de producción y productos terminados de siempre, ya que los propietarios de la empresa no desean salir del estado de confort y seguir manteniendo la producción actual de varios años atrás. Un buen sistema de adaptación del modelo de I 4.0 es costoso y demanda de mucho dinero implementarlo, el costo de las nuevas tecnologías es el principal efecto de la causa existente del modelo planteado.

La poca o casi nula reacción relacionada con la automatización de los procesos en la elaboración del cartón que actualizaría y disminuiría el incremento en el retardo de la implementación de la industria 4.0 en el Ecuador y Latinoamérica en base al modelo que se presentará en este estudio. Los costos de las nuevas tecnologías, el factor humano y la cultura son algunos de los factores que inciden considerablemente en el problema, pero implementar un sistema de adaptación para el retardo existente logrará que se disminuya considerablemente el inconveniente que actualmente maneja la cartonera.

El desarrollo de la industria 4.0 dentro de los procesos productivos de elaboración de cartón en el cantón Marcelino Maridueña incide significativamente por 4 factores que están relacionados a la producción actual, tales elementos son; máquina deficiente, tiempo de uso de la máquina, no estandarización de los procesos, y conocimientos empíricos se convierten en los factores que logran incidir en el desarrollo de la I 4.0 dentro de la planta cartonera.

La propuesta planteada del sistema de adaptación de este proyecto es viable, gracias a los análisis de los factores y su respectiva solución planteada, donde se da a conocer también un sistema de adaptación que ayudará a la empresa cartonera del sector; comenzar con un modelo de I 4.0 en tres subprocesos de elaboración del cartón, donde se convertirá en un subproceso único lineal que cumpla con los estándares de calidad del producto final y a su vez dar inicio y desarrollo de la cuarta revolución industrial en uno de sus procesos productivos de elaboración del cartón.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar los factores que inciden en la adaptación del modelo de industria 4.0 para mejorar los procesos productivos dedicados a la elaboración del corrugado en la industria cartonera del cantón Marcelino Maridueña.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Describir y analizar los antecedentes teóricos del modelo de industria 4.0.
- Identificar la situación actual de los procesos productivos de elaboración del corrugado en la industria cartonera.
- Comparar las situaciones actuales de la industria 4.0 y de los procesos productivos de elaboración de cartón con el propósito de establecer cuáles son los factores que indiquen en la adaptación del modelo de industria 4.0.
- Proponer un sistema de adaptación del modelo I 4.0 para el mejoramiento de procesos productivos a largo plazo en la industria.

### **1.3 Alcance**

La llamada Cuarta Revolución Industrial hace hincapié en el aumento continuo y la digitalización total de todos los departamentos de producción de la empresa y la cooperación y coordinación para hacerlos cada vez más eficientes dentro de los procesos productivos de elaboración de cartón.

Analizar cuál son los factores que inciden para el retardo de la adaptación del modelo de industria 4.0 es la base fundamental de este estudio, ya que de esa manera sabremos cuáles son los factores que están afectando el desarrollo de las nuevas tecnologías dentro de la empresa cartonera. La ola de cambios que consigo trae la cuarta revolución industrial hace que las empresas empiecen a tomar ciertos cambios radicales dentro de sus procesos y estudiar estos factores hará posible un nuevo modelo de ambiente empresarial.

El presente proyecto consiste en elaborar un sistema automatizado de forma lineal que consiste en; secado, corrugado y cortado de láminas de cartón mediante el software sketchup, un programa de simulación el cual permitirá a la industria cartonera alcanzar los estándares de producción de una manera óptima, en busca de que el producto final cumpla con las necesidades requeridas por el cliente de una manera adecuada.

La simulación se la realizará en sketchup, modelando una maquinaria de forma lineal con el fin de comparar el proceso total automatizado con el proceso tradicional de la industria cartonera. El fin de esta propuesta es demostrar a la corrugadora que se puede implementar



maquinaria de primera línea basa en industria 4.0 para que sus subprocesos sean óptimos y eficaces.

La situación actual dentro de la empresa es necesario saberla ya que de esa manera se pretende establecer cuál es la situación que actualmente maneja la industria cartonera y como poder modelar un plan para otorgar un sistema de adaptación de mejoramiento de los subprocesos productivos de elaboración del cartón en base a la cuarta revolución industrial.

En la actualidad la empresa se encuentra con tecnologías dentro de sus sistemas productivos, pero eso no le permite convertirse en líder de la I 4.0 que actualmente se encuentra liderada por GRUPASA; Papelesa, siendo esta líder indiscutible a nivel nacional, pero realizar una guía para la implementación del modelo de industria 4.0 hará que la empresa cartonera se prepare para una futura implementación de los sistemas inteligentes que les permitan meterse en el liderato por ser una de las mejores implementando I 4.0 en el país.

El mejoramiento del producto final influye mucho en la implementación del nuevo modelo de industria, ya que el cliente juega un papel importante en la cuarta revolución industrial, permitiéndole a estos interactuar en los procesos con la finalidad de saber que en realidad desea el cliente para su respectiva satisfacción. Es por eso que proponer un sistema de adaptación de la I 4.0 permitirá a la industria corrugadora guiarse de conocimientos y modelamientos esenciales que les permita cambiar los procesos tradicionales que actualmente manejan, por un sistema completo e inteligente.

En base a fundamentación teórica y elemental se presentará un sistema de adaptación de un sistema lineal del modelo de I 4.0, que vendrá también con una guía de implementación de las maquinarias que se pretende modelar para automatizar. Con esta información tanto la empresa como sus trabajadores colaborativos hará que tengan en cuenta en que consiste la cuarta revolución industrial, cuáles son sus ventajas y desventajas que impactarían dentro de sus procesos productivos y además de animar a los propietarios con estrategias adecuadas para una futura implementación del modelo presentado.

## **1.4 Estado del arte**

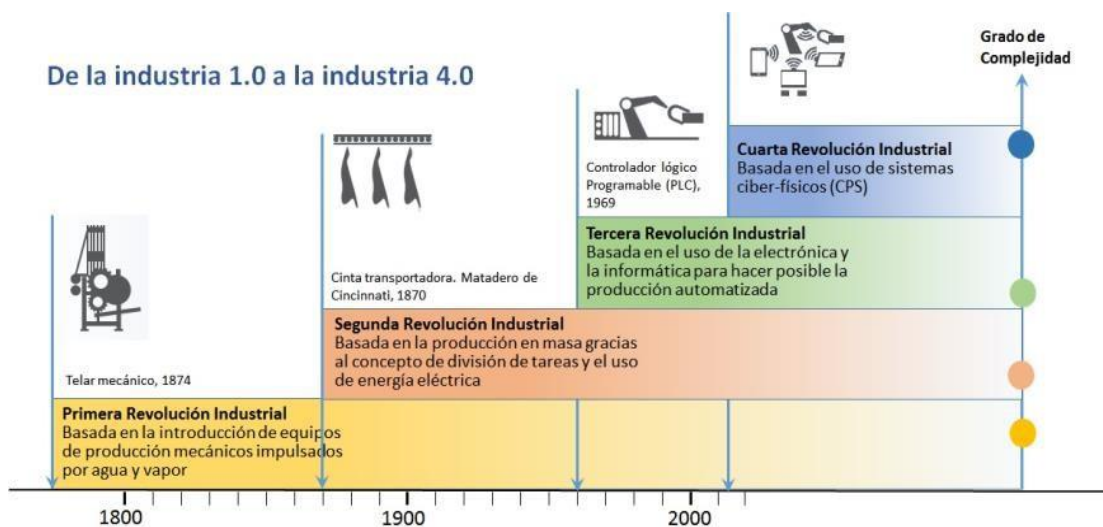
### **1.4.1 Antecedentes investigativos internacionales**

Cohen, Y.; Faccio, M.; Galizia, F. G.; Mora, C.; Pilati, F.: Configuración del sistema de montaje a través de los principios de la Industria 4.0: el cambio esperado en los paradigmas

actuales en los procesos, revista IFAC-PapersOnLine, Volumen 50, Número 1, julio de 2017, páginas 14958-14963.

Entre los siglos XVIII Y XIX, en la primera revolución industrial se utilizaron máquinas en los procesos productivos en esa época, logrando de esa forma pasar de una economía tradicional y agraria, donde se la considera liderada en su totalidad por la industria.

**Figura 1.** La cuarta revolución industrial



Obtenido de: (del Val Román, 2016)

Fuente: Informe Industria-4.0

La segunda transición, en el siglo XX trajo producción en masa, con la aparición de fábricas y línea de ensamblaje permitieron la fabricación de productos que satisfagan al cliente. Una actual transformación se da a finales del siglo XX, es decir; la automatización de las líneas de producción empresarial se dio gracias al desarrollo y avance de la informática y de la electrónica, donde las maquinarias autónomas dan el paso a los procesos automatizados que reemplazan la mano de obra tradicional.

#### 1.4.1.1 El avance tecnológico de I 4.0 en Europa

El acceso moderno a la tecnología de manera consecuente trae una tremenda presión a la industria. La globalización se ha convertido en una oportunidad para las industrias en Europa, mientras que la competitividad, el resultado y la adaptación son el último traspaso producido en países asiáticos durante décadas.

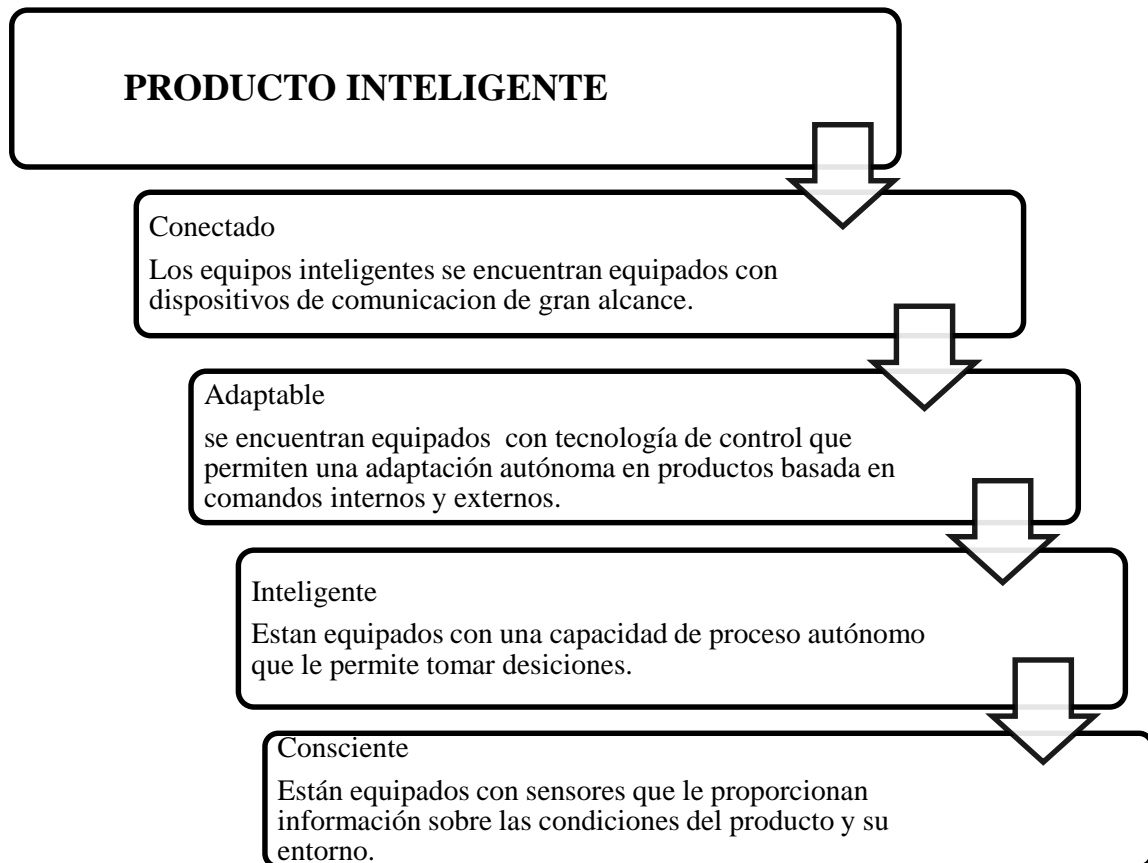
A pesar de que ha existido una tendencia de recuperación en Europa con respecto a la industrialización, los resultados no han sido lo suficiente. La industria tiene como gran efecto

importante el impulsar la innovación tecnológica para los avances continuos de los procesos, así también los puestos de trabajos son considerados importantes ya que fomentan a la creación de puestos laborales cualificados, estables con el fin de reducir el impacto del desempleo. Sin embargo, es importante analizar las amenazas que trae consigo el avance tecnológico en la actualidad.

#### **1.4.1.2 Los pilares de la inteligencia en Industria 4.0**

Los productos inteligentes se caracterizan por contar con equipos electrónicos, la conectividad y por ende un software que viene siendo un pilar fundamental en el tema, que en conjunto le otorgan nuevas funciones y también características que vienen de la mano un proceso totalmente inteligente. Se denominan sistemas ciber-físicos (CPS) y son los "residentes" de Internet. La Conectividad en este punto es trascendental ya que provee comunicación de máquina a máquina (M2M) y funciones en conjunto de persona-computadora. Logra ser un software que permite tomar decisiones descentralizadas, ya que cuenta con un equipo de sensores que pueden capturar la información sobre su estado o sobre su entorno, así como datos que proporcione a cualquier persona que administre sus servicios inteligentes. (del Val Román, 2016).

**Figura 2.** El producto inteligente



**Obtenido de:** (del Val Román, 2016)

**Fuente:** Elaborado por los autores

Uno de los mayores beneficios de los servicios inteligentes es que permiten otorgar servicios actuales e innovadores para de esa forma establecer nuevos mercados y modelos de negocios, como, por ejemplo; la cancelación respectiva por el uso o modelo del servicio utilizado. La optimización de los modelos existentes se debe gracias a la comunicación con los creadores de procesos inteligentes, por otra parte; la recopilación y análisis de datos en masa se convierte en una base fundamental para generar los nuevos servicios y modelos optimizados. El modelo analítico aplicado a estos datos (big data) puede automatizar la toma de decisiones.

En esta revista se detalla lo que significa la I 4.0 y en que factor se logra centrar, en especial en los procesos productivos en una empresa y la mejora continua que consigo lleva dentro de los diversos procesos internos de una industria. Lo que se denomina como una fábrica inteligente, los diferentes autores detallaron que es posible que haya una amplia recopilación de datos de los procesos industriales para que en si permitan actuar de forma inteligente en relación con los cambios en un sistema dentro de la industria.

El documento mencionado se enfoca en dar conocimientos de lo que ha sido la revolución industrial, como se puede manejar dentro de los procesos las nuevas tendencias tecnológicas que ayuden o complementen los requerimientos del cliente para su satisfacción. De esta manera se formula el tema mencionado al inicio de este tema importante que es fundamental como conocimiento eficaz del modelo de industria 4.0.

Es importante resaltar los cambios que ha habido desde la aparición de la primera revolución industrial, por lo tanto, los autores mencionaron lo siguiente en base al tema:

La industria 4.0 es basado de forma significativa en el IoT, servicios y el desarrollo de sistemas inteligentes que complementen las funciones de la industria; cuando es utilizado por tecnología auditiva, de fabricación, impresión en tercera dimensión, la ingeniería inversa que viene siendo la matriz del tema por motivo de que cuenta con el principio de descubrir los principios tecnológicos de un objeto, big data y el análisis. Estas tecnologías no solo han ocurrido cambios congénitos en la industria manufacturera, sino también en el comportamiento del consumidor y las prácticas comerciales del consumidor, todo aquello va de la mano para que el desarrollo de las capacidades le permita a la industria una adaptación plena de los cambios tecnológicos que se vienen dando gracias a la I 4.0.

### **1.4.1.3 Conclusiones**

Una vez realizada esta propuesta de investigación se detalla que los clientes exigen un número cada vez mayor de los productos personalizados en volúmenes variables. Esta tendencia, junto con la difusión de los principios de la Industria 4.0, requiere un cambio radical en el diseño y la gestión de los sistemas de sistemas de producción y, también, de los sistemas de montaje.

Todo esto y más se detalla en el documento investigado en la fuente, es indispensable que una empresa comience a implementar hoy en día el modelo de industria 4.0, ya que la ola de cambios tecnológicos que consigo lleva; hace que el consumidor final tenga oportunidad de aceptar o no un producto o servicio. En conclusión, se indica que es fundamental el modelo de I 4.0 dentro de los procesos en una industria.

### **1.4.1.4 Como implementar el modelo de industria 4.0 en los procesos productivos en una empresa**

Optessa, (2019): Cómo implementar de forma eficaz la industria 4.0 en su organización, 5 de febrero del 2019.

**Objetivo:** implementar de forma eficaz un sistema de adaptación en una organización del sector industrial.

**Metodología:** la metodología utilizada en este tema se basa en el seguimiento de los 6 pasos mejorar los procesos productivos en una industria en base a la cuarta revolución industrial.

#### **1.4.1.4.1 Importancia**

En este modelo de implementación detallan que existen cinco etapas de madurez para mejorar los procesos dentro de una empresa en base a la I 4.0. Estos son los siguientes: reaccionar, anticipar, integrar, colaborar, orquestar. La etapa de reacción involucra un enfoque fundamental en los ingresos, la etapa de anticipación involucra el análisis de metas de la industria, la etapa de integración implica considerar compensaciones funcionales cruzadas, la etapa de colaboración significa mirar redes extendidas y la etapa de organización involucra la innovación de los procesos productivos (Gartner, 2019).

#### **1.4.1.4.2 Pasos para implementar de manera adecuada la I 4.0**

- Comprenda su posición inicial
- Enfóquese primero en la Industria 3.0
- Crea una estrategia
- Empiece con algo pequeño
- Crear un ecosistema amigable
- Centrarse en mejorar los procesos

La I 4.0 se ha convertido en el avance de la fabricación para llegar a satisfacer al cliente de una manera adecuada y eficaz, muchas empresas en el mundo han comenzado con la implementación de un sistema de adaptación que les ayude a mejorar los procesos dentro de sus instalaciones, y eso se debe al avance tecnológico y a la ola de cambios que consigo trae la cuarta revolución industrial a nivel de empresas.

#### **1.4.1.4.3 Perspectivas de la Industria 4.0**

El concepto de la cadena de valor y el avance tecnológico en la industria se debe gracias al apareamiento de la cuarta revolución industrial ya que el avance significativo que se viene dando a raíz de su aparición hace que las fábricas sean totalmente inteligentes. La principal estructura de la cuarta revolución industrial se basa a un sistema ciber-físico que cumple con

una función de monitorear procesos físicos, la toma de decisiones se convierte en un factor fundamental, mientras que crear copias del mundo real su principal estrategia en el mundo de la globalización. Es así que las grandes industrias esperan que CPS proporcione un cambio oportuno que ayude a solucionar y cambiar el funcionamiento de sistemas industriales los cuales ya existen.

Una vez que una empresa comience a implementar la I 4.0 dentro de sus procesos productivos, esta obtendrá mayores resultados que serán netamente eficientes. La comunicación entre las maquinas hace énfasis en la importancia del avance tecnológico de la I 4.0, ya que al transmitir la información y realizar las operaciones se convierte en el factor principal del avance de la cuarta revolución industrial. Todo esto se dará gracias a la comunicación que da por sí la internet de las cosas; la cual muchos sensores en la red podrán integrarse en los dispositivos y las máquinas para que demuestren una gran cantidad de diferencias positivas dentro de la empresa que lo desee implementar.

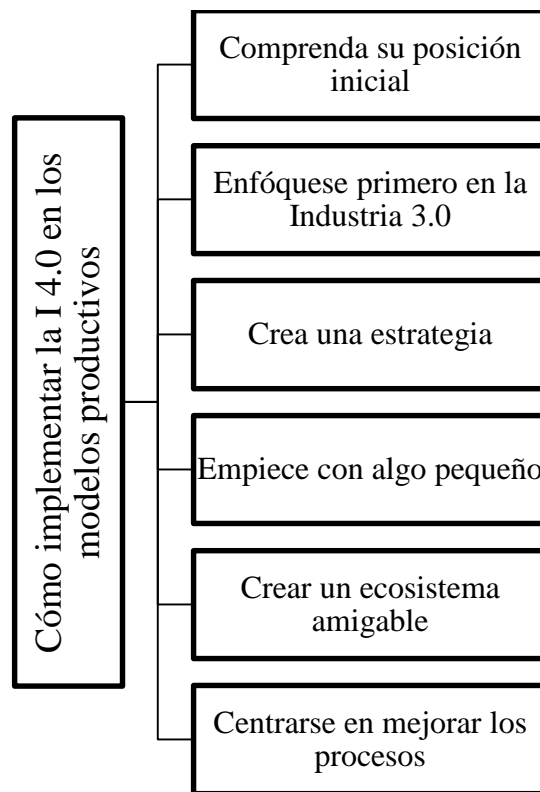
La industria 4.0 y el IoT afectarán de forma en que los proveedores y clientes interactúen, ya que de esa forma podrán interactuar participando más en los procesos y la toma de decisiones relacionadas con la fabricación de un producto, calidad y personalización respectiva. Teniendo esto en cuenta, los desafíos de seguridad cibernética involucrados la cual garantiza una estructura sólida esencial para el intercambio de la información y por ende la colaboración. ( Larios Osorio, Ynzunza Cortés, Izar Landeta, Bocarando Chacón, & Aguilar Pereyra, 2017)

#### **1.4.1.4.4 Conclusión**

El objetivo final de esta propuesta de implementación es que la I 4.0 mejora exponencialmente los procesos en una empresa. Se detallan 6 pasos para que una empresa pueda seguir un modelo adecuado y de forma práctica en busca de la mejora de los procesos productivos dentro de cualquier organización.

Como hizo la empresa X para comenzar con la implementación del modelo de I 4.0 en los procesos productivos.

**Figura 3.** Pasos para implementar la I 4.0



**Fuente:** Elaborado por los autores

#### **1.4.1.5 El papel de la industria española y el desarrollo de la innovación gracias a la adaptación del modelo de I 4.0**

La Digitalización y la Industria 4.0 (2017) Impacto industrial y laboral, Madrid.

En este estudio se indica que la transformación digital no ha llegado del todo a las industrias por lo cual exhortan al cumplimiento de las nuevas tendencias tecnológicas que da la I 4.0. Afirman que puede ser que al momento de implementar la I 4.0 dentro de una empresa se produzca un retraso a pesar de que ya estén utilizando las tecnologías disponibles de la cuarta revolución industrial, pues al momento de adaptarse una industria a todo aquello facilitara el aumento de la eficiencia de las fábricas y el lanzamiento de nuevos servicios, ya que la I 4.0 pone el foco en la eficiencia.

##### **1.4.1.5.1 Los robots forman parte de la realidad empresarial**

En la actualidad señalan que la IA y la robótica ya están siendo señaladas en el ámbito tecnológico, ya que están influyendo en el comportamiento, las habilidades y en el consumo de los medios como el de la forma en el cómo se relaciona un individuo. Afirman que muchos perfiles laborales desaparecerán con el pasar del tiempo y eso se debe al remplazo de la mano



de obra manual por la automatización, por lo tanto, otros perfiles se irán transformando al incorporarse otras nuevas funciones (La Digitalización y la Industria 4.0, 2017)

**Objetivo:** dar a conocer en que consiste el desarrollo de la innovación en base a la aplicación de la I 4.0, el impacto empresarial y laboral que se da gracias a la digitalización y la cuarta revolución industrial.

**Metodología:** la inversión es la apuesta esencial que las empresas españolas están teniendo, este modelo de aplicación llamada I 4.0 lo vienen aplicando de hace cinco años atrás, donde tiene como finalidad el liderazgo en términos de I 4.0 en empresas de Madrid.

#### **1.4.1.5.2 Conclusión**

El foco de la llamada I 4.0 está muy ligada a la cuarta revolución industrial, y la digitalización en las industrias van tomando más formas cuando aplican las nuevas tecnologías que trae la llamada I 4.0, es importante que las empresas tomen conciencia en el término del puesto laboral ya que, si una industria no presta atención a ese punto importante, los trabajos para las personas pueden desaparecer con el pasar del tiempo y eso se torna cada vez más desesperante.

### **1.4.2 Antecedentes investigativos nacionales**

#### **1.4.2.1 GRUPASA líder de I 4.0 en el corrugado**

Briceño Obando, (2020) Grupasa: líder de la industria 4.0 en el corrugado. Revista Corrugando digital, automatización de equipos, robots colaborativos, software de gestión y e inteligencia de datos.

El grupo GRUPASA perteneciente a Ecuador, filial cartonera del país; Papelesa desarrolla y lidera una radical evolución digital, convirtiéndose así en líder de la industria 4.0 en el corrugado a nivel nacional. Este grupo empieza por incrementar sus partidas destinadas a las nuevas tecnologías y a cambiar de manera oportuna los procesos productivos más profundos en base a las nuevas tendencias tecnológicas.

En el año 2018 esta organización decide implementar esta tecnología dentro de sus procesos, iniciando con la compra de equipo de última generación y de la misma manera implementan un software para la gestión, que les permite administrar de la mejor manera posible recursos humanos, productivos logísticos; y a su vez esta organización logra obtener

data en tiempo real para una correcta toma de decisiones aseguro la gerente (Briceño Obando, 2020).

**Objetivo empresarial:** Ser una de las principales industrias en liderar en innovación y desarrollo tecnológico para convertirse en líder de la I 4.0. Hoy en día le da el estatus de ser la planta corrugadora más automatizada de América Latina y con mayor capacidad de producción del Ecuador

**Metodología:** La gerente general María Luisa Jaramillo detalla que la compañía ha dado a conocer que el objetivo principal es ser el principal productor de cartón corrugado líder en innovación y procesos automatizados de cada proceso y subproceso, entre ellos; secadora, cortadora de láminas de cartón totalmente automatizados y la corrugadora. Un camino asumido con responsabilidad de parte de la gerente para poder garantizar el éxito empresarial en un mundo cada más digitalizado y con una conciencia medioambiental de manera obligatoria.

#### **1.4.2.1.1 Innovación en cartón**

La industria actualmente se centra en automatizar la mayoría de sus procesos productivos, el uso de robots colaborativos y software de gestión en sus plantas. En este sentido Grupasa (Papelesa) ha logrado de forma significativa la transformación de toda su planta industrial, lo cual la ha llevado a la industria a una transformación digital significativa en los procesos de planta, lo cual ha dado por inicio una innovación tecnológica adecuada.

#### **1.4.2.1.2 Conclusión**

En la actualidad Grupasa se convierte en la industria líder de I 4.0 ya que produce mensualmente, 11000 toneladas de cartón y atiende las necesidades de embalajes para el sector agroindustrial (bananero principalmente) y al industrial en diversas ramas, lácteos, bebidas, camarón, etc. Cuenta actualmente con una plantilla que supera los 500 trabajadores.

**Tabla 1.** Cuadro comparativo entre empresas cartoneras ecuatorianas

<b>CUADRO COMPARATIVO</b>			
<b>EMPRESA PAPELESA</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>DEL</b>	<b>SECTOR</b>
	<b>MARCELINO MARIDUEÑA</b>		

Se encuentra liderando la I 4.0 en el corrugado.	No se encuentra liderando la I 4.0 en el país con respecto al corrugado.
Lidera una radical evolución digital tanto sus procesos productivos, como en sus productos.	Existen diferentes maquinas tradicionales que no les permiten en el avance tecnológico que da la cuarta revolución industrial.
Líder en innovación y procesos automatizados.	Si bien existen procesos automatizados dentro de su producción; las máquinas actuales no se encuentran dentro de sus procesos.
Posee el status de ser la planta más automatizada de Latinoamérica y con mayor capacidad de producción en Ecuador.	Con los procesos tradicionales, si existe una falla; la producción decae considerablemente con respecto a pérdidas.
No disminuyeron personal con la llegada de las maquinas automatizadas.	Existe preocupación en base al ingreso total de máquinas automatizadas con respecto a la I 4.0 por parte de sus trabajadores.
Propusieron capacitaciones al personal de la planta tradicional para comenzar a reubicarlos y además prepararse para los cambios que deja la I 4.0	Las capacitaciones en base a I 4.0 no son las adecuadas para su respectiva innovación.
Promueven la interacción cliente-empresa para otorgar un producto que cumpla con sus expectativas.	Existe una baja comunicación entre cliente-empresa.

---

**Obtenido de:** (Briceño Obando, 2020)

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### **1.4.2.2 Industria 4.0 y sus implicaciones en la planificación de los procesos productivos en una empresa cartonera.**

Barros Losada, (2017): La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones. Año 2017

El cambio en los procesos productivos de una organización se debe a que la industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial se basa en la conversión de sistemas conectados e interconectados y también la transformación de productos inteligentes, es por ese motivo a que el cambio dentro de la industria se debe gracias a una correcta implementación de I 4.0. El gran coste para llevar a cabo el cambio del proceso productivo en una industria no es tan fácil, ya que el alto valor porcentual del costo por operaciones

inteligentes suele ser un problema existencial dentro de cualquier organización, ya sea el proceso de producción, la distribución en planta de una instalación e inclusive la logística.

Por este motivo, es que la industria al momento de implementar el modelo de industria 4.0 no lo puede hacer por su alto costes, y es por esa razón que se comienzan a ver cambios en subprocesos pequeños o más bien en partes aisladas de procesos, como algunos ejemplos los cuales fueron citados anteriormente dentro de una industria dedicada a la elaboración de cartón.

#### **1.4.2.2.1 Aplicaciones actuales**

Las fases de desarrollo indica el autor que existen aplicaciones de la I 4.0 que influyen bastante en los procesos productivos, las cuales son las más representativas en una organización y la planificación de la producción:

#### **1.4.2.2.2 Trazabilidad**

La trazabilidad o también llamada procedimiento para permitir un proceso evolutivo, es una de las partes más esenciales dentro de la industria las cadenas logísticas. Esta se ve incrementada de forma importante cuando se trata directamente con el producto final, el cual es el cartón. Además de conocer donde empieza dicho proceso hasta donde termina se debe verificar que cumple con las necesidades planteadas con el consumidor final para que cumpla con todos los requisitos en términos de seguridad.

En este contexto, beneficiaria a cualquier empresa corrugadora que desee implementar un proceso adaptativo ya que permitirá en tiempo real lo que verdaderamente supondría un avance tecnológico donde la industria cartonera reducirá costes además de optimizar todos los problemas que actualmente se pueden venir dando en sus procesos tradicionales.

#### **1.4.2.2.3 Proyecto FITMAN**

Para una industria cartonera el proyecto FITMAN se convierte de manera importante ya que se trata de un proyecto con sensores necesarios para incluir la tecnología de la nueva tendencia industrial o también llamada I 4.0. el proyecto argumentado se trata de ingresar el IoT, la automatización y el sistema basado en la nube entre otros. Se trata de ingresar las tecnologías necesarias con el fin de centrar la producción a un proceso lineal importante, esto ocasiona de forma considerable una mejora significativa dentro de los procesos

productivos de elaboración de cartón, esto se convierte en una prueba exitosa a toda industria que desee implementar un sistema tecnológico de fabricación. (Barros Losada, 2017).

#### **1.4.2.2.4 Conclusión**

Las implicaciones que llevan a cabo el modelo de I 4.0 son de manera fundamental para los procesos productivos de una empresa cartonera. El autor detalla que existen dos fases de desarrollo que son importantes para el cumplimiento de una implementación oportuna dentro de los procesos en una industria, los cuales son; la trazabilidad y el proyecto FITMAN, ambos métodos son importantes para una organización que está en desarrollo.

#### **1.4.2.3 La evolución de las industrias tradicionales al nuevo modelo de industria 4.0 en Ecuador.**

Dekalabs (2020), I 4.0 una evolución de los procesos tradicionales al nuevo modelo de industria 4.0; Consultoría de adaptación tecnológica.

La cuarta revolución industrial se basa en la transformación y adaptabilidad de los sistemas de producción a través de la digitalización de la línea de producción para buscar una mejora directa en los procesos actuales, para corregirlos por procesos netamente inteligentes. Es decir, se trata de un método de invocación del proceso de conversión digital aplicado al proceso productivo del sector industrial.

#### **1.4.2.3.1 Procesos tradicionales actuales a la evolución de la industria de procesos inteligentes**

Es indispensable cambiar los procesos tradicionales de siempre por el modelo de industria 4.0, la cuarta revolución industrial da como iniciativa cambios estructurales a nivel empresarial, tanto en producción como el esfuerzo de la industria para cumplir con los requerimientos del cliente con el fin de conseguir procesos más eficientes y productivos conectados entre sí mediante procesos inteligentes y autónomos afirma el autor.

#### **1.4.2.4 Tecnologías aplicadas en base al modelo de I 4.0**

- Big Data
- Machine Learning
- Ciberseguridad o seguridad informática
- Internet de las Cosas

- Paquetes HMI/SCADA

Todas estas tecnologías son algunas de las tantas que ofrece la cuarta revolución industrial para mejorar los procesos productivos en una empresa, el uso exclusivo de cada tecnología usada favorecerá de manera exponencial a la empresa que le esté dando uso para su respectivo crecimiento a nivel de procesos (Dekalabs, 2020).

#### **1.4.2.5 Revolución industrial**

El término revolución industrial generalmente se refiere a la complejidad de la innovación tecnológica. Al reemplazar la energía mecánica por las capacidades mecánicas humanas y la energía humana y animal, condujo a la transición de la producción manual a la producción manufacturera, que dio origen a la economía moderna.

La llamada Cuarta Revolución Industrial, o Industria 4.0, es una extensión de lo que ha existido actualmente, con los albores de la variación moderna llegando alrededor de 2010 a Alemania.

Si bien la primera referencia a la Industria 4.0 no se produciría hasta 2011, el Ministerio Federal de Educación de Alemania y la investigación comenzaron a explorar las diversas tendencias que se estaban produciendo. Querían identificar cosas en tecnología de alto nivel que pudieran ayudar a mejorar el mundo e impulsar la tecnología. Esto permitiría a aquellos que buscan empleo en el futuro en el sector industrial tener una experiencia laboral simplificada mientras nos permite hacer más en una fracción del tiempo (McCabe, 2016).

Cuando se producen cosas por parte de la mano de obra humana los avances técnicos y tecnológicos cambian significativamente. La revolución industrial da el paso a la avanzada tecnología de producción ya que esta fue completamente diferente en el pasado. Las nuevas tecnologías de la producción cambiaron de forma contundente aquellas condiciones laborales y el estilo de vida del ser humano.

##### **1.4.2.5.1 1ra revolución industrial**

En pleno siglo XVIII em peso la 1era revolución industrial, mediante la mecanización de la producción y la energía de vapor. Lo que antes se presentaba en ruedas giratorias para crear hilos, se mejoró ese proceso con la versión mecanizada y eso alcanzo ocho veces más el volumen de producción en un tiempo estándar.

El avance de la productividad humana se basó plenamente en la energía de vapor ya que era netamente para realizar trabajos. Aquella energía de vapor era utilizada también para transportar cargas o crear energía eléctrica.

El cambio en la fabricación se produjo cuando las diversas etapas de producción se centralizaron en un edificio, la fábrica. La centralización redujo los costos de transporte, ya que el material no tuvo que trasladarse de una cabaña a otra, y aumentó la calidad, ya que los supervisores capacitados pueden monitorear cada etapa de la producción.

El trabajo en las fábricas se especializó con trabajadores y máquinas dispuestos en un orden que aumentaba la eficiencia y la producción. El economista y filósofo escocés Adam Smith abordó la importancia de la especialización en sus escritos y su lógica fue ampliamente adoptada por la mayoría de los propietarios de fábricas de la Primera Revolución Industrial. Smith observó que las tareas realizadas por una persona en un solo día podrían dividirse de manera mucho más rentable en muchas tareas realizadas por varias personas a lo largo de carreras completas. Llamó a esto la división del trabajo (Elcic, 2019).

#### **1.4.2.5.2 2da revolución industrial**

La revolución industrial en su segunda instancia da por inicio en el siglo XIX ya que da el paso al descubrimiento de la producción en línea y la electricidad. El empresario norteamericano Henry Ford dio como idea de la producción en masa de un matadero de animales en la ciudad de Chicago: con la ayuda de las cintas transportadoras en la que colgaban los cerdos y el carnicero solo realizaba una parte en faenar el animal.

Significativamente las empresas han cambiado en sus procesos y eso se ha dado gracias al cambio de la tecnología de punta en la actualidad, aunque se considera que ningún periodo ha traído más cambios como la cual ha dejado la segunda revolución industrial. A finales del siglo XIX las ciudades crecieron de forma considerable, mientras que las industrias tuvieron su expansión con respecto a los avances tecnológicos, y la vida de los seres humanos quedó regulada por el reloj.

Según (Niller, 2019); “La producción de acero, productos químicos y la electricidad fue gracias a los rápidos avances tecnológicos respecto a la segunda revolución industrial. Todo lo ocurrido dio paso a la fácil movilización y el fácil acceso de la comunicación”.

#### **1.4.2.5.3 3ra revolución industrial**

En el siglo XX exactamente en los años 70 la tercera revolución industrial surge de manera significativa con la aparición de la automatización parcial mediante el uso del computador y controladores programables en memoria. En esta 3era revolución sin la ayuda de presencia humana se podía automatizar un proceso parcial completo. Un ejemplo claro que se vino dando es ese tiempo fue la presencia de los robots que realizaban secuencias que fueron programadas sin intervención de un ser humano.

La tercera revolución trajo consigo el surgimiento de la electrónica, las telecomunicaciones y, por supuesto, las computadoras. A través de la tecnología avanzada, la tercera revolución industrial abrió las puertas a la llamada expediciones espaciales, la biotecnología y la investigación científica.

En el mundo de las industrias, dos inventos importantes, los controladores lógicos programables (PLC) y los robots ayudaron a dar lugar a una era de automatización de alto nivel.

#### **1.4.2.5.4 4ta revolución industrial**

Esta revolución industrial o también llamada I 4.0 se comienza a implementar en los procesos dentro de las industrias, esta se considera aceptable gracias a los avances que se vinieron dando a través de los procesos que necesitaban un cambio. La cuarta revolución industrial o llamada también I 4.0 y la aplicación de tecnologías de información o también llamada comunicación en la industria, se centra en los avances tecnológicos que se vinieron dando a partir de la tercera revolución industrial. Los diversos sistemas de producción que ya manejan tecnología avanzada tienen como principal objetivo la tecnología informática que se amplía mediante un gemelo digital y una conexión de red.

El siguiente paso importante de la industria 4.0 es la automatización que se basa en una producción lineal de procesos productivos, todo este sistema conlleva a sistemas de producción ciber-físicos y fabricas inteligentes que hacen de manera autónoma los procesos sin la necesidad de presencia humana. Lo único que se realizan las personas que pueden operar dentro de los procesos es que se deben comunicar a través de una red totalmente inteligente por motivo de que la producción es casi automática en su totalidad.



Cuando se unen de forma consecutiva los facilitadores, la llamada cuarta revolución industrial tiene el potencial de dar por ofrecimiento los avances tecnológicos dentro de la industria. Uno de los principales ejemplos que incluye la avanzada tecnología es que las maquinarias pueden predecir fallas y automáticamente activar los procesos de mantenimiento o logística autoorganizada que da como resultado positivo los cambios potenciales en la producción.

Lo más fundamental de todo el proceso de cambio es que tiene el poder de cambiar de forma considerable las labores del trabajador. La industria 4.0 atrae a las personas hacia redes más inteligentes, con la finalidad de llevar un trabajo tradicional a uno más eficiente y con estándares de calidad. El avance tecnológico con respecto a la digitalización del entorno de fabricación; da como resultados los métodos más flexibles para dar como llegada a la información respectiva la persona adecuada y en el momento adecuado.

En resumen, la I 4.0 da un giro inesperado a la empresa, cambiando las reglas del juego en todos los entornos industriales con respecto a sus funciones. La digitalización de la fabricación cambiará la forma en que se fabrican y distribuyen los bienes, y cómo se reparan y refinan los productos. En base a todo lo planteado da como inicio a la cuarta revolución industrial lo que representa un verdadero cambio (Industria 4.0, 2018).

La demanda de clientes en el sector industrial ha tenido su impacto en varios fragmentos tales como: procesos productivos más óptimos e integrados, flexibilidad, toma de decisiones más eficientes basadas en tiempo real. Si bien es cierto, el apresurado cambio tecnológico, los cambios de tecnología dentro de la industria y el apresurado crecimiento de los mercados a nivel mundial están permitiendo que la competitividad de las empresas industriales dependa en lo absoluto de la habilidad que cada organización esté dispuesta a realizar en términos de I 4.0 en los procesos productivos.

Analizando las empresas de hoy en día, Epicor (2021) detalla que “cada empresa y organización que opera hoy en día es diferente, todas enfrentan un desafío común; la necesidad de conexión y acceso a información en tiempo real entre procesos, socios, productos y personas son importantes afirma”.

#### **1.4.2.5.5 Conclusión**

El autor detalla que es fundamental para una empresa el cambio radical de todos los procesos internos y externos de una empresa, el correcto uso de todas las tecnologías dadas

por la I 4.0 favorecerá en gran manera a una industria que desee salir de los procesos tradicionales.

#### **1.4.2.5.6 Introducción a la Industria 4.0**

##### **1.4.2.5.6.1 Resultado de la iniciativa y su origen**

En la industria alemana nace como estrategia puntual la I 4.0, con el fin de:

- Poner a la producción industrial mejorada en base a la competitividad empresarial, es decir; un respiro a las pérdidas ocasionadas por los procesos tradicionales que se han venido dando de hace mucho tiempo, con respecto a la productividad de países que hoy en día necesitan desarrollarse de manera urgente.
- Las necesidades de los clientes son el factor fundamental en este caso, y desarrollar una industria que satisfaga sus requerimientos se vuelve de manera considerable, con el fin de desarrollar productos personalizados que tengan que ver a las expectativas requeridas por parte del cliente final.

El liderato de I 4.0 en la actualidad lo tiene Alemania, pues es el país europeo reconocido como el principal país pioneros que puede lidera el nuevo modelo de industria en comparación a otros países. Desde el año 2010 han sido plenamente identificadas algunas características de la cuarta revolución industrial, aunque primeramente se fue dando a inicios del año 2006 gracias a la ayuda del gobierno, para definir líneas prioritarias relacionadas con la acción del nuevo modelo de industria 4.0.

Un grupo de trabajadores integrado por representantes solidos de la industria en general, ciencia y de la universidad, que fue creado por el Ministerio de Educación e Investigación, dio como noticia publica el informe que define la prioridad de las áreas con el fin de dar una valiosa estrategia de I 4.0, desde los procesos que agregan valor hasta el aprendizaje continuo. Desde aquel entonces, el mandatario alemán de aquel año reunió a diferentes representantes de la industria, la ciencia y los sindicatos para institucionalizar su compromiso con el modelo de I 4.0 mediante el desarrollo de una plataforma, que fue liderada por el MAE (ministerio de asuntos económicos).

La creación en oportunidad de la plataforma “Industry 4.0 Platform” fue uno de los ejemplos que se fueron dando a través del avance tecnológico. Esta plataforma fue dividida

en partes principales, tales como; la estandarización de procesos, la arquitectura inteligente y la innovación e investigación de los procesos.

Todo este estudio dio como primer informe a inicios del año 2015 donde fue presentada el verdadero significado de la llamada cuarta revolución industrial 4.0 a la economía generalizada como un aspecto principal que deben ser considerados a futuro, dando como un resultado de informe que se debe realizar un plan hasta mediados del año 2030. La I 4.0 se muestra como una estrategia a largo plazo para las industrias que recientemente desean implementar en sus procesos, es por esa razón que debe ser considerada como primordial para cualquier empresa a implementarla.

Todo esto se resume en que la I 4.0 dar por cambio las reglas del juego en todo el entorno de un proceso industrial. La digitalización de los procesos en las empresas cambiará la forma en que se fabrican y distribuyen los bienes, y cómo se reparan y refinan los productos. En resumen, se afirma que eso representa el verdadero comienzo de la industria 4.0 (Industria 4.0, 2018).

Cuatro áreas importantes son consideradas en la iniciativa relacionada con la cuarta revolución industrial las cuales son:

- **Productividad:** se espera que en el área de producción haya mayor beneficio con el aumento de las utilidades, generando así un incremento de las ganancias empresariales que deseen implementar dicho procedimiento, donde se espera que los procesos actuales sean remplazados por los procesos automatizados.
- **Crecimiento de los ingresos:** al año se considera que haya una base imponible al 30% más de ganancias por las nuevas implementaciones al año, todo esto se considera gracias al ingreso de los nuevos equipos de fabricación actualmente automatizados que genera más confianza al cliente de manera considerable.
- **Empleo:** actualmente el empleo depende de un hilo al hablar de I 4.0 dentro de una industria, es por esa razón que fortalecer los empleos se convierte en necesidad para cualquier empresa que desea implementar las nuevas tecnologías, aunque muchos trabajadores se vean en la obligación de ser desplazados de sus puestos de trabajo gracias a las máquinas automatizadas,

las industrias se ven en la obligación de crear nuevas plazas de empleos con el fin de proteger el índice de plazas laborales.

- **Inversión:** durante el transcurso de los años se prevé la necesidad de invertir en procesos autónomos para una correcta administración de los procesos.

Los cuatro beneficios que fueron declarados anteriormente generarán cambios positivos a nivel de industrias, tanto de procesos como también el de producto y a su vez también el de modelo de negocio, tal como:

**Proceso:** Agregar tecnología para de esa manera lograr que sean más flexibles y eficientes.

- Reducir el horario de la compra.
- Proponer un sistema de gestión de compra en tiempo real para minimizar el proceso de adquisición de un producto.
- Reducir errores y minimizar los procesos que no agregan valor.
- Reducir el tiempo de las máquinas en base a su respectiva programación.
- Capacidad de mejorar y cumplir adecuadamente la función requerida.
- Cumplir objetivos productivos que tengan que ver con el correcto uso de maquinarias automatizadas, agregando de esa forma valor al cliente.
- Permitir la automatización de los procesos automatizados, para así reemplazar los procesos productivos tradicionales por la robótica que permite flexibilizar los procesos y subprocesos.

**Producto:** El producto es generado a partir de las necesidades del cliente, todo cumple una función requerida por el consumidor final.

- Es posible que existan nuevas funciones gracias a los requerimientos de los clientes.

#### **1.4.2.5.7 Modelo de negocio**

- Gracias a las nuevas oportunidades que son ofrecidas, es posible nuevos modelos de negocios.
- El cliente es el más importante para toda empresa, es por eso que diseñar un producto que cumpla con las necesidades del consumidor final es la prioridad de las industrias.
- Las nuevas tendencias tecnológicas que consigo trae la I 4.0 hace posible lo que prácticamente era imposible, ya que de esa forma permite plantear negocios inteligentes.
- La automatización hace de un proceso difícil a uno fácil solo con aplastar un botón,

es decir el trabajador no se esfuerza para realizar un producto que le tomaba 3 horas por hacerlo, mas ahora con un proceso autónomo la máquina se encarga de hacer el producto de manera eficiente.

A lo largo del tiempo se ha venido trabajando de manera importante, ya que la industria 4.0 permitirá con el tiempo un salto importante abriendo oportunidades que actualmente son consideradas como importantes e insospechables.

Cada país que desee implementar el nuevo modelo de industria debe analizar el impacto que puede ser ocasionado, ya que en cada industria es diferente. Por ejemplo, si una empresa es de producción se beneficiarían en un mayor grado de flexibilidad gracias a la automatización que entraría en los procesos de producción, mientras que empresas pequeñas, tales como las farmacéuticas se beneficiarían en las reducciones de las tasas de error (Sistemas Avanzados de eficiencia productiva para la Industria 4.0, 2016).

#### **1.4.2.6 Introducción y estado de la cuestión**

En el ámbito empresarial industrial se han venido convirtiendo en un sector esencial e completamente inteligente gracias a las nuevas tendencias tecnológicas que se han venido dando en los últimos años entorno a la nueva revolución industrial. Uno de los beneficios que han recibido las empresas industriales es que gracias a la I 4.0 ha introducido las nuevas tecnologías, la automatización los sistemas de gestión y los procesos administrativos que se han convertido en la estrategia desde su actual surgimiento, permitiendo mejorar los procesos totales de una organización no solo de la calidad sino también del punto de vista del tiempo de producción.

El mundo de la industria 4.0 trae consigo un sinnúmero de tecnologías avanzadas que han sido establecidas para desarrollar una revolución a gran escala dentro de una industria, ya que, gracias a todos esos avances de procesos, una empresa puede cambiar la forma de operar básica por una operación totalmente automatizada (Calvo 2017). Es por ese motivo que cada empresa se encuentra en distintos desafíos para dar inicio a una implementación fija de Cuarta Revolución industrial en busca de la transformación digitalizada.

Este tema a considerar genera grandes dudas dentro de cualquier organización, como por ejemplo; si los retos y desafíos con la llegada de la I 4.0 dentro de la organización la podrán superar, por esta razón, el objetivo principal de la propuesta planteada es conocer los retos y los desafíos que consigo trae la cuarta revolución industrial para las empresas, cuyos objetivo

principal de este tema importante es saber presentar la verdadera importancia y las características de la revolución industrial existente con el fin de dar a conocer su verdadero significado en las industrias.

#### **1.4.2.6.1 Análisis de la delineación histórica**

Según Basco, Beliz, Coatz, & Garnero (2018), definen el término de cuarta revolución industrial, como las capacidades humanas sean reemplazadas por las maquinarias inteligentes o también llamadas inteligencia artificial, así también la fuerza humana y animal con las que son basadas en nuevas energías, y dando en primer lugar a diferentes ciclos económicos.

#### **1.4.2.6.2 La Internet de las cosas impulsará la fabricación digital**

La fabricación inteligente o también llamada digital es el uso de un sistema informático integrado que consta de simulación, un análisis de mejora y una visualización tridimensional (3D), que constan de varias herramientas de colaboración, con el fin de crear definiciones de productos y procesos de fabricación simultáneamente.

En la etapa de digitalización el IoT se convierte en un elemento clave de la próxima etapa del mejoramiento de procesos lineales. Ralf Schulze, estratega de la industria para el desarrollo de negocios en CSC, afirma que la cuarta revolución industrial logra ser la fusión de tecnología totalmente avanzada para mejorar procesos existenciales. "Los dispositivos IoT son uno de los principales impulsores, pero la Industria 4.0 incluye puentes inteligentes entre CRM, SCM y sistemas ERP, medios de comunicación y otras fuentes de información. Los materiales inteligentes influirán en cómo se utilizan. La fabricación aditiva me permitirá imprimir mis piezas en lugar de producirlas en grandes máquinas. Todos estos son aspectos de la Industria 4.0".

Las nuevas líneas de producción se están moviendo de forma avanzada y eso es gracias a los avances tecnológicos que trae consigo la I 4.0, pues todo aquello se está moviendo de forma importante para adoptar el verdadero concepto de IoT dentro de las organizaciones. Tiene como finalidad la recopilación de datos y a su vez tener una respuesta en un menor tiempo posible, dando lugar a una optimización de tiempo que da lugar al avance tecnológico en el mundo de las industrias digitalizadas. Cuando se notan las etapas dentro del área de producción con respecto al ciclo de vida de un producto, se toma la siguiente pregunta de

forma importante: “¿Qué etapas deberían rediseñarse para aprovechar esto?” la respuesta es “Cada etapa” (Robinson, 2015).

Muy dependiente del desarrollo de recursos naturales no renovables, pero debido a su riqueza natural y enorme diversidad, tiene un enorme potencial de desarrollo. Actualmente, el mayor desafío de Ecuador es transformar su matriz productiva para reducir su dependencia de recursos internacionales, es decir; el país debe producir nuevas tecnologías para meterse en el mercado mundial y ser visto por el resto del mundo (Alianza para el emprendimiento e innovación, 2013).

El cambio tecnológico que actualmente se viene dando gracias a la I 4.0 están siendo considerados como el factor principal de los constantes cambios autónomos dentro de las industrias ya que innovando dentro de los procesos y adoptando nuevas tecnologías hará a una empresa rentable y autónoma. Aunque suene positivo existen empresas que en la actualidad se mantienen con los procesos tradicionales y se ven ligados a seguir sin innovar, y es lo que pasa actualmente en la empresa cartonera del sector.

Con un neto enfoque que se basa en el Internet de las cosas (IoT) en el proceso productivo, fabricación digital y la flexibilidad al momento de fabricar, trae consigo un nuevo cambio de era digital para las pequeñas y grandes empresas. Una buena implementación de I 4.0 en la industria hará que el avance tecnológico dentro de sus procesos sea el más eficaz posible, para un correcto uso y adaptación de la misma. (Gachozo Marcillo & Vera Mera, 2019).

## **CAPÍTULO 2**

### **2 METODOLOGÍA**

#### **2.1 Tipo de investigación**

Dentro de este capítulo describiremos cada uno de los componentes metodológicos de la investigación para obtener información y a su vez se analizarán e interpretarán los resultados de acuerdo a la problemática presentada anteriormente ( Bryan Salazar López, 2019).

La presente investigación cuenta con una metodología mixta, ya que se aplican métodos cuantitativos e interpretativos, por tanto, es un diseño exploratorio-descriptivo, no experimental ya que llega solo a una propuesta como solución al problema. Para ejecutar la

propuesta en primer lugar debemos realizar un diagnóstico, sobre el impacto que tiene la industria 4.0 en el Ecuador y a partir de estos criterios, identificar qué factores intervienen en la implementación de nueva tecnología dentro de las organizaciones, en nuestro caso nos enfocaremos en una industria dedicada a la fabricación de cartón, en el cantón Marcelino Maridueña, una vez analizado todo el contexto de la industria 4.0 se procederá a realizar los planes de diseño de planta y estructura para adaptar la maquinaria a esta nueva vanguardia (Luis Diego Mata Solís, 2019).

## **2.2 Métodos y técnicas**

Dentro de los métodos utilizados, se aplicaron métodos teóricos y empíricos, los cuales nos permitieron sistematizar los aspectos conceptuales y didáctico-metodológicos relacionados con las variables que intervienen en el sistema de adaptación de la industria 4.0, así como levantar información sobre la situación actual en la cual se ve inmersa la industria ecuatoriana en la fabricación de cartón en todas sus fases (Ena Ramos Chagoya, 2019).

### **2.2.1 Métodos teóricos**

#### **2.2.1.1 Método deductivo-inductivo**

Este método parte de un conocimiento universal en donde se obtienen conclusiones particulares, en la investigación científica este método cumple dos funciones encubre consecuencias desconocidas de eventos conocidos. Nuestra investigación inició con una pregunta ¿que está incidiendo...? El propósito de la misma es conocer cuáles son los procedimientos para adaptar la industria 4.0 a los sistemas existentes que poseen las diferentes organizaciones en nuestro caso la organización ubicada en el cantón Marcelino Maridueña (Optessa, 2019).

#### **2.2.1.2 El método inductivo**

Parte del análisis de un suceso en particular para llegar a una conclusión general, es decir tiene ideas concretas que se dividen en fracciones para facilitar su análisis y obtener resultados.

#### **2.2.1.3 Método empírico**

Es la metodología más usada en el campo investigativo ya que son de gran aporte al proceso de investigación se basa fundamentalmente en la experiencia, en este método se revelan las características del fenómeno que es objeto de estudio. La base del conocimiento empírico parte del razonamiento, es un método fáctico en donde se evalúan solo los hechos



que ocurren se pone a prueba las hipótesis basadas en el sentido común (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero , 2018).

Es progresivo está abierto a la posibilidad de considerar nuevos aportes con la finalidad de alcanzar mejores resultados, las muestras son fundamentales en este método debido al análisis que conlleva y si los datos tomados no son los correctos la investigación sería inservible. Por ello este método es parte de nuestra investigación porque no se limita y abre la posibilidad a adquirir nuevos conocimientos que sean relevantes para mejorar la situación planteada con anterioridad (Radrikan, 2005).

### **2.3 Instrumentos y técnicas**

Para levantar la información objetiva del contexto en base a los procesos de adaptabilidad de la industria 4.0 se aplicó la técnica de encuesta y entrevista. Para lo que se aplicó un cuestionario cerrado en base a la escala Likert, este cuestionario fue dirigido a personal que trabaja en organizaciones dedicadas a la elaboración de cartón.

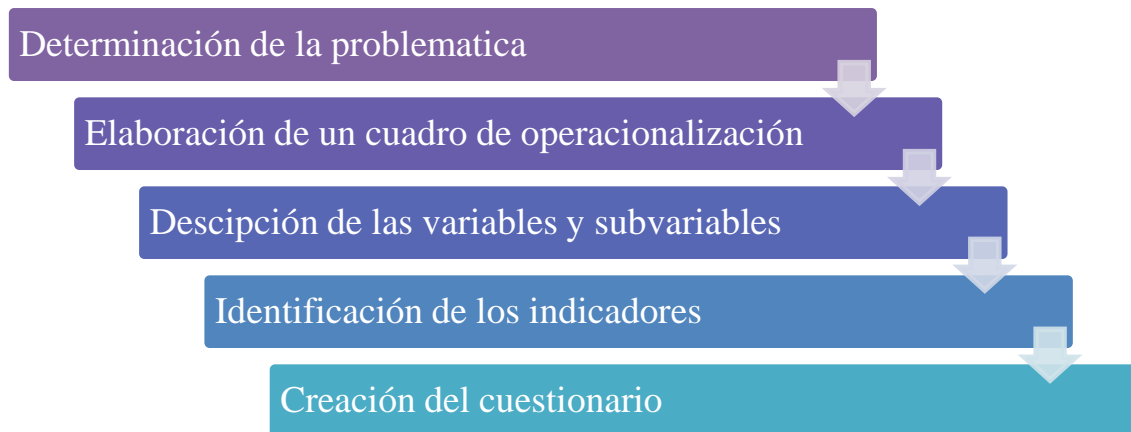
#### **2.3.1 Procedimientos seguidos en la elaboración y aplicación del cuestionario**

Previo a la elaboración del cuestionario se realizó un cuadro de operacionalización, mediante el cual se describen las variables y subvariables del tema a tratar, basando en esto se establecen indicadores y posterior se procede a la realización del cuestionario con el objetivo de abarcar todos los ítems (CEPAL ORG, 2021).

Después de la elaboración del cuestionario se procede a seleccionar la muestra de la población, además de determinar a los objetos a aplicar dicho cuestionario; en base al criterio del investigador se determinó que el muestreo es no probabilístico, por tanto, el investigador es responsable de determinar el número de encuestados. Se concluyó con la aplicación del cuestionario y la recolección de los datos para su posterior análisis.

Dado a lo antes mencionado podemos establecer el siguiente esquema:

**Figura 4.** Esquema de la elaboración y aplicación del cuestionario



**Fuente:** Elaborado por los autores

### 2.3.1.1 Indicadores seleccionados para ser evaluados.

En base a una matriz de operacionalización se seleccionaron los indicadores que influye en la problemática planteada en este trabajo de investigación, se decidió agrupar los indicadores en las siguientes dimensiones:

- Datos socio culturales;
- Índice de mejora;
- Adaptabilidad de nuevos procesos;
- Vanguardia.

**Tabla 2.** Indicadores del cuestionario

<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Resultados</b>
<b>A. Datos socio culturales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo</li> <li>• Edad</li> <li>• Nivel de educación</li> <li>• Rol</li> </ul>	Caracterización socio-cultural de la muestra
<b>B. Índice de mejora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo practico</li> <li>• Diseño de funciones</li> <li>• Mejora continua</li> </ul>	Descripción y análisis de los diversos procesos que se realicen

<b>C. Adaptabilidad de nuevos procesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones</li> <li>• Rediseño de procesos</li> <li>• Preparación del personal</li> <li>• Adaptabilidad a procesos</li> </ul>	Descripción y análisis de las variables en base a la adaptabilidad de la industria 4.0
<b>D. Vanguardia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del pensamiento crítico</li> <li>• Manejo de nuevas tecnologías</li> <li>• Independencia</li> </ul>	Manejo de nuevas herramientas tecnológicas.

**Fuente:** Elaborado por los autores

#### **2.4 Herramienta estadística para el procesamiento de información.**

La herramienta informática que se utilizó fue Microsoft Excel 2018, es una herramienta sencilla que ofrece las facilidades y garantías para realizar estudios estadísticos. Para que nuestra investigación tenga una validez es necesario procesar los datos para verificar y validar la incidencia en porcentajes de los fenómenos que analizamos en este caso el grado de adaptabilidad de los procesos a 4.0, para obtener los datos se empleó una encuesta a la muestra previamente seleccionada, las entrevistas por su parte fueron obtener datos más específicos importante ya que nos ayudó a conocer el grado de adaptabilidad que tendrán los trabajadores a esta nueva modalidad, posteriormente esto nos facilitará el análisis para crear las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación (Beltrán Esparza, 2018).

#### **2.5 Población**

En la recolección de datos se debe tener un total cuidado ya que esto garantizará que nuestra investigación sea objetiva y lo más completa, por consiguiente, lo primero que debemos resolver es qué cantidad de información queremos reunir. Por ello es importante tener en cuenta la población y muestra con la que vamos a trabajar.

Se selecciona como población a los trabajadores de los sectores aledaños al cantón Marcelino Maridueña, dedicados a la fabricación de cartón. (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Población identificada

<b>Población</b>	<b>Cantidad</b>
------------------	-----------------

<b>Operadores</b>	10
<b>Supervisores de calidad</b>	3
<b>Analistas de procesos</b>	2
<b>Mecánicos</b>	5
<b>Total</b>	20

**Fuente:** Elaborado por los autores

### **2.5.1 Características de la población**

El lugar donde se realiza el estudio, está ubicado en el cantón Marcelino Maridueña.

### **2.5.2 Muestreo**

El tipo de muestreo es no probabilístico, ya que no es necesario la utilización de ninguna herramienta matemática, el encargado de realizar la investigación escoge las muestras de acuerdo a su criterio y a la necesidad, siempre enfocándose en la problemática que es objeto de estudio.

Tomaremos en consideración este método de muestreo para nuestro estudio, debido a que no consideramos necesario la inclusión de los demás cursos que conforman la cadena de empresas de décadas a la fabricación de cartón (Cohen, Faccio, Galizia, Mora, & Pilati, 2017).

#### **2.5.2.1 Proceso de selección de muestras**

La muestra se seleccionó, tomando en cuenta la relevancia de los trabajadores y el entorno como un aspecto apreciable dentro del proceso de adaptabilidad, por ello es importante tener en cuenta solo el personal que se dedica a la fabricación de papel

Se tomó en cuenta a los trabajadores de una empresa dedicada a la fabricación de cartón del Cantón Marcelino Maridueña para conocer qué métodos serían los más factibles para ellos al momento de adaptar los nuevos procesos en base a la industria 4.0

#### **2.5.2.2 Tamaño de la muestra**

En el caso de los trabajadores consideramos necesario la inclusión de los supervisores de calidad, analistas de proceso y diseño para darle mayor realce a la investigación.

**Tabla 4.** Tamaño de la muestra

<b>Tamaño de la muestra</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Operadores</b>	10

<b>Supervisores de calidad</b>	3
<b>Analistas de procesos</b>	2
<b>Mecánicos</b>	5
<b>Total</b>	20

**Fuente:** Elaborado por los autores

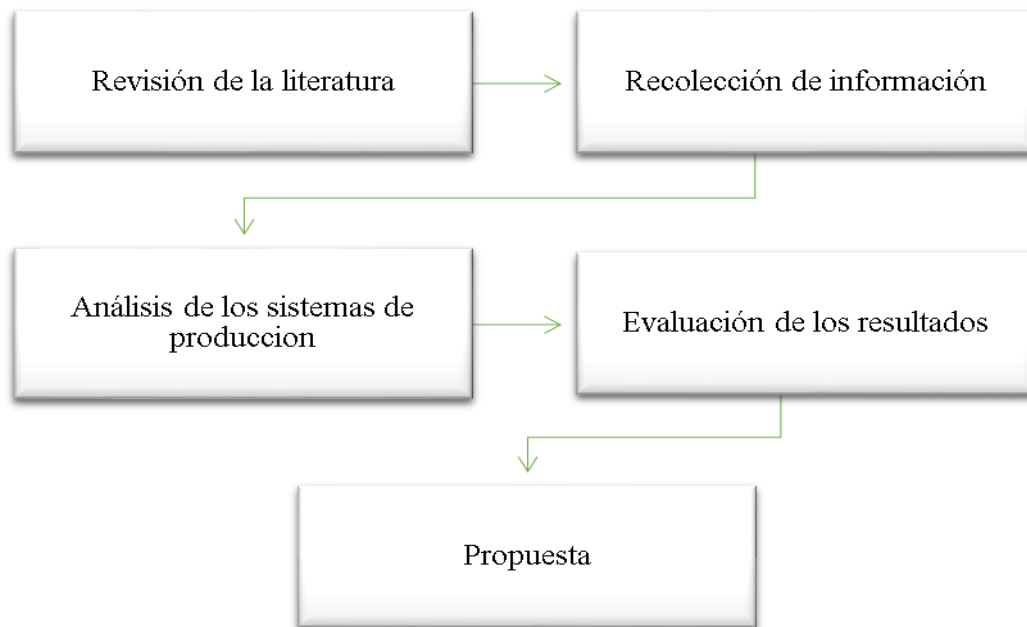
## 2.6 Diseño de planta y layout

Para el diseño de planta se tiene previsto realizar un plan de reubicación para que los procesos puedan ser controlados de mejor forma, antes de aquello establecer un análisis de causa – efecto para determinar las posibles causas que afectan el sistema de producción.

## 2.7 Análisis de maquinaria

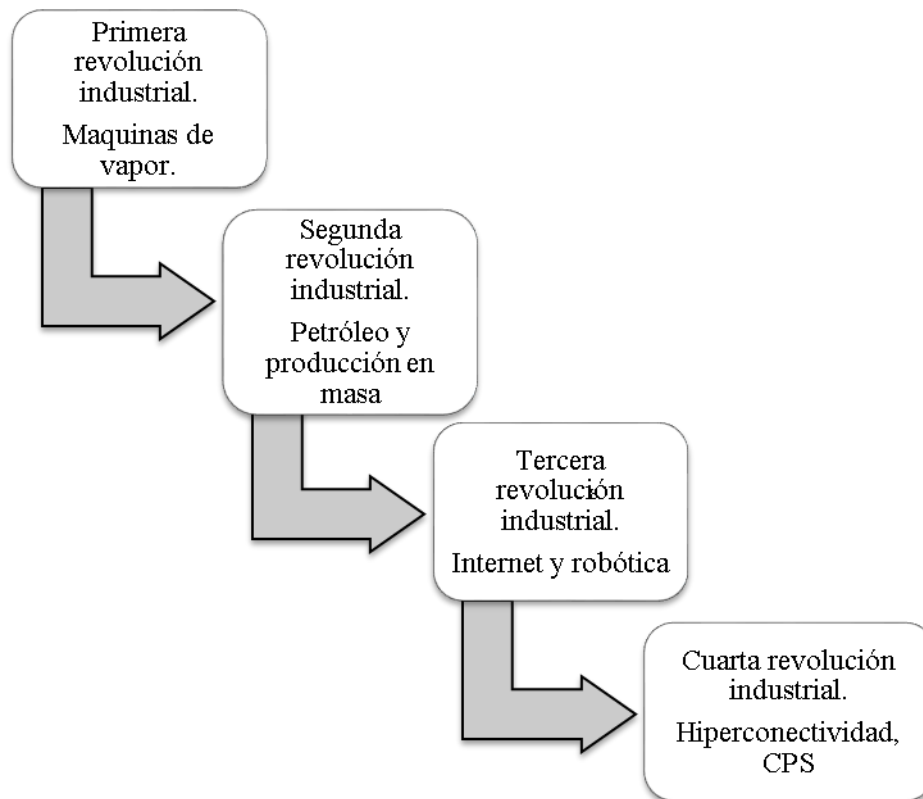
Es de mucha importancia analizar la maquinaria y su distribución de planta para lograr una correcta adaptación de la industria 4.0 dentro de este sector a continuación se muestra cual será el proceso para la toma de decisiones.

**Figura 5.** Proceso metodológico para realizar este trabajo de investigación



**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 6.** Desarrollo de las revoluciones industriales



**Obtenido de:** (Mora Sánchez & Guerrero Marín, 2020)

**Fuente:** Elaborado por los autores

## 2.8 La conectividad nos ha traído la revolución de la industria digital 4.0

A comienzo del año 2020 se afirmó que el grupo de usuario más grande internet se deba gracias a los productos conectados e inteligentes, se logra estimar que unos 24 mil millones de dispositivos sean alcanzados en la conectividad visual. El IoT tiene como función la transformación de procesos totalmente inteligentes dentro de las industrias, como también se administran los edificios y se operan los vehículos de forma automatizada, los servicios industriales también se ven en el cambio de proceder de una forma más rápida y con un alto grado de confiabilidad.

Tres tendencias clave están cambiando la forma de vida de las empresas industriales y sus empleados en la actualidad las cuales son:

- **Digitalizar:** Para el autor (Barros Losada, 2017) “Las tecnologías de punta o también llamadas digitales están permitiendo un cambio radical a los procesos de producción en todos los sectores industriales y eso se debe a la digitalización”.

- **Industrializar:** (Deloitte, 2015) “La cadena de valor del sector industrial debe ser evolucionada, y eso se debe al integrar las nuevas tendencias tecnológicas que su respectivo mejoramiento”.
- **Optimizar:** Según (La Digitalización y la Industria 4.0, 2017) “Las empresas y los fabricantes innovadores están conscientes que mejorar los procesos tradicionales por un proceso automatizado mejorara exponencialmente el proceso de producción, y de esa manera la industria presentara nuevas oportunidades de crecimiento empresarial”.

El incremento de la digitalización en la industria se debe a los cambios importantes que ha venido dando la cuarta revolución industrial, donde los objetos físicos son integrados totalmente en la red. Este concepto tiene en cuenta el incremento de la digitalización en la industria donde los objetos físicos sean integrados con la información de la red, permitiendo la descentralización de la fabricación y el futuro de sus procesos adaptativos en tiempo real (Rojas Jhonny, 2018).

La Industria 4.0 o también llamada “la cuarta revolución industrial mundial”, nace de las tecnologías inteligentes y de la introducción de conceptos, tales como él (IoT) y la adaptación de servicios de internet en el entorno de la producción existente. Este término que se ha dado de forma importante en las industrias, impulsa a la transformación de los procesos tradicionales a una producción totalmente autónoma y segura, a través de la implementación de tecnologías de punta que permiten la hidratación del mundo físico por el mundo digital. Toda esta conexión va a permitir que los dispositivos inteligentes se adapten de forma importante para que colaboren entre sí de forma lineal para crear la llamada industria inteligente (Epicor, 2021).

Todo este avance tecnológico provoco de forma oportuna los grandes avances tecnológicos basados en productividad inteligente donde también fue cambiando la vida de las personas a nivel mundial.

### **2.8.1 Las cuatro revoluciones industriales**

**Tabla 5.** La revolución industrial hasta la actualidad

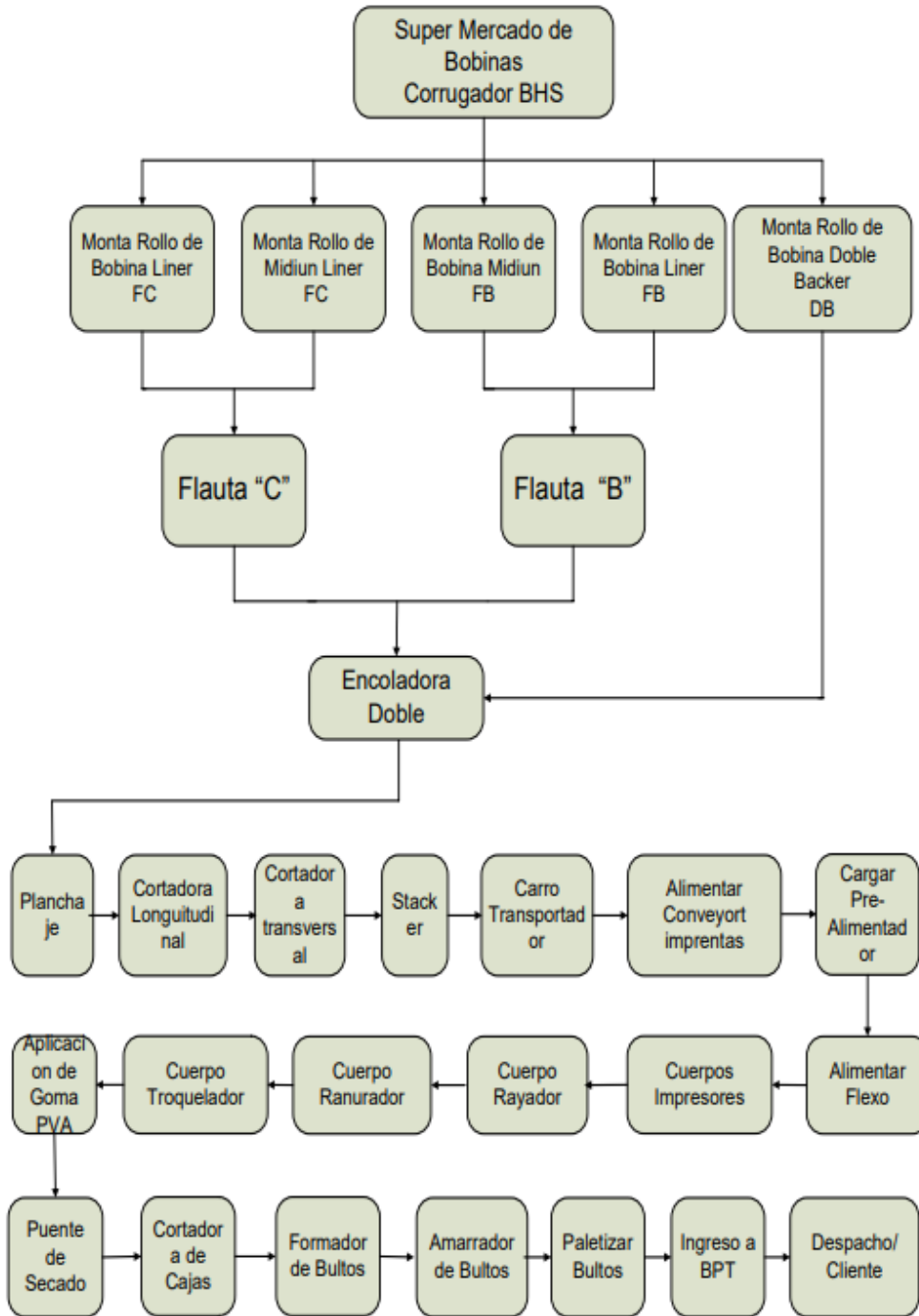
	<b>Período</b>	<b>Tecnologías y capacidades</b>
<b>Primera</b>	1784 – mediados siglos XIX	Fabricación mecánica mediante agua y energía de vapor
<b>Segunda</b>	Finales siglo XIX – 1970s	Producción en masa mediante electricidad basada en la división del trabajo (cadena de montaje)
<b>Tercera</b>	1970s – Actualmente	La electrónica y las tecnologías de la información conducen a nuevos niveles de automatización de tareas complejas
<b>Cuarta</b>	Actualmente	La tecnología de sensores, interconectividad y análisis de datos permiten la personalización en masa, la integración de cadenas de valor y una mayor eficiencia

**Fuente:** Elaborado por los autores



**2.9 Diagrama de flujo en el proceso para la fabricación de cajas de cartón corrugado actual**

**Figura 7.** Diagrama de flujo en el proceso para la fabricación de cajas de cartón corrugado



**Fuente:** Elaborado por los autores

## 2.10 Diagrama de análisis del proceso de fabricación de la lámina de cartón corrugado

**Tabla 6:** Diagrama de análisis del proceso de fabricación de la lámina de cartón corrugado

Universidad Estatal de Milagro													
CLAVE:				ELABORACION DE LAMINAS DE CARTON CORRUGADO						RESUMEN			
IDENTIFICACIÓN										ACTUAL	DISTANCIA RECORRIDA EN M	OBSERVACIONES	
Fecha:				28 de marzo del 2021.						No. Total de pasos	23		
Procedimiento trazado:				Control de materiales " Elaboracion de carton corrugado "						No. Total de operaciones	18	116.7	NINGUNA
Macroproces/Procesos:				Control						No. De desplazamientos	2	40	NINGUNA
Subprocesos/Activid/tareas:				Recibir la orden para distribucion de materiales para la elaboracion de carton corrugado						No. De demoras	0	0	NINGUNA
Principia la gráfica:				Recibir el material						No. De almacenamientos	0	0	NINGUNA
Final de la gráfica:				Recibe orden de despacho y retiro del material para la elaboracion del producto						No. De inspecciones	3	0	NINGUNA
Diseñado por:	Chirstian Vaca & Jeremías Soria									Tiempo total:	58.05	156.7	NINGUNA
Distribución Actual <input checked="" type="checkbox"/>				Distribución Propuesta <input type="checkbox"/>									
Pasos	Distancia	Tiempo en minutos	Distancia en metros	Operaciones	Desplazamientos	Almacenamientos	Demoras	Inspecciones	Descripción de cada paso (Indique que es lo que se hace, Quién lo hace)	Observaciones			
				○	➔	△	D	□					
1	20	2							Tomar la bobina de papel liner de la bodega				
2		0.25							Trasladar la bobina hasta la maquina SINGLE FACE				
3		0.5							Revisar el tipo de papel liner				
4		1							Clasificar la bobina				
5	0.5	2							Colocar la bobina en el portabobinas				
6	0.5	2							Enherbrar en el empalmador				
7	0.5	0.5							Pasar por el precalentador				

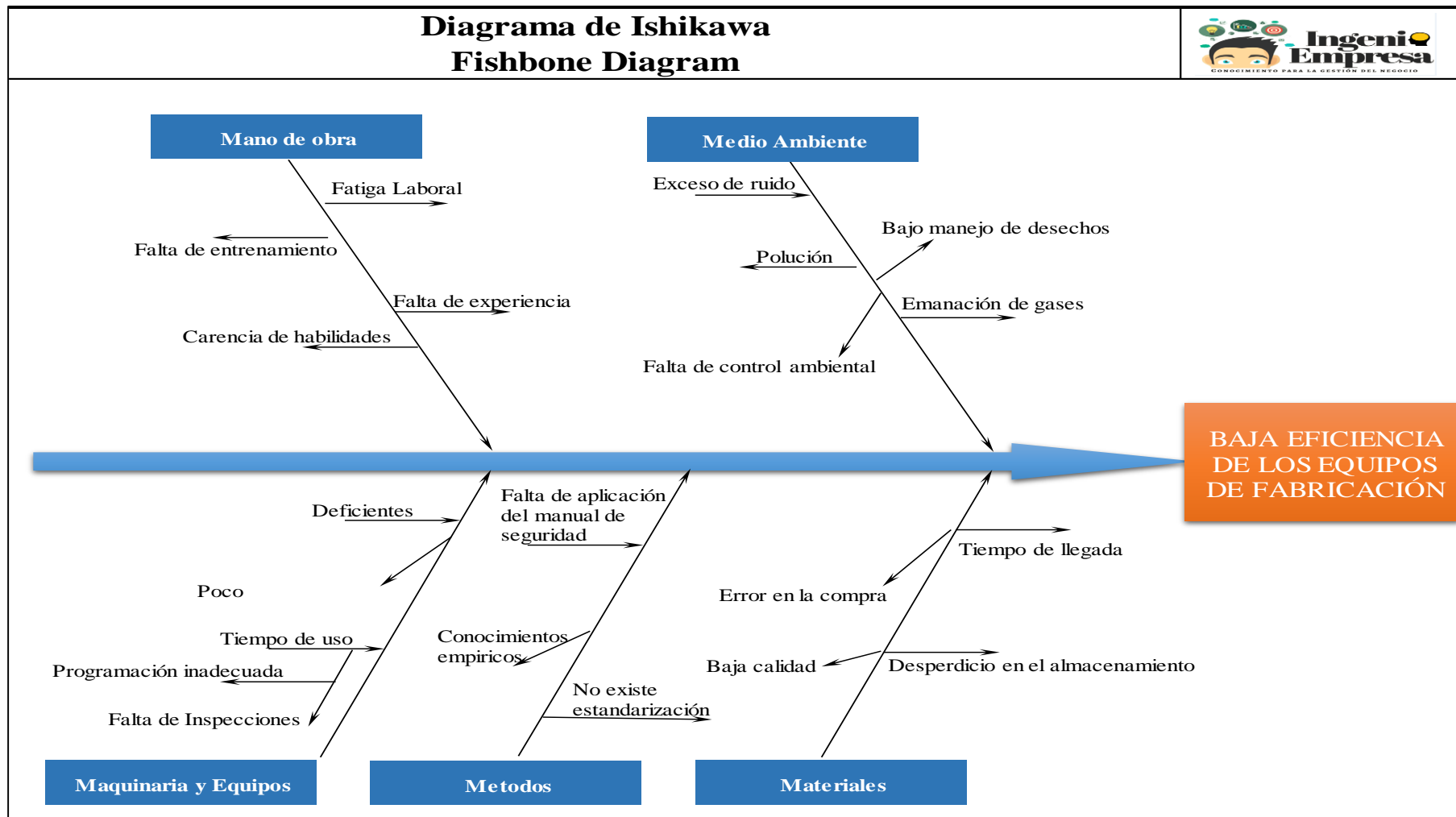
8	0.5	3						Enhebrar el papel liner en la SINGLE FACE	
9	0.2	1						Tomar la bobina de papel medium	
10	20	2						Llevar la bobina hasta la maquina SINGLE FACE	
11		0.25						Chequear el tipo de papel Medium	
12		0.5						Registrar el numero de reporte	
13		1						Clasificar la bobina	
14	0.3	2						Colocar la bobina en el portabobinas	
15	0.5	2						Enhebrar en el empalmador	
16	0.5	1						Pasar por el precalentador	
17	0.5	2						Enhebrar el papel medium en la SINGLE FACE	
18	80	32						Preparar el adhesivo y se bombea para la single FACER y DOUBLE BACKER	
19		0.15						Pegar el liner con el medium formando la cara simple	
20		0.5						Proceder a inspeccionar la alineación de los papeles y de la adhesión	
21	30	0.15						Acondicionar la cara simple en los precalentadores	
22	1	0.25						Pasar la cara simple por la engomadora	
23	1.5	1						Introducir la cara simple en el sistema de secado	

Fuente: Elaborado por los autores

Se procedió a realizar un DAP para comprender la información que se considera importante para el análisis del tiempo necesario como también distancia recorrida que se ejecuta en una actividad. En la elaboración del cartón corrugado se dan 23 pasos para el proceso de creación de láminas de cartón; pues el diagrama de análisis de procesos junto a la representación gráfica de todas las operaciones, transporte, almacenamiento, demora e inspecciones comprende la información requerida para un correcto análisis dentro de los procesos de la empresa corrugadora.

## 2.11 Diagrama de Ishikawa

Figura 8. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaborado por los autores

### 2.11.1 Análisis del diagrama de Ishikawa

Tabla 7. Análisis del diagrama de Ishikawa

RESUMEN DEL DIAGRAMA DE ISHIKAWA	
EFECTO	CAUSA
<b>MANO DE OBRA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fatiga laboral</li><li>• Falta de entrenamiento</li><li>• Falta de experiencia</li><li>• Carencia de habilidades</li></ul>
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exceso de ruido</li><li>• Bajo manejo de desechos</li><li>• Polución</li><li>• Emanación de gases</li><li>• Falta de control ambiental</li></ul>
<b>MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maquinaria deficiente</li><li>• Tiempo de uso de la máquina</li><li>• Programación inadecuada</li><li>• Falta de inspecciones</li><li>• Poco mantenimiento</li></ul>
<b>MÉTODOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de aplicación del manual de seguridad</li><li>• Conocimientos empíricos</li><li>• No existe estandarización</li></ul>
<b>MATERIALES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempo de llegada</li><li>• Error en la máquina</li><li>• Baja calidad</li><li>• Desperdicio en el mantenimiento</li></ul>

**Fuente:** Elaborado por los autores

Un diagrama de Ishikawa es un diagrama que muestra las causas de un evento y se utiliza a menudo en la fabricación y el desarrollo de productos para delinear los diferentes pasos en un proceso, demostrar dónde pueden surgir problemas de control de calidad y determinar qué recursos se requieren en momentos específicos. El DIS es una excelente manera de buscar y prevenir problemas de calidad antes de que surjan.

En el diagrama detallado en la figura 9 se muestra como problema principal la baja eficiencia de los equipos de fabricación la cual afecta en la adaptación de la I 4.0 en la industria, el problema principal tiene como causas: la mano de obra, medio ambiente, maquinarias y equipos, métodos y materiales. Todas las causas del problema principal tienen sus efectos que son detallados en el DIS.

## **CAPITULO 3**

### **3.1 Propuesta de solución**

#### **3.1.1 Distribución de planta**

El cartón corrugado con el cual se fabrican las cajas que elabora Grupasa, se compone de tres o cinco elementos, siendo este de cara sencilla o de doble pared respectivamente. Para el caso de pared simple se compone de dos liners (papeles externos) separados entre sí por un núcleo de papel corrugado en forma de ondulación, denominado corrugado medio o simplemente medio.

El Diagrama de Planta nos permite ver como se encuentran distribuidas físicamente maquinarias, equipos y áreas destinadas para el almacenamiento de materia prima y de producto terminado mostrando la secuencia del proceso macro de la fabricación de la caja de cartón, también encontramos el área de reciclaje del desperdicio y la zona de despacho.

### **3.2 Descripción del proceso.**

#### **3.2.1 Elaboración de la lámina de cartón corrugado**

Materiales dentro de la fabricación de cartón corrugado

##### **Tipos de materia Prima para la fabricación de cartón**

###### **Liner:**

- Láminas de papel Kraft o blanco

###### **Médium:**

- Papel Kraft
- Liner 25 % papel reciclado y 4°% pulpa virgen para papel
- Cargas normales para la aplicación a la hoja de cartón

###### **Adhesivo:**

- Soda, bórax, resina
- Almidón de mazorca

#### **3.2.2 Como elaborar la caja de cartón Corrugada**

- Goma PVA para la unión de los extremos.
- Materiales fotográficos
- Cuchillas para troqueles.
- Tintas flexográficas.



### 3.2.3 Matriz Causa Efecto

Tabla 8: Matriz Causa-Efecto

#### TP1

MATRIZ CAUSA EFECTO (TP1)		VARIABLES SALIDAS		
		VARIABILIDAD	TOTAL	
VARIABLES ENTRADAS X	<b>MANO DE OBRA</b>			
	Fatiga Laboral	9	90	
	Falta de entrenamiento	3	30	
	Carencia de habilidades	3	30	
	Falta de experiencia	9	90	
	<b>MATERIALES</b>			
	Tiempo de llegada	3	30	
	Error en la compra	1	10	
	Baja calidad	3	30	
	Desperdicio en el almacenamiento	1	10	
	<b>MÉTODO</b>			
	Falta de aplicación del manual de seguridad	9	90	
	Conocimientos empiricos	9	90	
	No existe estandarización	9	90	
	<b>MAQUINA</b>			
	Maquinaria deficiente	9	90	
	Tiempo de uso de la maquina	9	90	
	Programación inadecuada	9	90	
	Falta de Inspecciones	3	30	
	Poco Mantenimiento	1	10	
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>			
	Exceso de ruido	3	30	
	Bajo manejo de desechos	3	30	
	Polución	1	10	
	Emanación de gases	3	30	
	Falta de control ambiental	3	30	

<b>Bajo</b>	1
<b>Medio</b>	3
<b>Alto</b>	9

**Fuente:** Elaborado por los autores

La matriz de causa y efecto es una herramienta de six sigma que se utiliza para priorizar las variables clave de entrada del proceso en función de las prioridades de los productos del cliente. En otras palabras, establece la correlación entre las variables de entrada del proceso y las salidas del cliente durante el análisis de la causa raíz.

La matriz C&E va de la mano con el DIS y desarrolla una comprensión de las mayores fuentes de variación dentro del proceso y señala las pocas variables clave de entrada del proceso que deben abordarse para mejorar las variables clave de salida del proceso.

Como resultado de este análisis se pudo concretar cuáles son los factores que inciden de forma significativa la no adaptación de industria 4.0 dentro de sus procesos productivos de elaboración del corrugado

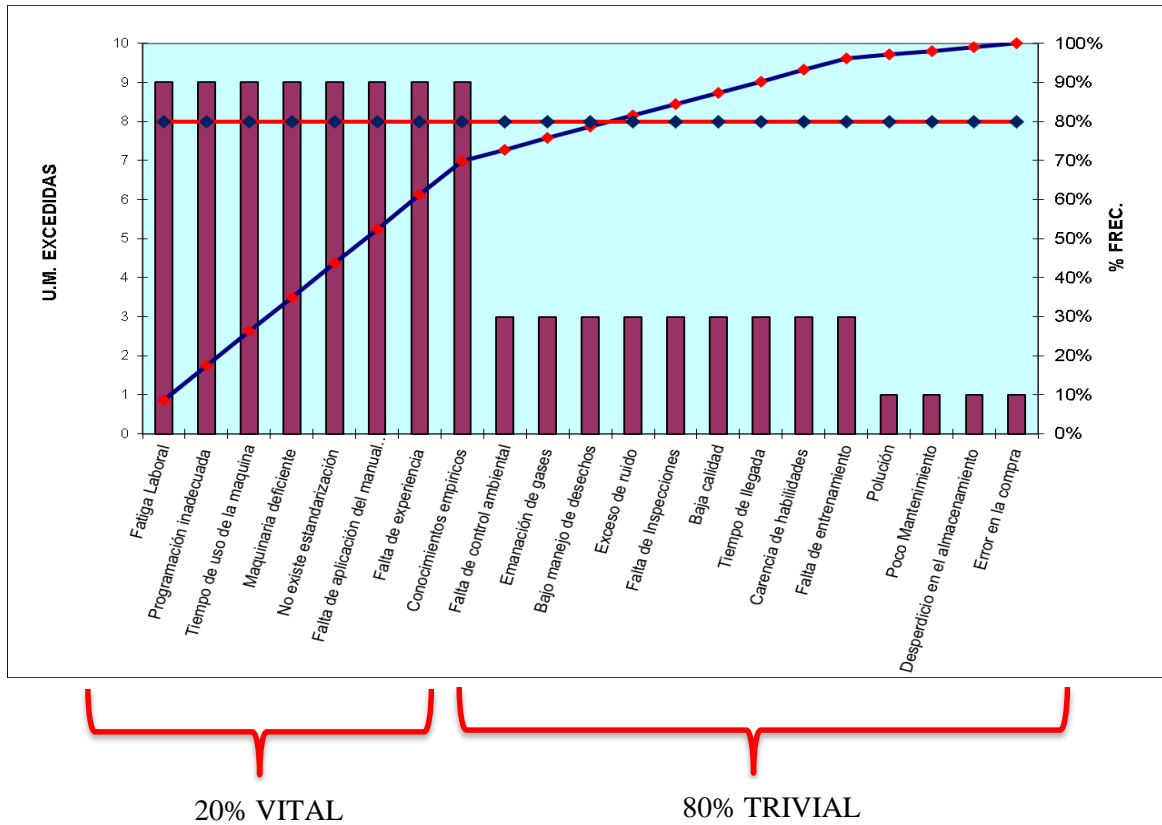
### 3.2.4 Diagrama de Pareto

**Tabla 9:** Factores que inciden luego del análisis de la matriz causa-efecto

Ítems	Valor	% frec.
Fatiga Laboral	9	9%
Programación inadecuada	9	17%
Tiempo de uso de la maquina	9	26%
Maquinaria deficiente	9	35%
No existe estandarización	9	44%
Falta de aplicación del manual de seguridad	9	52%
Falta de experiencia	9	61%
Conocimientos empíricos	9	70%
Falta de control ambiental	3	73%
Emanación de gases	3	76%
Bajo manejo de desechos	3	79%
Exceso de ruido	3	82%
Falta de Inspecciones	3	84%
Baja calidad	3	87%
Tiempo de llegada	3	90%
Carencia de habilidades	3	93%
Falta de entrenamiento	3	96%
Polución	1	97%
Poco Mantenimiento	1	98%
Desperdicio en el almacenamiento	1	99%
Error en la compra	1	100%

**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 9.** Diagrama de Pareto donde inciden los factores a considerar



**Fuente:** Elaborado por los autores

El diagrama de Pareto se utiliza para indicar la frecuencia de los defectos, así como su impacto acumulativo. La finalidad de los gráficos de Pareto es encontrar los defectos a priorizar con el fin de dar por observación los factores que son a considerar para que tengan la mayor mejora general al momento de ser planteados.

Las 21 variables que se encontraron en la matriz C&E se debe ordenar de mayor a menor según su grado de severidad para que se muestre la curva requerida. Se encontraron 7 variables que afectan en la adaptación de I 4.0 en la empresa cartonera, de esa forma se procede a analizar en el AMEF los 7 factores que más inciden para luego encontrar los que más son considerados como retardo en la adecuada adaptación del nuevo modelo de industria, tal cual se muestra en la figura siguiente.

### 3.2.5 Análisis Modal de Fallas y sus Efectos (AMEF)

Tabla 10: Diagrama AMEF

ANÁLISIS MODAL DE FALLAS Y SUS EFECTOS - PLAN DE ACCIÓN												
Lugar:	Marcelino Maridueña			Fecha:	28 Marzo de 2021							
Proceso:	Elaboración de carton			Participantes:	Jeremías Soria & Cristhian Vaca							
Nivel:	3			Líder de la sesión:	Area Administrativa							
Proceso / Paso	Modo de Fallo	Efecto		Causas		Controles			Acción	Recursos	Responsable	Plazos
Puede ser un paso del proceso, actividad general, área funcional, u otra agrupación	¿Cuál es la falla potencial o el resultado no deseado de esta área?	Si se produce el modo de fallo, ¿cuál será el efecto?	<b>S E V</b>	¿Qué es / son la causa / s del fallo?	<b>O C U</b>	¿Qué controles están en su lugar para evitar que la causa se produzca o se la pueda detectar ?	<b>D E T</b>	<b>N P R</b>	¿Qué acciones específicas se requieren para mejorar el número NPR?	Area especifica	¿Quién será el responsable de implementar el cambio?	¿Cuándo se finaliza la acción requerida o prevista?
BAJA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE FABRICACIÓN	Exceso de trabajo	Enfermedad laboral	9	Fatiga Laboral	4	Supervisión	5	180	Determinar turnos rotativos con días de descanso para incentivar al trabajador	recursos humanos	area administrativa	2 semana
	La producción disminuye	Perdida de tiempo	4	Programación inadecuada	3	Supervisión	8	96	Establecer cronogramas de programación con supervisión post-ejecución.	Area de mantenimiento	area administrativa	2 semana
	Bajo rendimiento de la maquina	Baja producción	9	Tiempo de uso de la maquina	9	Supervisión	8	648	Planificar los mantenimientos preventivo a las maquinarias.	Area de mantenimiento	area administrativa	4 semanas
	Falta de mantenimiento	Daño de maquinaria	9	Maquinaria deficiente	9	Supervisión	8	648	Establecer tiempos específicos para la calibración de equipos.	Area de mantenimiento	area administrativa	4 semanas
	Ejecución de actividades empirica	Fallos en los procesos	8	No existe estandarización	9	Supervisión	9	648	Desarrollar manuales de procedimiento para la ejecución de actividades.	Area de producción	area administrativa	6 semana
	Fallo en la maquinaria	Retardos en los procesos	7	Falta de aplicación del manual de seguridad	6	Prevención	5	210	Realizar capacitaciones para el uso correcto de la maquinaria	Area de producción	area administrativa	1 semana
	Falta de capacitación	Deficiencia en los procesos	6	Falta de experiencia	2	Prevención	8	96	Diseñar una nómina donde se establezcan los numeros de capacitaciones por año.	recursos humanos	area administrativa	6 semana
	Desconocimiento del manual de funciones	Retardo a la adaptación de nuevos procesos	9	Conocimientos empiricos	8	Supervisión	8	576	Diseñar una nómina donde se establezcan los numeros de capacitaciones por año.	recursos humanos	area administrativa	6 semana

Fuente: Elaborado por los autores

El análisis de modo y efecto de falla también conocido como diagrama AMEF permite identificar las fallas en procesos y sistemas dentro de los procesos, de esa manera permite evaluarlos y clasificarlos de manera objetiva sus efectos, las causas y los demás elementos de identificación, para de esa manera evitar los fallos y obtener un método de prevención de forma documentada.

La figura 12 tiene como ventaja importante la recopilación y clasificación de información requerida acerca de los procesos y sistemas que sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en los procesos productivos de elaboración del corrugado. Es un método y un medio de identificar problemas potenciales y sus posibles efectos en un sistema para de esa manera poder enfocarlos y agrupar recursos en planes de monitoreo e intervención

De esa manera se encontraron 4 factores puntuales que afectan directamente a la empresa en la correcta producción de elaboración del corrugado, tales son; Maquinaria deficiente, Tiempo de uso de la máquina, No estandarización y los conocimientos empíricos que son analizados en el siguiente diagrama.

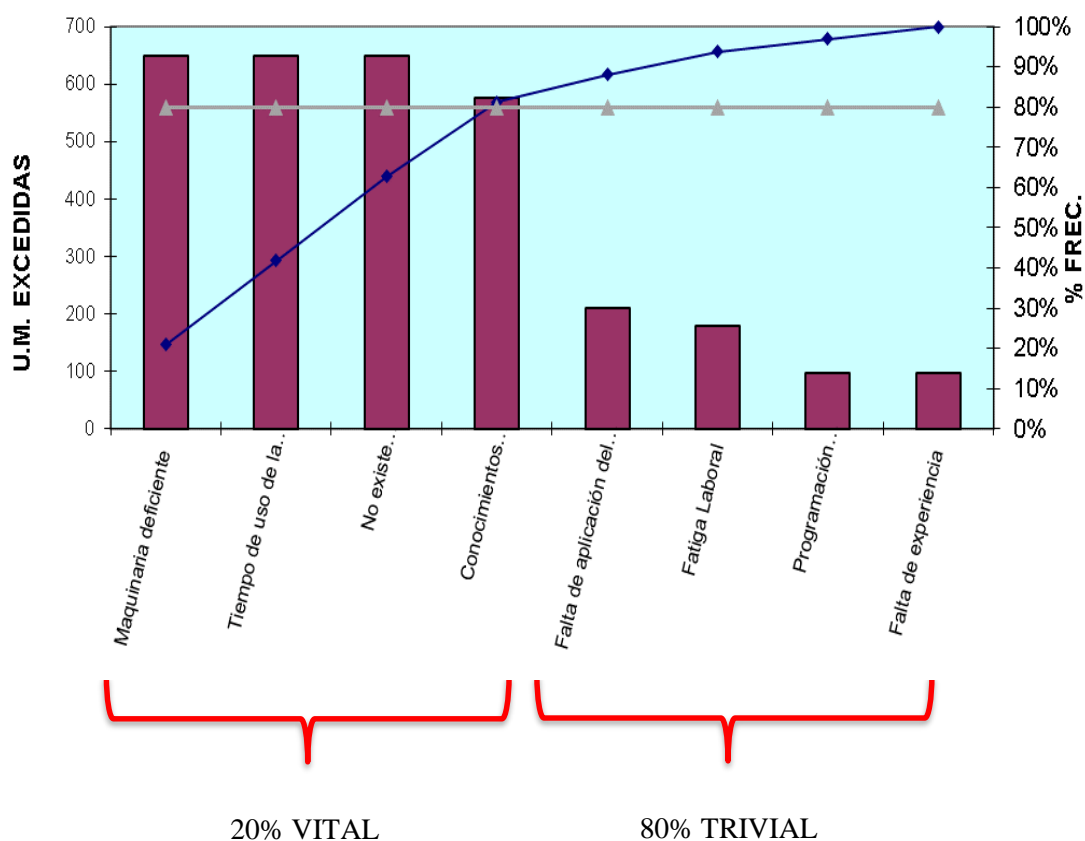
### 3.2.6 Pareto-Amef

**Tabla 11:** Factores que más inciden en la adaptación del modelo de industria 4.0

Ítems	Valor	% frec.
Maquinaria deficiente	648	21%
Tiempo de uso de la maquina	648	42%
No existe estandarización	648	63%
Conocimientos empíricos	576	81%
Falta de aplicación del manual de seguridad	210	88%
Fatiga Laboral	180	94%
Programación inadecuada	96	97%
Falta de experiencia	96	100%

**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 10. Análisis de Pareto-Amef**



**Fuente:** Elaborado por los autores

Con el Pareto-AMEF se pudo identificar que 4 de las 8 variables son las que más afectan en el proceso de elaboración de cartón tal como se muestra en la figura 13, por ende, las 4 variables a considerar; son las que permiten que los procesos tradicionales se mantengan en la industria cartonera y no ingrese la correcta adaptación del nuevo modelo de industria 4.0 en la empresa corrugadora.

Analizando los 4 factores que lograron incidir dentro de los procesos productivos se procede analizarlos en el diagrama 5 WHY para su respectiva mejora en el resultado de análisis, que ayuden y fomenten la correcta adaptación del sistema adaptativo que se pretende establecer en este estudio.

### 3.2.7 Propuesta de mejora considerando los factores que inciden en la adaptación utilizando el Método 5 WHY

Tabla 12: Método 5 WHY

MÉTODO 5 WHY							
PROYECTO: BAJA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE FABRICACIÓN							
PROCESO	PROBLEMA ANALIZAR	W1	W2	W3	W4	W5	RESULTADO DEL ANÁLISIS
<b>BAJA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE FABRICACIÓN</b>	<b>Maquinaria deficiente</b>	Porque no hay planificación de mantenimiento preventivo.	Porque no se asigna presupuesto para mantenimiento	Por desconocimiento de los mantenimientos preventivos	Porque no existe personal que mencione los daños que estas maquinarias podrian presentar	Porque son personas que trabajan empiricamente	En toda organización deben existir mantenimientos preventivos para detectar daños, tanto de personal e infraestructura.
	<b>Tiempo de uso de la maquina</b>	Porque no se ejecutan acciones de mantenimiento correctivo	Porque no hay planificación de acciones correctivas	Porque no existe personal capacitado para la ejecución de acciones correctivas	Porque la empresa no asigna presupuesto para el contrato de personal capacitado	Porque la empresa no quiere invertir en profesionales actos para la ejecución de actividades.	Dentro de toda organización se debe asignar presupuesto para la ejecución de mantenimientos correctivos, para corregir daños y no tener baja producción.
	<b>No existe estandarización</b>	Porque no existe una norma a la cual deban adaptarse a los procesos	Porque no existe una planificación y control de los procesos	Porque no existe una supervisión adecuada de parte del área de producción	Porque la empresa no asigna presupuesto en dicha área	Porque la empresa quiere seguir en los procesos tradicionales que siempre han venido manejando	La estandarización tiene como objetivo principal que los procesos sean lineales dentro del área de producción
	<b>Conocimientos empiricos</b>	Porque se han adaptado a los procesos a través de la experiencia	Porque su proceso de enseñanza desde el inicio ha sido así, sin manuales de procedimientos o ejecución de actividades	Porque no ha existido la supervisión de parte del área de producción	Porque no hay personal capacitado para dicha actividad	Porque el área de producción no recibe presupuesto por parte de la empresa, para capacitar al personal.	Para el correcto funcionamiento dentro de la organización se debe tener en cuenta que el personal sea actamente capacitado, para fomentar el correcto uso de las normas dentro de la organización

Fuente: Elaborado por los autores

5 why logra ser una herramienta de planificación que a través de 5 interrogantes permite describir un plan de acción de forma sistemática y estructurada en base al problema que se plantea. Su realización es de forma entendible ya que puede darse en ejecución de forma grupal o individual (Chávez Jiménez, 2020).

También llamado el método de los 5 porqué; es un método para llegar a un resultado o fin determinado. Es una herramienta poderosa para identificar y minimizar los problemas causados y determinar las causas que lo provocan de modo que puedan ser tratados considerablemente.

Con este método se determina mediante el resultado de la frecuencia del gráfico Pareto-Amef, los 4 factores que más inciden o influyen en el problema, para de esa manera poder analizar y proceder a una solución óptima y eficaz, para que el problema causado no vuelva a ocurrir en la nueva adaptación del modelo de industria 4.0.

### **3.3 Propuesta de un sistema lineal de subprocesos para una correcta adaptación del nuevo modelo de industria 4.0**

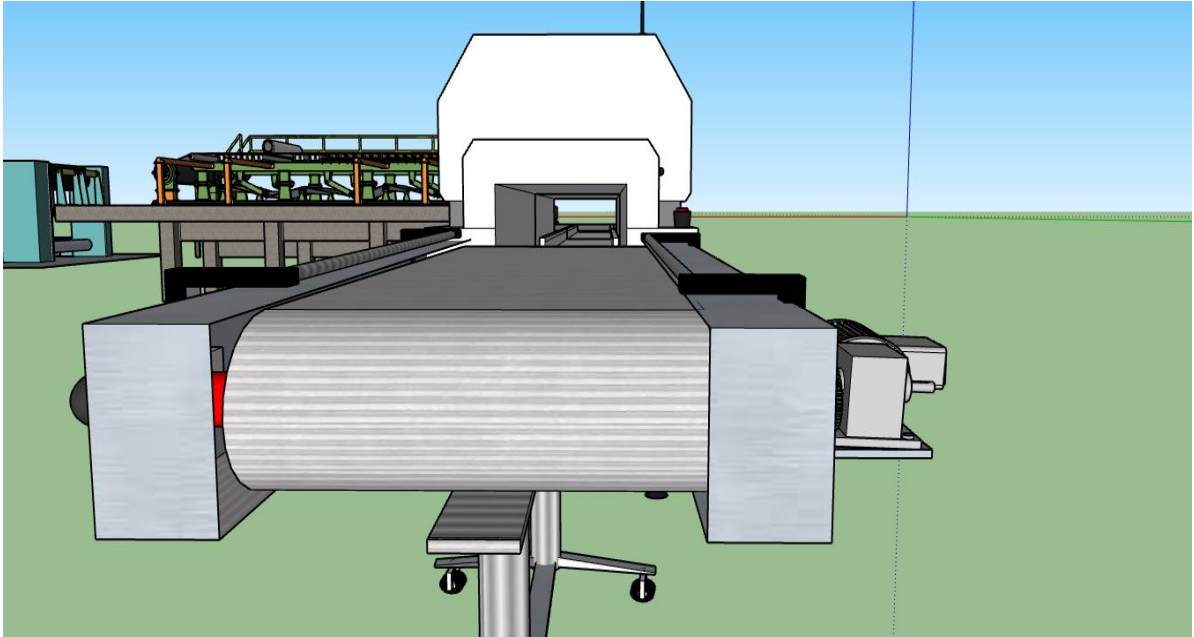
Modelo lineal de los subprocesos creados en el programa sketchup, que asemejan a una maquinaria automatizada en serie las cual consiste en:

- Corrugadora automatizada
- Encoladora automatizada
- Cortadora automatizada

Estos subprocesos creados en el programa sketchup tiene como finalidad realizar procesos autonomos, optimizando así el tiempo y proceso de producción. Disminuyendo la incidencia que actualmente existe según la entrevista realizadas a personal colaborativo del sector cartonero.

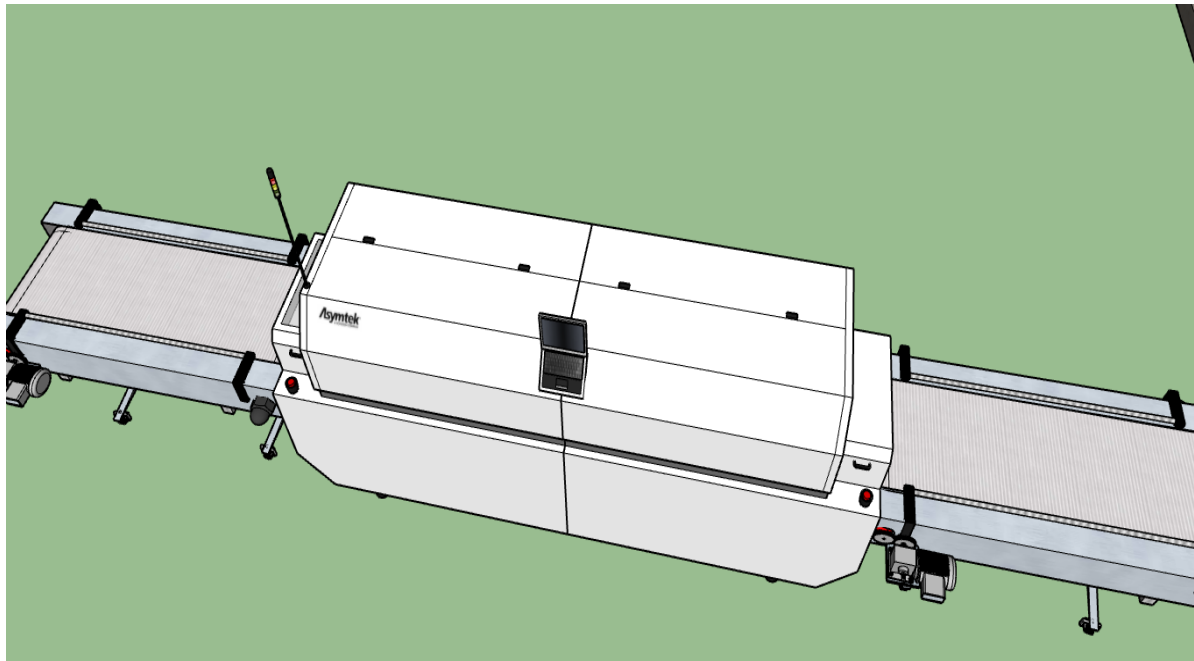


**Figura 11:** Vista de frente de la encoladora



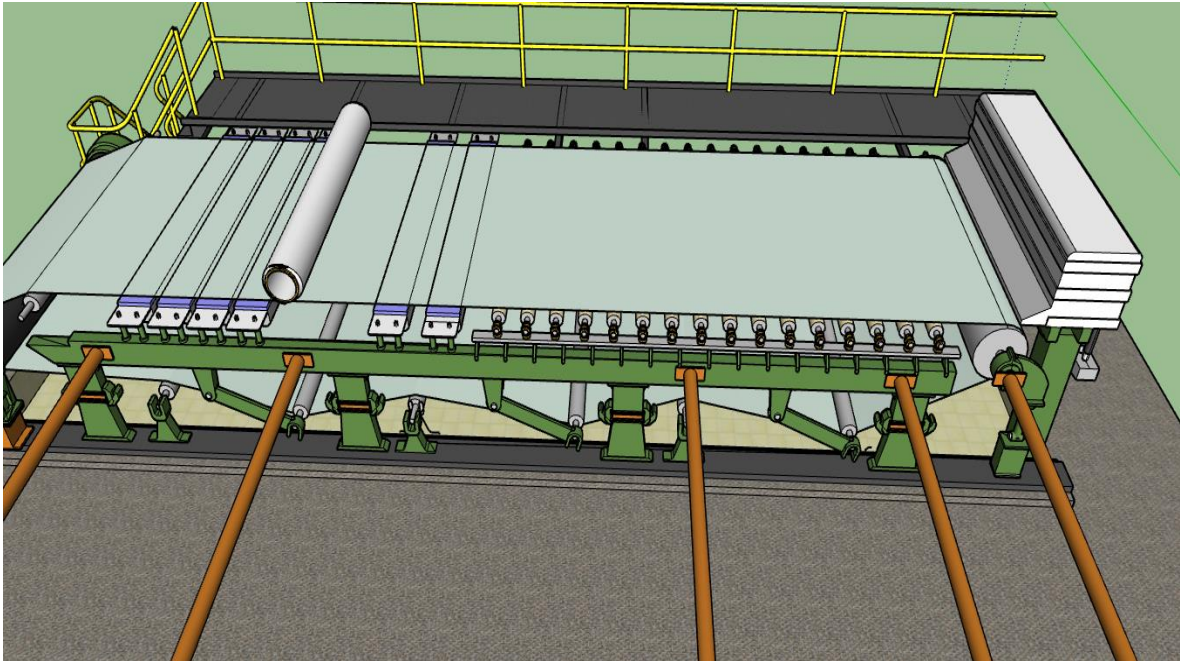
**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 12:** Vista lateral de la encoladora



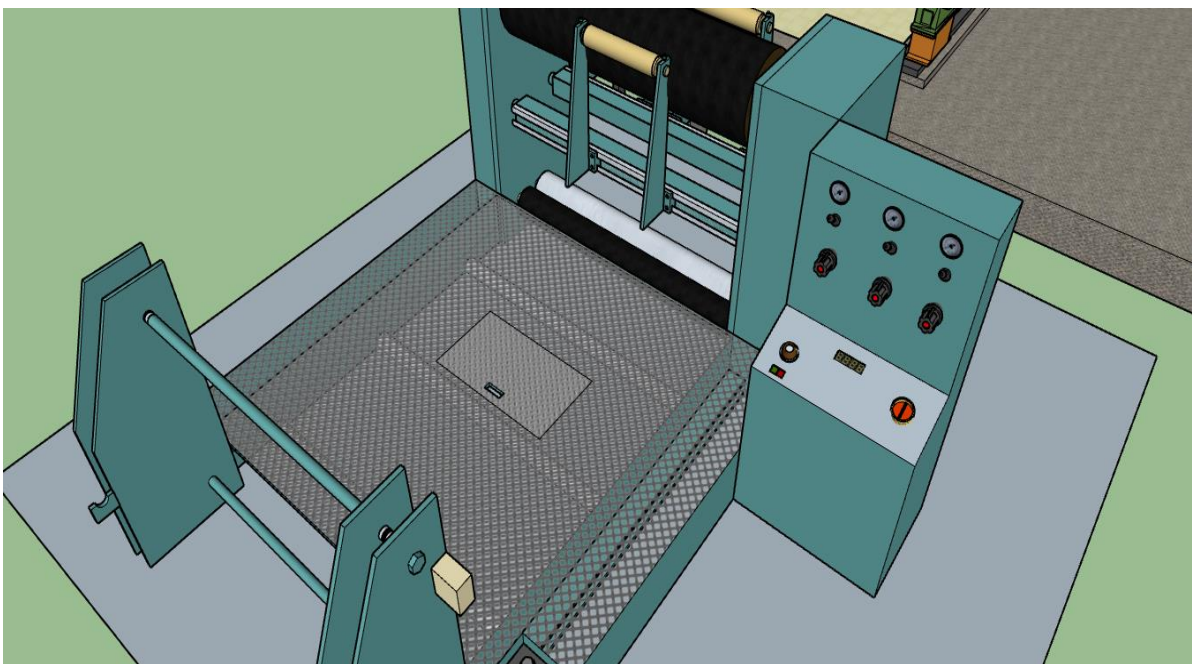
**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 14:** Vista lateral de la corrugadora



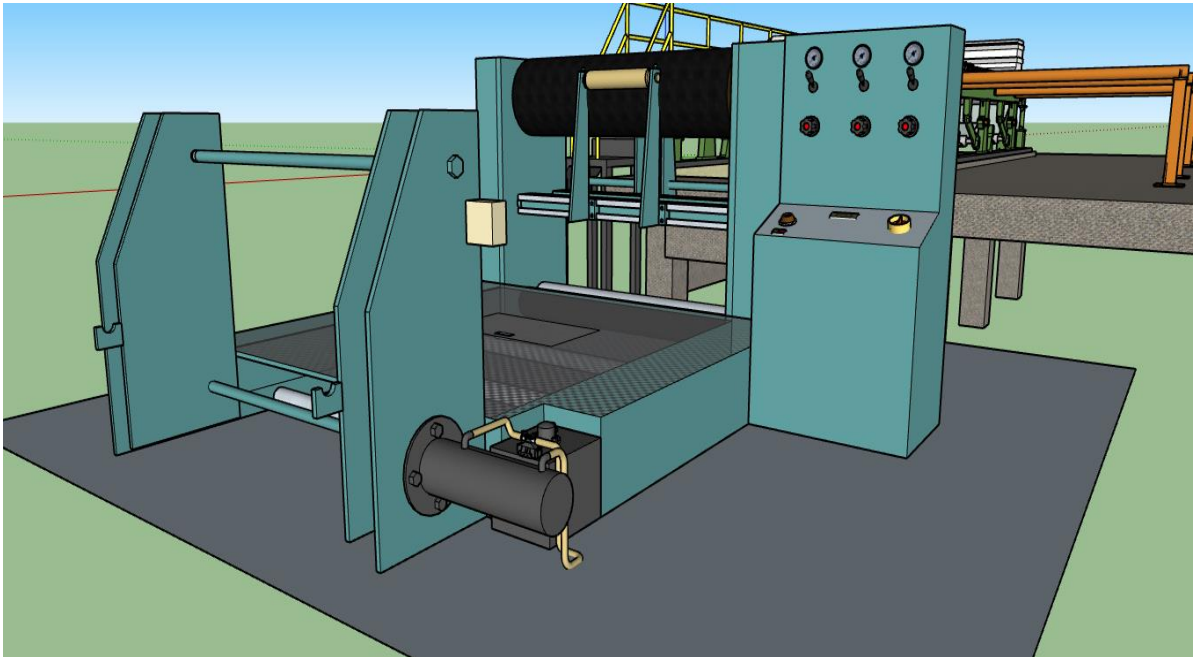
**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 13:** Vista de frente de la cortadora



**Fuente:** Elaborado por los autores

**Figura 15:** Vista lateral de la cortadora



**Fuente:** Elaborado por los autores

### **3.3.1 Máquina corrugadora de cartón de doble cara (double facer)**

#### **3.3.1.1 Cabezote corrugador**

Esta máquina se la puede obtener en varias medidas métricas depende del trabajo que se vaya a realizar, este cabezote cuenta con unos rodillos con coronas bajas y crean un acabado fino y de calidad transversal en el papel.

El cabezote cuenta con un sistema operativo donde se acciona los controles para obtener una operación precisa, regulable y repetible, nos brinda un sistema totalmente automatizado donde el operador se encarga de la temperatura con la cual el papel se va a adherir en el momento de fusionar el papel y ondular.

#### **3.3.1.2 Encoladora**

Estas plegadoras son adecuadas y creadas para procesar una variedad de materia prima como lo es el cartón compacto, plásticos, cortes metalizados y micro ondulados.

Primera fase donde el papel pasa por un proceso de control de intervalo de cola o pegamento y ajusta automáticamente la cantidad de pegamento que se envía a las puntas del acanalado ya que los tubos de transferencia tienen que cumplir con una cantidad exacta para que la cola o pegamento en exceso no cause irregularidades al momento del proceso final del cartón mostrando un acabado de alta calidad y consistencia,

### **3.3.1.3 Cortadora**

Este instrumento de alto rendimiento cuenta con un funcionamiento totalmente ahorrativo y sobre todo un consumo de energía muy bajo, ya que al tener una capacidad de corte de hasta 450m/min (1500 pies por min) ayuda a tener una mejor producción en masa más eficiente, cuenta con un sistema de refrigeración por líquido de circuito totalmente aislado haciendo que la maquina no se sobrecargue, manteniendo más tiempo de operación que no permite el ingreso de ningún tipo de contaminantes para una mayor confiabilidad, este articulo cuenta con un corte preciso evitando aplanamiento del corrugado a la hora de pasarle la cuchilla sin dañar el cartón.

### 3.3.2 Análisis de inversión de mejora

Tabla 13. Costos de la propuesta de adaptación

Descripción de implementación de mejora			
Detalle	Cantidad		Costo
Maquinaria automatizada	1	\$	79,500.00
Costo por instalación		\$	8,000.00
Costo por mantenimiento anual		\$	3,500.00
Capacitación	Personal	\$	2,500.00
<b>Total, inversión de mejora</b>		\$	<b>93,500.00</b>

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 14. Valores detallados según los análisis realizados en Excel

DATOS				
Inversión inicial	\$ 930,500.00			
Tasa de descuento	12%			
Incremento	4%			
Ingreso inicial	\$ 2,250,000.00			
Egreso inicial	\$ 1,750,645.00			
Periodo	Ingreso	Egreso	Flujos de Efectivo Neto	Valor Presente
0			\$ (930,500.00)	\$ 930,500.00
1	\$ 2,250,000.00	\$ 1,750,645.00	\$ 499,355.00	\$ 445,852.68
2	\$ 2,340,000.00	\$ 1,820,670.80	\$ 519,329.20	\$ 414,006.06
3	\$ 2,433,600.00	\$ 1,893,497.63	\$ 540,102.37	\$ 384,434.20
4	\$ 2,530,944.00	\$ 1,969,237.54	\$ 561,706.46	\$ 356,974.61
5	\$ 2,632,181.76	\$ 2,048,007.04	\$ 584,174.72	\$ 331,476.43
Valor presente de la suma de flujos actualizados				\$ 1,932,743.97
Valor Actual Neto (VAN)			\$ 1,002,243.97	\$ 1,002,243.97
Tasa Interna de Retorno (TIR)			49%	
Índice de Razon de Beneficio/Costo			2.08	2.08

Fuente: Elaborado por los autores

Fórmula del ROI

$$ROI_0 = \frac{VFA}{Inversión}$$

Fórmula del VAN

$$VAN = -D_o + \sum \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

Fórmula del TIR

$$TIR = \sum \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

**Análisis:** Los datos descritos en la tabla 13 son valores que se aproximan a los costos por adaptación para la industria cartonera del sector. El valor de la máquina lineal automatizada es de \$79,500 dólares americanos. Una máquina multifunción que se encarga de realizar el proceso de secado, corrugado y cortado de las láminas de cartón, obteniendo un beneficio viable, rentable y con una adaptación de I 4.0 dentro de sus funciones de elaboración del corrugado.

Los costos por instalación y costo por mantenimiento ascienden a \$ 11,500 dólares americanos que corresponden a tener una función adecuada por la maquinaria que se proyecta a adquirir, mientras que el costo por capacitación es de \$2.500 dólares, lo que da como resultado de inversión un valor de \$930.500 dólares. Al realizar los cálculos tanto del VAN, TIR y ROI se consideró una tasa de descuento del 12% y un valor de incremento del 4% lo que corresponde el valor porcentual de incremento anual de los ingresos y egresos de la industria.

Se consideró un periodo de 5 años para analizar si la propuesta es viable. Se calcula el valor presente de los flujos actualizados donde se genera un valor de \$1`932.743,97 dólares. Se procede a realizar el cálculo del VAN donde sale como resultado un valor de \$1`002.243,97 dólares, esto indica que la propuesta es viable ya que la empresa recuperaría el valor de inversión antes mencionado en cinco periodos. La TIR es del 49% mientras que la tasa de descuento es del 12%, en ese caso el proyecto sigue siendo viable ya que cuenta con un valor porcentual mayor que porcentaje de descuento.

El cálculo del retorno de la inversión se consideró los valores tanto de los flujos actualizados como de la inversión inicial para sacar el valor del ROI, se fracciona ambos valores para obtener un valor porcentual de 2.08% que indica cual es el porcentaje del ROI; dicho resultado obtenido en porcentaje indica cual es la rentabilidad sobre los recursos de una empresa cartonera del sector.

Los cálculos realizados son valores aproximados de una posible implementación de mejora en los procesos productivos de elaboración del cartón. Implementar nuevas

tecnologías dentro de sus subprocesos hará que comiencen o den inicio a una viable adaptación que tenga que ver con la I 4.0 en la empresa cartonera del sector.

### **3.3.3 Guía de implementación de la nueva tecnología basada en I 4.0 dentro de la empresa cartonera.**

#### **3.3.3.1 Maquinaria automatizada en sistema lineal (Secado, corrugado y cortado de láminas de cartón)**

##### **3.3.3.1.1 Descripción**

La máquina autónoma realizada en este estudio se encarga de realizar el secado, corrugado y cortado de las láminas de cartón de forma automática y lineal, para alcanzar los estándares de producción y cumplir con las expectativas de los clientes para de esa forma agregar valor.

Emplea el sistema de secado rápido por infrarrojos, el cual emplea una unidad de secado con óptimas condiciones de acceso rápido.

Existe un sistema de control de temperatura el cual evita el incendio que puede ser causado por las altas temperaturas.

Existe una alarma de humo que garantiza una producción óptima y segura.

En el proceso de corte incluye lo que es; el proceso de alimentación, el corte y el prensado, está equipada con un rodillo de descenso del cartón lo que permitirá que se ajuste y adapte a la demanda de corte y plegado de cartón corrugado.

La hoja de corte se ajusta de forma automática y es controlada totalmente por electricidad, el tiempo se puede establecer con respecto a las condiciones de producción ya que se puede operar de forma automática optimizando el tiempo.

##### **3.3.3.1.2 Funcionamiento**

La máquina automatizada se la puede operar de forma sencilla ya que cuenta con un sistema rápido de acceso para ajustar los medios requeridos por el operador, de esa manera los tiempos de fabricación disminuyen al momento de producir el corrugado. El operador se encarga de presionar el push para respectivamente visualizar que las actividades se encuentren realizando de forma adecuada para que no haya ningún problema al momento de procesar el cartón.

### 3.3.4 Modelo de hoja estándar para observación de tiempos

**Tabla 15:** Tabla de estandarización

TABLA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS																			
Proceso			Fecha de análisis				Máquina				Menor Tiempo que se repite				Referencia				
			Hora de Análisis				Observador												
Núm	Elemento de trabajo	Operario												VA	Tiempo Manual Serie (TMS)	Tiempo Manual Parelo (TMP)	Espera	Tiempo Maquina Automatica (TA)	Observaciones
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1														VA					
2														VA					
3														NVAN					
4														NVAN					
5														NVAI					
6														VA					
7														VA					
8														VA					
9														VA					
10														VA					

VA	Valor Agregado
NVAN	Valor no agregado necesario
NVAI	Valor no agregado innecesario

**Fuente:** Elaborado por los autores



### **3.3.4.1 Descripción de funcionamiento de la hoja estándar**

#### **3.3.4.1.1 Pasos para estandarizar el trabajo**

- Selección específica del proceso
- Dar información al operador
- Identificar el TMP o TMS
- Analizar los elementos de VA-NVA-NVAI
- Medir el tiempo
- Registrar el tiempo y calcular el TM
- Registrar TA
- Si existen esperas se registran
- Se documentan instrucciones

La hoja de trabajo estándar consiste en la reducción de la variabilidad que se asume que es por parte de los operarios al realizar un proceso dentro de la cartonera, se analiza los elementos que generan valor y los que no generan valor. Con la hoja estándar presentada en la tabla 8 la empresa podrá analizar la estandarización de los procesos manuales y automáticos en la nueva implementación de los subprocesos presentados en la propuesta.

Según Beltrán Esparza (2018) afirma; “que realizar hojas estándar dentro de los procesos productivos en una industria sirven para definir el mejor método y los movimientos más eficientes para realizar una operación, eliminando la variación y el desequilibrio de la misma”.

El TMS o también llamado tiempo manual de serie; es donde el operario emplea en completar todos los elementos del trabajo que son realizados en serie cuando la máquina automatizada se encuentra en funciones, mientras que el TMP es el tiempo manual paralelo que el operario se encarga de completar los elementos que se efectúan en paralelo (inspecciones que son realizadas durante el proceso) con el ciclo automático de la máquina.

El TMA es el tiempo de máquina automático que transcurre desde que el operador se encarga de pulsar el push hasta que la lámina de cartón pueda ser descargada satisfactoriamente, durante ese tiempo no es necesario que el operador se encuentre presente a la máquina.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a lo analizado se arriba a la conclusión que llegando a comparar las organizaciones nacionales e internacionales se encuentran que muchas industrias adoptan diferentes tipos de adaptabilidad, dependiendo de la naturaleza de los productos o servicios que se elaboran y la región donde se elaboran. Permitiendo el inicio, el desarrollo, la innovación y la excelencia a largo plazo, a través de un liderazgo orientado en la búsqueda de la excelencia la competitividad que ofrece la industria 4.0
- Se realizó un análisis de causas efectos como consecuencias de los diversos procesos que se generan dentro de la organización identificando cuales aportan al desarrollo de la empresa, posteriormente se analizó el diagrama de PARETTO, AMEF, 5 WHY para la solución de problemas.
- En el desarrollo de esta investigación se analizaron los procesos en todo momento teniendo en cuenta que para la adaptación se implementarían 3 subprocesos de forma lineal.
- La ola de cambios tecnológicos que vienen agarrados de la I 4.0 es sin duda alguna una preocupación para las empresas que no tienen conocimientos del caso, realizar una comparación del sistema actual de la cuarta revolución industrial y los procesos que actualmente tiene la industria corrugadora, permitirá entrar más a fondo en el estudio planteado, que busca meter a la empresa en el liderato de la I 4.0 en el país.
- Basándonos en la encuesta realizada en la investigación presente se constata que no todas las industrias cuentan con la aplicación de este modelo I 4.0 e ignoran los beneficios que este modelo brinda y omiten el cumplimiento de las nuevas tendencias de innovación y tecnología.
- La adaptación de este modelo de industrialización I 4.0 dentro de una empresa demanda ayuda a mejorar la productividad y a pesar que ya se está utilizando automatización, se llegó a la conclusión que ese factor negativo “Daño de máquina, conocimientos empíricos y la no estandarización” es uno de los limitantes por la que la mayoría de las empresas no se adaptan a esta metodología.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las empresas puedan renovar sus procesos para de esta manera tener un rendimiento productivo de tal manera que se incorpore esta metodología de la I4.0 para que formen parte del grupo en mayor crecimiento económico dentro del país.
- Investigar nuevos procesos de producción y buscar nuevas tendencias de empresas con alto nivel de producción e innovación logrando entrar al mercado multinacional e internacional como competidores altamente potenciales en la producción de cartón.
- Brindar productos de primera calidad, cumpliendo los más estrictos estándares, creando demanda de trabajadores capacitados para la era de la automatización digital.
- Crear plazas de empleo indirecta ya que; muchas plazas de trabajo a futuro se desaparecerán ya que hoy en día se está tomando en cuenta la participación de la robótica en el ámbito de producción en masa y como consecuencia se remplazará a los obreros tradicionales y se obtendrá como externalidad positiva directa una mejor optimización de recursos naturales, económicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bryan Salazar López. (9 de Julio de 2019). *La Investigación de Operaciones*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/que-es-la-investigacion-de-operaciones/>
- Larios Osorio, M., Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., & Aguilar Pereyra, F. (2017). *El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. Aguascalientes, México: ISSN: 1405-5597. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/94454631006.pdf>
- Alianza para el emprendimiento e innovación. (2013). *Estrategia para desarrollar un ecosistema de emprendimiento e innovación*. Ecuador. Obtenido de [https://unctad.org/system/files/official-document/epf\\_npd02\\_Ecuador\\_es.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/epf_npd02_Ecuador_es.pdf)
- Barros Losada, T. (2017). *La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones*. Sevilla. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91146/fichero/La+Industria+4.0+Aplicaciones+e+Implicaciones.pdf>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garneró , P. (2018). *Industria 4.0*. Buenos Aires. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>
- Beltrán Esparza, L. E. (2018). Elaboración de hojas de operación estándar para el mantenimiento del servicio mayor de una empresa automotriz del Sur de Sonora. *Revista de Ingeniería Industrial*, 4. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Industrial/vol2num6/Revista\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_Industrial\\_V2\\_N6\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N6_1.pdf)
- Briceño Obando, C. (2020). GRUPASA: LÍDER DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL CORRUGADO. <http://revistacorrugando.com/>. Obtenido de <http://revistacorrugando.com/News/detalle/59/grupasa%3A-lider-de-la-industria-40-en-el-corrugado>
- CEPAL ORG. (14 de Abril de 2021). *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe 2021: los desafíos de la política fiscal en la recuperación transformadora*

pos-COVID-19. Obtenido de <https://coyunturaueiie.org/2021/04/26/panorama-fiscal-del-ecuador-2020-el-neoliberalismo-muestra-sus-consecuencias/>

- Chávez Jiménez, M. (2020). *Propuesta de la metodología seis sigma en la reducción de desperdicio en el proceso de las láminas de aluminio troqueladas en la empresa refricor*. Guayaquil.
- Cohen, Y., Faccio, M., Galizia, F. G., Mora, C., & Pilati, F. (2017). Assembly system configuration through Industry 4.0 principles: the expected change in the actual paradigms. *IFAC-PapersOnLine*, 5700-5705. Obtenido de <https://cris.unibo.it/handle/11585/626349#.YDKwM-hKjIU>
- Dekalabs. (2020). *DEKALABS*. Obtenido de Consultoría de adaptación tecnológica: <https://dekalabs.com/evolucion-de-la-industria-tradicional-al-modelo-industria-4-0/>
- del Val Román, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Deusto. Obtenido de <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- Deloitte. (2015). *Industria 4.0*. 2. Deloitte.
- Elcic, M. (12 de Julio de 2019). *Medium.com*. Obtenido de <https://medium.com/@elmiljan/the-first-industrial-revolution-95ef75ae4315>
- Ena Ramos Chagoya. (20 de Mayo de 2019). *Métodos y técnicas de investigación*. Obtenido de La investigación científica y sus tipos: <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>
- Epicor. (2021). *epicor.com*. Obtenido de <https://www.epicor.com/en/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/>
- Gachozo Marcillo, R. J., & Vera Mera, A. X. (2019). *Análisis del impacto del modelo de industria 4.0 aplicada a la producción de la línea marrón en la industria ecuatoriana*. Guayaquil.
- Garrido, D., & Peña, M. (2018). Prioridades competitivas de operaciones. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 45.

- Gartner. (2019). *¿Aceleración digital? No pierda el impulso*. Obtenido de <https://www.gartner.com/en>
- Industria 4.0. (2018). *desoutertools.com/*. Obtenido de <https://www.desoutertools.com/industry-4-0/news/503/industrial-revolution-from-industry-1-0-to-industry-4-0>
- Jose, G., Arturo, R., & Lopez, J. (25 de Junio de 2018). *Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica*. Obtenido de Investigación en Educación Médica: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713727157>
- La Digitalización y la Industria 4.0. (2017). *Impacto industrial y laboral*. Madrid. Obtenido de <https://industria.ccoo.es/4290fc51a3697f785ba14fce86528e10000060.pdf>
- Luis Diego Mata Solís. (21 de Mayo de 2019). *El enfoque cuantitativo de investigación*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>
- McCabe, B. (2 de Noviembre de 2016). *IoT World Today*. Obtenido de <https://www.iotworldtoday.com/2016/11/02/breve-historia-cuarta-revolución-industrial/>
- Mora Sánchez, D., & Guerrero Marín, L. (2020). Industria 4.0: el reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. *Estudios de la gestión*, 191-214. Obtenido de <file:///C:/Users/Servidor/Downloads/2435-Texto%20del%20art%C3%ADculo-7408-1-10-20201130.pdf>
- Niller, E. (25 de Enero de 2019). *History.com*. Obtenido de <https://www.history.com/news/second-industrial-revolution-advances>
- Optessa. (5 de Febrero de 2019). *optessa.com*. Obtenido de <https://www.optessa.com/how-to-effectively-implement-industry-4-0-in-your-organization/>
- Radrigan, M. (2005). *Metodología de la Investigación*.

- Robinson, A. (15 de Julio de 2015). *cerasis.com*. Obtenido de <https://cerasis.com/industry-4-0/>
- Rojas Jhonny. (25 de Mayo de 2018). *Qué es la Investigación de Operaciones*. Obtenido de [https://www.gestiondeoperaciones.net/programacion\\_lineal/que-es-la-investigacion-de-operaciones/](https://www.gestiondeoperaciones.net/programacion_lineal/que-es-la-investigacion-de-operaciones/)
- Sistemas Avanzados de eficiencia productiva para la Industria 4.0. (1 de Julio de 2016). *Informe sobre el Estado del Arte de la Industria 4.0*. Obtenido de intranet.aidimme:  
[http://intranet.aidimme.es/acceso\\_externo/difusion\\_proyectos/adjuntos\\_resultados/E1.1\\_COLAB\\_SAIN4\\_IMDECA201635\\_AIDIMME\\_2016.pdf](http://intranet.aidimme.es/acceso_externo/difusion_proyectos/adjuntos_resultados/E1.1_COLAB_SAIN4_IMDECA201635_AIDIMME_2016.pdf)
- Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F., & Larios Osorio, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia tecnológica*, 54. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/html/index.html>

## ANEXOS

### Preguntas de entrevista

1. ¿Existen unidades y/o áreas de I+D+I?
2. ¿Conoce de la industria 4.0?
3. ¿Conoce cuáles son los beneficios de la industria 4.0?
4. ¿La empresa se ha capacitado en herramientas de Industria 4.0?
5. ¿Se ha utilizado la Realidad Aumentada para la producción?
6. ¿Se ha desarrollado manuales actualizados de procesos?
7. ¿Se ha utilizado el modelado y simulación digital?
8. ¿La empresa tiene la capacidad de mejorar o crear nuevos productos?
9. ¿Cuánto ha sido la inversión de automatización en los últimos 3 años?
10. ¿Adquieren maquinaria, equipo o software para la tecnificación de sus procesos?

