



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**METODOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO  
PRODUCTIVO DE LA EMPRESA LÁCTEA “FRILAC” MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0.**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

**Autores:**

Herrera Tapia Byron David

Zapata Panchi Diego Danilo

**Tutor Académico:**

Ing. Msc. Lilia Teonila Cervantes Rodríguez

Latacunga- Ecuador

Marzo 2022



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo, **Herrera Tapia Byron David y Zapata Panchi Diego Danilo** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación:

**ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “FRILAC” MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS 4.0**, siendo la **Ing. Msc. Lilia Teonila Cervantes Rodriguez** tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Herrera Tapia Byron David

C.I: 0550074207

Zapata Panchi Diego Danilo

C.I: 0550254643



Ingeniería  
Industrial

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS FRILAC MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS 4.0”**, de **Herrera Tapia Byron David y Zapata Panchi Diego Danilo**, de la carrera **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo del 2022

La Tutora

---

**Tutora de Titulación de Proyecto de Investigación.**

**Ing. Msc. Lilia Teonila Cervantes Rodríguez**

**CC: 1757274376**



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA** por cuanto, los postulantes: **HERRERA TAPIA BYRON DAVID** y **ZAPATA PANCHI DIEGO DANILO** con el título de Proyecto de titulación: **Elaboración de una metodología para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa de productos lácteos FRILAC mediante la aplicación de las herramientas 4.0**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, marzo 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Msc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

CC: 0503257404

Lector 2

Ing. Msc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

CC: 1717526253

Lector 3

Ing. Msc. Ángel Marcelo Tello Condor

CC: 0501518559



## AGRADECIMIENTO

La raíz de todo bien crece en la tierra de la gratitud (Dalai Lama)

Agradezco en primer lugar a Dios por ser mi fortaleza, a mis padres por darme la vida, a mi esposa por ser mi compañera y confidente, a mi hijo que es mi motor y el motivo para salir adelante.

También a las autoridades y docentes de la facultad de CIYA por brindarme sus conocimientos, en especial a la Msc. Liliana Cervantes quien ha sido nuestra guía y parte fundamental en este proceso para alcanzar con éxito el objetivo trazado.

Por último, pero no por eso menos importantes a mis familiares y amigos que han formado parte de mi carrera universitaria.

¡Muchas Gracias!

*DAVID*



## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito. A mis docentes y en especial a mi tutor por su ayuda, paciencia y dedicación. Agradecerle también a toda mi familia por darme ánimo durante este proceso y a mis amigos de toda la vida que me acompañan desde siempre.

*DIEGO*



## DEDICATORIA

Con un profundo sentimiento quiero dedicar este proyecto a mi querido hijo Liam David, quien ha sido el motor y la pieza principal para no desmayar en el camino, siendo el testigo de cada paso y logro en mi vida desde su llegada a este mundo, quien con su mirada tierna ha fortalecido en mí las ganas de luchar.

*DAVID*



## **DEDICATORIA**

A mis padres Mario y Nelly quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos Matías y Alejandro por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

***DIEGO***



## ÍNDICE GENERAL

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xix</b>
<b>AVAL DE ABSTRACT .....</b>	<b>xx</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>21</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. EL PROBLEMA.....</b>	<b>22</b>
2.1.1. Situación problemática .....	22
2.1.2. Formulación del problema.....	22
<b>2.2. Objeto y campo de acción .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Beneficiarios .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4. Justificación.....</b>	<b>23</b>
<b>2.5. Hipótesis .....</b>	<b>24</b>
2.5.1. Hipótesis Alternativa .....	24
2.5.2. Hipótesis Nula .....	24
<b>2.6. Objetivos.....</b>	<b>25</b>



2.6.1. General.....	25
2.6.2. Específicos.....	25
<b>2.7. Sistema de tareas .....</b>	<b>26</b>
2.7.1. Actividades del objetivo 1 .....	26
2.7.2. Actividades del objetivo 2 .....	26
2.7.3. Actividades del objetivo 3 .....	27
<b>3. Fundamentación teórica .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1. productos lácteos “FRILAC” .....</b>	<b>28</b>
3.1.1. Reseña histórica de la empresa.....	28
3.1.2. Filosofía actual de la empresa .....	28
3.1.3. Visión .....	29
3.1.4. Misión.....	29
3.1.5. Políticas .....	29
3.1.6. Estructura organizacional .....	30
<b>3.2. Marco teórico .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Marco conceptual .....</b>	<b>34</b>
3.3.1. Revoluciones industriales .....	34
3.3.2. Concepto Industria 4.0.....	35
3.3.3. Transformación digital .....	35
3.3.4. Digitalización .....	36
3.3.5. Pilares fundamentales de la industria 4.0 .....	36
3.3.6. Robots.....	37
3.3.6.1. Antecedentes históricos .....	37
3.3.6.2. Robot industrial .....	38
3.3.6.3. Clasificación de los robots industriales .....	38
3.3.7. Simulación.....	39



3.3.8. Sistemas de integración Titulo .....	40
3.3.9. Internet de las cosas.....	40
3.3.10. Ciberseguridad.....	40
3.3.11. Computación en la nube (CLOUD COMPUTING).....	40
3.3.12. Fabricación aditiva (3D).....	41
3.3.13. Realidad aumentada.....	41
3.3.14. Big Data Titulo.....	42
3.3.14.1. Smart Data .....	43
3.3.14.2. La calidad de datos .....	43
<b>4. Materiales y métodos .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>44</b>
4.1.1. Según la fuente de información .....	44
4.1.2. Según el nivel de medición y análisis de la información .....	45
4.1.3. Según la obtención de datos .....	45
<b>4.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>46</b>
4.2.1. Método Inductivo .....	46
4.2.2. Método analítico .....	46
4.2.3. Método experimental.....	47
<b>4.3. TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>47</b>
4.3.1. La entrevista .....	47
4.3.2. La observación.....	47
4.3.3. Cuestionarios .....	48
4.3.4. Bibliografías .....	48
<b>5. Análisis y discusión de los resultados .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1. Metodología propuesta.....</b>	<b>48</b>



<b>5.2. Plantear el reto de traNsformación digital en la industria láctea “FRILAC” enfocado en el uso de las herramientas 4.0.....</b>	<b>50</b>
5.2.1. Descripción y contexto de la empresa. ....	50
5.2.2. Planteamiento del reto y problema a resolver. ....	51
5.2.2.1. Reto de transformación digital para las PYMES.....	51
5.2.2.2. Reto de la empresa.....	53
5.2.2.3. Problema a resolver .....	54
5.2.3. Descripción del estado actual de la empresa .....	59
5.2.3.1. Descripción del proceso de elaboración de quesos .....	60
5.2.3.2. Diagrama de flujo del queso fresco .....	64
5.2.4. Alcance y limitaciones.....	67
5.2.4.1. Alcance .....	67
5.2.4.2. Limitaciones .....	67
5.2.5. Objetivos de la transformación digital.....	68
5.2.6. Resultado esperado. ....	68
<b>5.3. Determinar el nivel de madurez digital de la empresa de productos lácteos “FRILAC” .....</b>	<b>69</b>
5.3.1. Herramientas para determinar el nivel de madurez digital.....	69
5.3.1.1. Modelo del grado de preparación a la Industria 4.0. ....	69
5.3.1.2. Modelo de Business Intelligence (BI) Gartner .....	69
5.3.1.3. Modelo de madurez digital para industrias manufactureras.....	70
5.3.1.4. Modelo de medición de madurez Industria 4.0 .....	71
5.3.1.5. Modelo de diagnóstico para la determinación de la madurez digital de una empresa.....	71
5.3.1.6. Modelo de determinación de grado de madurez digital mediante la herramienta de autodiagnóstico digital avanzada (HADA).....	72



5.3.2. Identificación del nivel de madurez digital de la empresa de productos lácteos “FRILAC” .....	74
5.3.2.1. Determinación del grado de madurez digital mediante el modelo experimental PACHA.....	74
5.3.2.2. Determinación del grado de madurez digital mediante la herramienta de autodiagnóstico digital avanzada (HADA).....	79
5.3.3. Recomendaciones. ....	83
<b>5.4. Definir qué herramientas de la industria 4.0 pueden ser aplicadas por la industria láctea “FRILAC” en el proceso de elaboración de queso fresco.....</b>	<b>84</b>
5.4.1. Evaluación y selección de las herramientas de la industria 4.0 que pueden ser aplicadas según el grado de madurez digital de la empresa. ....	84
5.4.1.1. Matriz de priorización de Holmes .....	86
5.4.1.2. Matriz de ponderación de herramientas 4.0.....	88
5.4.2. Descripción y caracterización de las herramientas seleccionadas.....	90
5.4.2.1. Computación en la nube ( <i>Cloud computing</i> ) vinculado a los servicios de IoT. ....	90
5.4.2.2. El internet de las cosas IoT (Internet of things).....	96
5.4.3. Estudio de requerimientos necesarios para la aplicación de las herramientas 4.0 que permitan la mejora del proceso.....	99
5.4.3.1. Especificación de la Industria 4.0 UNE 0060 (Sistema de gestión para la digitalización). ....	99
5.4.3.2. Requerimientos de Cloud computing e IoT.....	104
<b>5.5. Solución propuesta .....</b>	<b>107</b>
5.5.1. Descripción general de la solución.....	107
5.5.2. Arquitectura AWS propuesta. ....	111
5.5.3. Alcance y limitaciones de la solución planteada. ....	112
5.5.4. Planificación .....	113
5.5.5. Plan de talento humano.....	113



5.5.5.1. Aptitud.....	114
5.5.5.2. Habilidades .....	114
5.5.5.3. Participación Ciudadana E Inclusión.....	115
5.5.5.4. Nuevas Exigencias.....	115
5.5.5.5. Capacitación Constante .....	115
5.5.5.6. Competencias Claves.....	115
5.5.5.7. Tecnologías como facilitador de procesos.....	116
5.5.6. Presupuesto.....	116
5.5.6.1. Costos de mano de obra especializada. ....	116
5.5.6.2. Costos de componentes. ....	117
5.5.6.3. Costos requeridos por la plataforma AWS.....	117
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>124</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>128</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Estructura organizacional de FRILAC .....	30
Figura 3.2 Pilares fundamentales de la industria 4.0 [17] .....	37
Figura 3.3 campos de la realidad aumentada en la industria .....	42
Figura 5.1. Estructura de la metodología propuesta .....	49
Figura 5.2 Elaboración de queso fresco.....	60
Figura 5.3 Ilustración del empaqueo de queso fresco.....	63
Figura 5.4 Diagrama de flujo queso fresco.....	64
Figura 5.5 Diagrama detallado del proceso de elaboración del queso .....	66
Figura 5.6 modelo de madurez Hada.....	73
Figura 5.7 modelo de madurez experimental Pacha.....	74
Figura 5.8 Madurez digital .....	75
Figura 5.9 Estadística de estrategia y organización.....	76
Figura 5.10. Estadística de fábrica inteligente.....	76
Figura 5.11. Estadística de operaciones inteligentes .....	77
Figura 5.12 Estadística de soluciones inteligentes .....	78
Figura 5.13 Estadística de experiencia de cliente.....	79
Figura 5.14 nivel de madurez .....	79
Figura 5.15 niveles de madurez Hada .....	81
Figura 5.16 Nivel de madurez de la empresa HADA.....	83
Figura 5.17 plataformas de cloud computing .....	91
Figura 5.18 Microsoft Azure IoT .....	94
Figura 5.19 Google Cloud IoT .....	95
Figura 5.20. Arquitecturas de los sistemas IoT .....	97
Figura 5.21 Tarjeta de desarrollo ESP32.....	105
Figura 5.22. PF20H Flex Flow .....	106
Figura 5.23. Propuesta de arquitectura del proceso.....	110
Figura 5.24. Arquitectura AWS.....	111



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Beneficiarios del proyecto .....	23
Tabla 2.2. Actividades del objetivo 1 .....	26
Tabla 2.3. Actividades del objetivo 2 .....	26
Tabla 2.4. Actividades del objetivo 3 .....	27
Tabla 3.1. Clasificación de los robots.....	39
Tabla 5.1 Metodología propuesta .....	49
Tabla 5.2. Determinación de procesos críticos.....	54
Tabla 5.3 Puntajes ponderados .....	56
Tabla 5.4 descripción del problema.....	56
Tabla 5.5. Recepción de materia prima (leche cruda) .....	57
Tabla 5.6. Pérdidas de producción. ....	57
Tabla 5.7. Cantidad producida a la semana y al mes considerando las pérdidas .....	58
Tabla 5.8 Datos de producción .....	58
Tabla 5.9 litros de leche cruda por día .....	60
Tabla 5.10 Significado de cada nivel HADA .....	81
Tabla 5.11 herramientas de la industria 4.0 (habilitadores digitales).....	85
Tabla 5.12 Matriz de Holmes .....	87
Tabla 5.13 Matrices de ponderación de las herramientas 4.0.....	88
Tabla 5.14 tabla de resumen .....	89
Tabla 5.15. Materia prima receptada .....	107
Tabla 5.16. Producción estimada de queso fresco.....	107
Tabla 5.17. Datos de la solución propuesta. ....	107
Tabla 5.18. Costos estimados .....	108
Tabla 5.19. Planificación de la metodología. ....	113
Tabla 5.20. Costos de mano de obra.....	116
Tabla 5.21 Costos de componentes AWS .....	117
Tabla 5.22 Costos de AWS IoT SiteWise .....	117
Tabla 5.23 Costo AWS IoT Greengrass .....	117
Tabla 5.24 Costo AWS IoT Core .....	117
Tabla 5.25 Costo de AWS IoT Analytics .....	118
Tabla 5.26 Costo de Amazon Quick-Sight.....	118



Tabla 5.27 Costo de Amazon IoT Events.....	118
Tabla 5.28 Costo de Amazon SNS .....	118
Tabla 5.29 Costo de Amazon Lambda .....	119
Tabla 5.30. Presupuesto de la metodología.....	119
Tabla 5.31. Retorno de la inversión al 10% .....	120
Tabla 5.32. Retorno de la inversión al 20% .....	121
Tabla 5.33. Retorno de la inversión al 30% .....	122



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**Tema:** Metodología para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa láctea “FRILAC” mediante la aplicación de las herramientas de la industria 4.0.

**Autores:** Herrera Tapia Byron David

Zapata Panchi Diego Danilo

### RESUMEN

La empresa de lácteos “FRILAC” ha desarrollado durante sus años de vida empresarial la producción del queso, leche pasteurizada y crema de leche de forma manual, con el afán de lograr una mejor calidad de su producto, en concordancia con el avance tecnológico y la modernización actual surge la necesidad del desarrollo de la tecnológica de la industria 4.0 en las líneas de producción. Por medio de la investigación y la obtención de datos internos y externos de la empresa se determinó las problemáticas que tiene el proceso, se analizó todos los puntos de las etapas con el fin de saber cuál es el grado de madurez digital en el que se encuentra, se logró por medio de un análisis de madurez de la empresa y se planteó las propuestas de las herramientas de la industria 4.0 que pueden ser aplicadas. Realizando un plan de capacitación para que los clientes internos tengan relación sobre el tema y por medio de un plan de acción se logró que un equipo se encuentre en armonía con el entorno de la planta y tener un fácil manejo para el operario, así también aplicando las mismas herramientas en las etapas de producción que se realizan sin la necesidad de un operario, permite una mejora sustancial en la producción y en la calidad del producto debido a la estandarización de la calidad del producto. La propuesta de implementación de la industria 4.0 en la empresa marca una innovación a nivel local de la forma de producción permitiendo ser pioneros en el mejoramiento de los procesos productivos en las empresas de producción del queso.



## COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

### ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

**Topic:** Methodology for the improvement of the production process of the dairy company "FRILAC" through the application of industry 4.0 tools.

**Authors:** Herrera Tapia Byron David

Zapata Panchi Diego Danilo

### ABSTRACT

The dairy company "Frilac" has developed during its years of business the production of cheese, pasteurized milk and milk cream manually, with the aim of achieving a better quality of its product, in accordance with technological progress and the current modernization arises the need for the development of industry 4.0 technology in production lines. Through research and obtaining internal and external data of the company, the problems that the process has were determined, all the points of the stages were analyzed in order to know what is the degree of digital maturity in which it is. , was achieved through an analysis of the maturity of the company and the proposals of the industry 4.0 tools that can be applied were raised. Carrying out a training plan so that the internal clients have a relationship on the subject and through an action plan, it was possible for a team to be in harmony with the plant environment and have an easy handling for the operator, as well as applying the same tools in the production stages that are carried out without the need for an operator, allows a substantial improvement in production and product quality due to the standardization of product quality. The proposal for the implementation of industry 4.0 in the company marks an innovation at the local level in the form of production, allowing us to be pioneers in improving production processes in companies that produce cheese

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

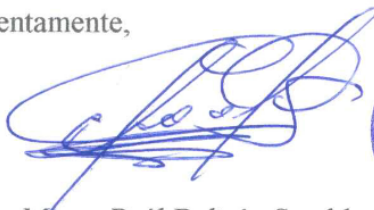
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de titulación cuyo título versa: **“ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS FRILAC MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS 4.0”.**., presentado por: **Herrera Tapia Byron David y Zapata Panchi Diego Danilo**, estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Industrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 16 marzo del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes



**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502666514**

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** Metodología para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa láctea “FRILAC” mediante la aplicación de las herramientas de la industria 4.0

**Tipo de Proyecto:** Proyecto de Investigación

**Fecha de inicio:** octubre 2021

**Fecha de finalización:** marzo 2022

**Lugar de ejecución:** Empresa de productos lácteos “FRILAC”.

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:** Si Aplica

**Nombre del proyecto vinculado:** Diversificación de la Industria Láctea para la Sostenibilidad Productiva de la Provincia de Cotopaxi.

**Equipo de Trabajo:**

- Byron David Tapia Herrera
- Diego Danilo Zapata Panchi

**Área de Conocimiento**

- CAMPO AMPLIO: 07 Ingeniería, Industria y Construcción.
- CAMPO ESPECÍFICO: 02 Industria y Producción.
- CAMPO DETALLADO: 05 Producción Industrial.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Procesos Industriales.

Las investigaciones que se desarrollen en esta línea estarán enfocadas a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socio económico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona [1].

**Sublíneas de investigación de la Carrera**

Obtenido de la página web de la Universidad Técnica de Cotopaxi [1]:

**Sublínea 1:** Producción para el desarrollo sostenible.

**Sublínea 2:** Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

**Sublínea 3:** Investigación de operaciones y de tecnología.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. EL PROBLEMA**

#### **2.1.1. Situación problemática**

Se empezó por conocer cuál ha sido la problemática que ha generado el atraso y rezago de la modernización del sector lácteo en la ciudad de Latacunga, específicamente nos centraremos en la empresa de productos lácteos “FRILAC”, también es necesario determinar la razón del porque no se ha incorporado y adaptado estas herramientas de la industria 4.0, las mismas que están generando un gran cambio en países desarrollados.

La empresa de productos lácteos “FRILAC” pertenece al grupo de las PYMES del cantón Latacunga, está presenta sistemas muy deficientes los cuales están basados en conocimientos austeros y alejados de la tecnología moderna, este es el principal problema de la mayoría de PYMES del cantón, pues corren el riesgo de quedar rezagadas y eventualmente desaparecer del mercado, esto como resultado de la poca o nula transferencia hacia la transformación digital.

Del mismo modo, según una entrevista realizada en la empresa se evidencio que el proceso productivo es un 40% automático ya que la mayoría del proceso se desarrolla de una manera manual esto se debe a la falta de equipos que puedan extraer datos al instante, se menciona también por parte del gerente de la empresa que la causa principal de no implementar más equipos es por el alto costo que conlleva implementar nuevas tecnologías. Entonces se determina que el factor económico es el principal problema que no solo tiene esta industria, sino también las demás PYMES del sector.

#### **2.1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se puede iniciar la transformación digital en el proceso de elaboración de quesos en la empresa de productos lácteos “FRILAC” a partir del uso de las herramientas 4.0?

## 2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

**OBJETO:** Proceso productivo de la industria láctea “FRILAC”

**CAMPO:** Herramientas de la industria 4.0

## 2.3. BENEFICIARIOS

**Tabla 2.1** Beneficiarios del proyecto

<i>Beneficiarios</i>	
<i>Directos</i>	<i>Indirectos</i>
23 personas	150 personas

En la planta de la fábrica de productos lácteos “FRILAC”, laboran 5 personas, en su parte administrativa cuentan con 3 personas, sus colaboradores externos son 15 y sus clientes son alrededor de 150 beneficiarios indirectos. Los beneficiarios directos están compuestos por el personal operativo, personal de ventas y administrativo, distribuidores mayoristas y ganaderos. Entre los indirectos están los minoristas y distribuidores (tiendas, supermercados y micromercados), prestadores de servicios para la producción como infraestructura de transporte y alimentación.

## 2.4. JUSTIFICACIÓN

Fortalecer los procesos de producción para hacerlos más competitivos y sostenibles, aprovechando al máximo los recursos es una de las premisas más importantes de la ingeniería industrial. Basándonos en esta idea, al apoyar a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del cantón Latacunga, en este caso concreto a la empresa de productos lácteos “FRILAC” pretendemos otorgarle una metodología para el mejoramiento de sus actividades, esto se traduce en un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

De acuerdo a lo anterior, es importante proponer una nueva iniciativa para dar solución a los problemas identificados por parte de la empresa de productos lácteos “FRILAC” mediante la incorporación de la industria 4.0 en la producción de leche y sus derivados, puesto que como se ha visto en los países desarrollados ha traído consigo, menos costos de producción, aumento en la productividad, mayor eficiencia y economías de escala, por lo cual se hace necesario poder analizar como en esta empresa se puede comenzar a trabajar para implementar la industrialización 4.0, considerando que si las industrias y los sectores productivos no se adaptan a las nuevas tendencias de tecnología, estas desaparecerán afectando la economía de un país.

Los países en vías de desarrollo han optado por incorporar la industria 4.0 en sus actividades productivas, dando como resultado una mejora en la productividad, menos costos de producción, mayor eficiencia en el proceso, por tal motivo es necesario determinar cómo se puede implementar esta nueva tendencia hacia la industria 4.0 en el cantón Latacunga, especialmente en las PYMES que son parte fundamental del eje productivo de la zona, hay que considerar que la tecnología avanza a grandes pasos, las empresas que no logren adaptarse a estas nuevas tendencias en la industria lastimosamente corren el riesgo de desaparecer, afectando así a la economía de una sociedad.

La posible aplicación de las herramientas 4.0 en la empresa “FRILAC” puede beneficiar tanto sus clientes como a la misma empresa, de modo que estas herramientas están enfocadas en potenciar las actividades dentro y fuera de la empresa, así como la optimización e integración de los procesos productivos, también una mayor productividad y mejor gestión de sus recursos donde se las aplique, por citar algunos de los beneficios, también se pronostica que la empresa alcance una madurez digital más avanzada y pueda ser más competitiva en el mercado actual que cada día es mucho más exigente.

## **2.5. HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis Alternativa**

- La elaboración de una metodología de transformación digital basada en las herramientas 4.0 ayudará a la empresa de productos lácteos FRILAC a encaminarse hacia un cambio de paradigmas y desafíos con el fin de fortalecer el proceso de elaboración de quesos y el posicionamiento de la empresa en el mercado.

### **2.5.2. Hipótesis Nula**

- La elaboración de una metodología de transformación digital basada en las herramientas 4.0 no ayudará a la empresa de productos lácteos FRILAC a encaminarse hacia un cambio de paradigmas y desafíos con el fin de fortalecer el proceso de elaboración de quesos y el posicionamiento de la empresa en el mercado.

**Variable independiente:** Propuesta de una metodología de transformación digital basadas en las herramientas 4.0.

**Variable dependiente:** Orientación de la empresa hacia un cambio de paradigmas y desafíos de la producción de quesos.

## **2.6. OBJETIVOS**

### **2.6.1. General**

Elaborar la propuesta de una metodología de transformación digital que contenga herramientas de la industria 4.0 para el mejoramiento del proceso de fabricación de queso fresco en la empresa de productos lácteos “FRILAC”.

### **2.6.2. Específicos**

- Plantear el reto de transformación digital en la industria láctea “FRILAC”.
- Determinar el nivel de madurez digital de la empresa de productos lácteos “FRILAC”.
- Definir que herramientas de la industria 4.0 pueden ser aplicadas por la industria láctea “FRILAC” en el proceso de elaboración de queso fresco.

## 2.7. SISTEMA DE TAREAS

### 2.7.1. Actividades del objetivo 1

Tabla 2.2. Actividades del objetivo 1

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES (tareas)</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS</b>
<b>Plantear el reto de transformación digital en la industria láctea "FRILAC".</b>	Descripción y contexto de la empresa	Actividades descritas y contextualizadas	Investigación, entrevista
	Planteamiento del reto y problema a resolver	Reto determinado	Observación, técnica descriptiva
	Descripción del estado actual del proceso	Estado actual del proceso descrito	Investigación de campo, entrevista.
	Planteamiento de alcance y limitaciones	Alcance y limitaciones planteadas	Investigación proyectiva
	Objetivos de la transformación digital	Objetivos de transformación definidos	Técnica analítica e investigación proyectiva.
	Resultado esperado	Análisis de los resultados esperados	Técnica analítica, investigación, fuentes bibliográficas

### 2.7.2. Actividades del objetivo 2

Tabla 2.3. Actividades del objetivo 2

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES (tareas)</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS</b>
<b>Determinar el nivel de madurez digital de la empresa de productos lácteos "FRILAC"</b>	Investigación de herramientas o métodos para determinar el nivel de madurez digital	Herramientas para determinar la madurez digital definidas	Revisión bibliográfica
	Identificación del nivel de madurez digital de la empresa	Nivel de madurez identificado	Modelo HADA y Modelo Pacha
	Recomendaciones y análisis de los resultados	Resultados analizados	Técnica analítica.

### 2.7.3. Actividades del objetivo 3

**Tabla 2.4.** Actividades del objetivo 3

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES (tareas)</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS</b>
<b>Definir que herramientas de la industria 4.0 pueden ser aplicadas por la industria láctea “FRILAC” en el proceso de elaboración de queso fresco.</b>	Evaluación y selección de las herramientas de la industria 4.0 que pueden ser aplicadas según el grado de madurez digital de la empresa.	Herramientas determinadas para la empresa	Análisis, matriz de Holmes y matriz de ponderación
	Descripción de las herramientas 4.0 seleccionadas	herramientas 4.0 descritas	análisis sistemático y revisión bibliográfica
	Estudio de los requerimientos necesarios para la aplicación de las herramientas 4.0 que permita la mejora del proceso.	Requerimientos estudiados	Observación y Análisis presupuestario

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

El marco teórico y conceptual que fundamenta esta investigación proporcionará al lector una idea más clara acerca del tema. Se encontrarán investigaciones con diferentes enfoques que servirán para enriquecer el conocimiento que será plasmado en el presente trabajo.

Las empresas hoy en día buscan algo que les ayude a mejorar el desempeño. La productividad e innovación. El conocimiento en sí merece ser tomado en cuenta porque indica a las empresas como hacer las cosas y como mejorar lo que se ha hecho hasta ahora.

#### **3.1. PRODUCTOS LÁCTEOS “FRILAC”**

##### **3.1.1. Reseña histórica de la empresa**

En el año de 1986, nace en San Francisco de Mulaló, barrio el Rosal la empresa de productos lácteos “FRILAC” con un organismo dedicado a la producción de quesos de forma artesanal, proceso que nos cuenta su fundador inició con 50 litros de leche, años más tarde con el avance tecnológico se introduce a gran escala la industria de pasteurización de este producto adquiriendo sus primeras máquinas para su funcionamiento con el objetivo de incrementar la materia prima.

En el 2009 se invirtió en la producción de maquinaria con tecnología avanzada desde Suiza para ofrecer leche pasteurizada iniciando con 5000 litros. La empresa se constituyó legalmente el 15 de septiembre de 1996, con un capital inicial de diez mil sucres (\$10.000), con el objetivo de elaborar la línea de productos lácteos en el taller de su propiedad.

##### **3.1.2. Filosofía actual de la empresa**

FRILAC, cuenta con una misión, visión, valores corporativos, administración y direccionamiento empresarial para brindar una imagen correcta a los demás. Esto le permite a la empresa alcanzar metas que están propuestas por los directivos que conforman la misma. Los colaboradores de FRILAC son encargados de llevar adelante cada una de las actividades administrativas mediante cada uno de los recursos disponibles actualmente y a futuro, buscando obtener resultado en ventas, productos y utilidades.

### **3.1.3. Visión**

Ser una empresa láctea líder e innovadora en los mercados nacionales, a partir de la elaboración de productos alimenticios con valor agregado, con un nivel de eficiencia generando una cultura de servicio y calidad.

### **3.1.4. Misión**

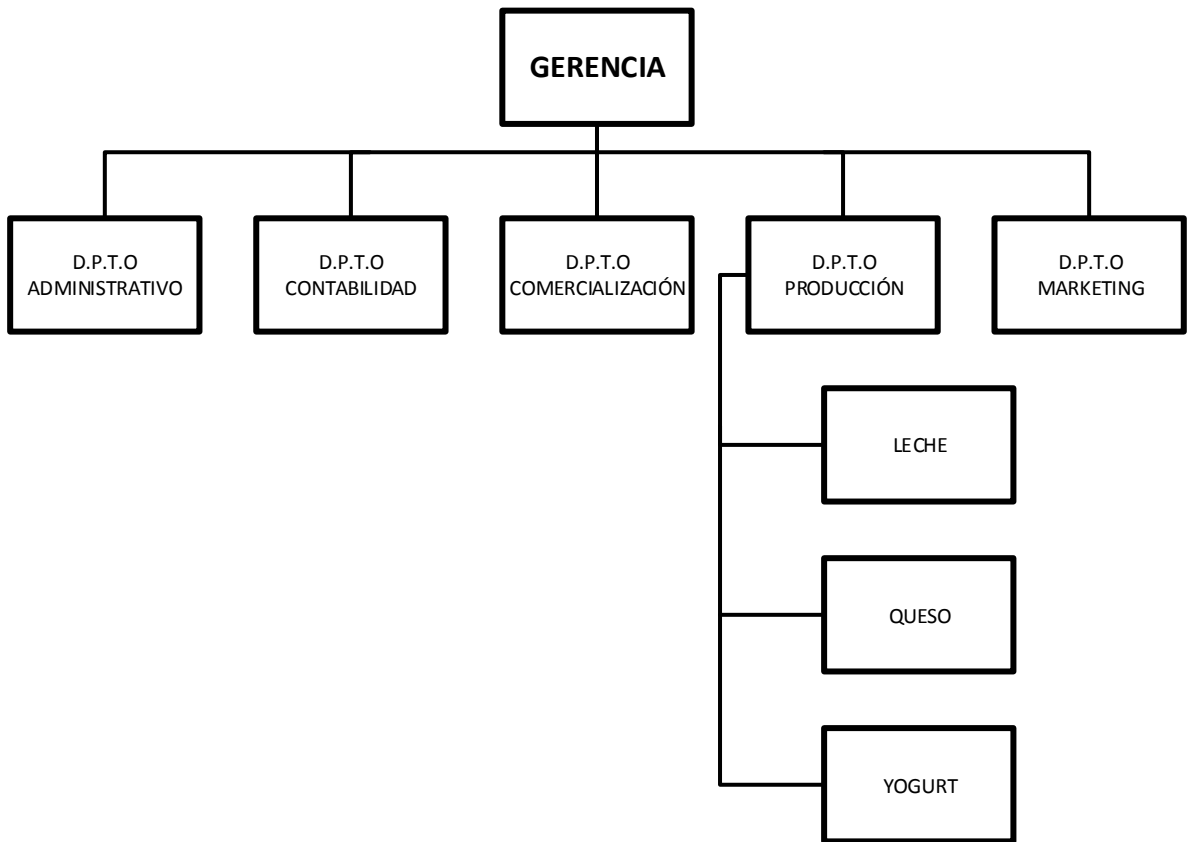
Ofrecer productos lácteos de excelente calidad, pensando en la nutrición y salud de las familias con gran responsabilidad en la calidad de los productos, servicio al cliente y precios de comercialización.

### **3.1.5. Políticas**

A continuación, se detalla las políticas establecidas por la empresa.

- Elaborar productos de óptima calidad.
- Cumplimiento en las normas sanitarias e higiene.
- Mejora de tecnología
- Puntualidad en la entrega de los productos.

### 3.1.6. Estructura organizacional



**Figura 3.1** Estructura organizacional de FRILAC

## 3.2. MARCO TEÓRICO

### *Potencialidades y desafíos de la incorporación del paradigma 4.0 en el sector lácteo*

En este paradigma se habla de la incorporación de tecnologías que se basan en el internet, la robótica aplicada mediante sistemas automáticos, procesamientos de cantidades grandes de datos denominado Big Data, cloud computing, inteligencia artificial con algoritmos, formas de utilización de la realidad virtual y aumentada a la producción y seguridad mediante Blockchain.

Según CEPAL 2019 [2] las aplicaciones específicas de tecnologías 4.0 en el sector pueden resumirse como:

Producción primaria: El tambo de precisión experimenta una serie de parámetros de acuerdo a la materia de salud animal que deben ser puntos de continuo seguimiento, para incrementar la productividad de las explotaciones. interés en materia de salud animal, que serán objeto de

seguimiento continuo. El tambo robot es un escalón adicional en el cual se combinan las tecnologías de automatización y precisión acorde a los procesos de rutina como son el ordeño, alimentación, arriendo animal, etc.

En INTA EEA fue el pionero en Argentina en instalar estas tecnologías, ya que en el 2015 pusieron en marcha un ordeño voluntario automatizado, como una prueba para ver la sustentabilidad de la industria 4.0.

Desde 2017, tecnologías de esta índole han sido adoptadas por más de 60 establecimientos en toda Argentina. Se basan en la colocación de un collar que recopila datos y se comunica con sensores en el tambo que permiten o no la apertura de puertas para el ingreso de las vacas a ser ordeñadas por un brazo robot, con la posibilidad de que se acerquen a la extracción de forma voluntaria en amplias franjas horarias. El software provisto por el fabricante recolecta numerosos parámetros acerca de la salud animal, pudiendo anticipar problemas en base a cambios en el comportamiento o indicadores clave [3].

A su vez, el sistema permite personalizar la alimentación para cada animal en función de los datos almacenados. La constante de estos desarrollos es menor intervención humana in situ (monitoreo remoto) y generación de gran cantidad de datos que permitan optimizar aspectos de la producción e incrementar el bienestar animal. Aunque existen varios fabricantes que ofrecen estas soluciones tecnológicas, es necesario destacar que se trata de inversiones de varias decenas o cientos de miles de dólares en infraestructura y equipos, lo que lleva a que el número de productores que pueden acceder es muy limitado [4].

En las fábricas, la industria 4.0 comprende los dominios digitales, físicos y biológicos como son:

- Automatización parcial o total de procesos productivos, en una combinación de hardware software y todo el equipo industrial que posibilita el control integrado de los procesos.
- Robotización de procesos de selección y colocación por ejemplo para la elaboración de queso en lo que se refiere a empaquetado y paletizado.
- Tecnologías basadas en el dominio digital para las tareas de gestión comercial incluyendo el almacenamiento y la logística.

De acuerdo a estudios realizados una mayor promoción o conocimiento de la industria 4.0 puede disminuir las brechas entre grandes, medianas y pequeñas empresas en lo que se refiere a la innovación.

### *Industrias 4.0 y automatización*

El estudio de la automatización se basa en una larga trayectoria de la sociología del trabajo, ya que el imperativo del capital es la revolución de las fuerzas de producción. En específico la relación entre la automatización y las habilidades o destrezas fue el centro del debate de los años 80 y 90 mediante la manufactura integrada de computadores y la iniciación de la robótica.

El debate sobre los servicios, la digitalización y el agro hace mención a las tecnologías desarrolladas, algunos de los cuales se encuentran representados en formas de automatización y otros no. En el campo de la automatización un tópico central es el desarrollo del llamado “cyber-physical systems” que implica la autorregulación de constelaciones de objetos (no solo máquinas sino también partes) que se comunican a través del internet de las cosas y utilizan nuevos sensores tecnológicos y técnicas de computar en tiempo real. El segundo desarrollo importante en el campo de la automatización es la emergencia de los nuevos, flexibles y ligeros robots que ‘abandonan sus jaulas’ y son capaces de enfrentarse con los humanos. Finalmente, otra importante tendencia es el uso de sistema de asistencia digital (no solo tablets, sino también relojes inteligentes de datos, smartwatches, etc.) en el proceso de trabajo. Algunos autores también hacen mención a la introducción de soluciones de inteligencia artificial en compañías que van por el camino de la automatización de áreas de trabajadores de cuello blanco [5].

### *Incorporación de la industria 4.0 en el eslabón primario de la cadena láctea Colombia*

El sector lácteo colombiano es uno de los más importantes en la economía del país, es por ello que en la investigación realizada es primordial estudiar los aspectos y variables que determinan la competitividad y productividad de los pequeños y medianos productores de leche en el departamento de Cundinamarca.

Mediante la investigación se estudia de manera detallada los equipos y herramientas de la tecnología 4.0 en ventaja para el sector lácteo como se lo lleva aplicando ya en diferentes potencias mundiales en lo que se refiere a la producción y comercialización de leche, con el objetivo de automatizar los procesos productivos y cumplir con los altos estándares de calidad.

El eslabón primario de la cadena láctea en el país debe plantearse de que es momento de transformarse y una de las maneras que puede lograr lo anterior es con la ayuda del Congreso de la República de Colombia, el cual impulsará la idea de transformar la producción de leche indicando al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y demás entidades que estén involucradas que deberá comenzar a incluir en sus políticas, estrategias, programas para el subsector lechero la manera de poder incorporar los avances en materia de innovación, desarrollo e investigación que está proporcionando la industria 4.0 con el fin de reinventar los procesos productivos de leche en el país. Esto mediante un proyecto de ley el cual tenga como propósito, el beneficio de implementar la industria 4.0 brindando herramientas a los productores facilitando la solución a los problemas encontrados por la falta de tecnificación [6].

Uno de los grandes beneficios de la implementación del industria 4.0 en la logística de producción de leche es la mayor optimización y reducción del círculo productivo mediante la implementación IOT donde cada actividad se controla mediante un dispositivo del productor, como lo aplican en el ordeño para realizar de manera autónoma la extracción de leche mediante collares inteligentes que se les pone a las vacas conectándolas con las máquinas y software robóticas que funcionan sin que el productor este presencialmente extrayendo de forma manual la leche como se lo ha realizado por muchos años, esto soluciona la agilidad de los procesos productivos que permitirá un mayor rendimiento y producción de la leche de manera eficaz.

Por último, la industria 4.0 ha estado en todas partes a nivel mundial, es el caso de los canales de comercialización en las empresas y en los diferentes sectores económicos lo cual en el del sector del agropecuario y agrícola ha tomado fuerza los canales de comercialización online llamados Marketplace cuyo diseño es una plataforma creada para poner en contacto a los productores quienes pueden publicar y vender su producción creando cada uno su perfil, de este modo esta plataforma contacta a los posibles clientes que deseen comprar dicho el producto autorizando así la compra y enviándola su pedido hasta el comprador. lo anterior permite eliminar así la intermediación que hay en el subsector lechero y brindaría al productor poder vender su producción directamente al cliente final, por otra parte, permitirá ser un canal de exportación para aquellos productores que quieran vender al extranjero, eliminando las barreras de preparación técnica y legislativa, idioma o dificultades de que encuentre un socio local o internacional.

Mirando hacia América Latina, el director la firma Alemana Kuka Robert mencionó que la automatización de procesos y el uso de robótica estándar como avanzada que sirven para

mejorar la productividad está entrando a América Latina, sin embargo hay un camino largo por recorrer, que la industria debe adaptarse porque si la industria no se adapta a nuevos cambios, muere y eso no solo afecta a la economía sino a la sociedad también, y Alemania es un foco de innovación y desarrollo donde países latinoamericanos pueden encontrar estrategias y a la vez aliados para la mejora de la productividad.

Una de las empresas alemanas que se llevó el galardón al mejor sistema ARP del año 2016 fue CSB-System AG con su propuesta de Smart Food Factory.

CSB-System AG es una empresa pionera en lo que se refiere a la implementación de la industria 4.0 que muestra una transformación digital en alimentos, mediante la fábrica inteligente de procesos y automatización industrial, abasteciendo toda la cadena de valor tanto vertical como horizontal, que abarca desde las máquinas de la industria, producción primaria hasta llegar a los consumidores [7].

La cuarta revolución industrial es un proceso de cambios profundos en varios sectores, incluido el sector lácteo que, mediante procesos de automatización y robótica desde media hasta avanzada, tienen como fin el ahorro de costes y aumento de la productividad al largo plazo.

### **3.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.3.1. Revoluciones industriales**

Las revoluciones industriales forman parte importante de la historia de la humanidad ya que estas han aportado al desarrollo tecnológico, económico y cultural de la sociedad. Klaus Schwab [8, p. 12] considera que estas revoluciones se dan cuando surgen nuevas tecnologías que desencadenan en un cambio profundo en los sistemas económicos y las estructuras sociales, estas marcaron la transición de la energía muscular a la mecánica y evolucionaron hasta lo que hoy por hoy conocemos, en los tiempos actuales nos encontramos atravesando por la cuarta revolución industrial, donde su base principal es el internet de las cosas.

Para tener un poco de contexto recorreremos con brevedad las etapas que el mundo ha atravesado para llegar a la cuarta revolución industrial. La primera revolución industrial se dio alrededor del año 1760 en Gran Bretaña hasta aproximadamente el año 1840 esto gracias a la construcción del ferrocarril y la invención de la máquina de vapor. La segunda revolución industrial se dio entre finales del siglo XIX y principios XX, esta se vio marcada por la producción en masa que redujo considerablemente el costo y tiempo de fabricación,

permitiendo aumentar la productividad de los sistemas productivos de aquella época, hay que mencionar que esto fue posible gracias a la electrificación. La tercera revolución se dio en la década de 1960 a finales del siglo XX, conocida como la revolución digital y caracterizada por la implementación paulatina de los ordenadores, la computación, la telemática y el desarrollo de semiconductores, trayendo consigo una mejor interacción entre máquinas [8] [9].

### **3.3.2. Concepto Industria 4.0**

Este concepto es relativamente nuevo, ya que este mismo fue mencionado por primera vez por el presidente de la academia de ciencias e ingeniería, Henning Kagermann, para luego ser presentado por primera vez en la Feria de tecnología industrial de Hannover realizada en el año 2011 en Alemania [10, p. 17]. Gonzales [10] nos hace mención de una definición en común que condensa todas las definiciones existentes, donde nos comenta que:

“La industria 4.0 es la estrategia que define la digitalización y revolución de la aplicación y fabricación de manera que se integran en ellas las tecnologías más avanzadas permitiendo flexibilizar la producción y reducir los costos en la fabricación en una industria”

También podemos recalcar lo que nos dice José González [9, pp. 9-10] donde hace mención a las tres fuerzas de transformación que han permitido que la cuarta revolución industrial se esté desarrollando en nuestra época, la primera corresponde al nuevo comportamiento del consumidor, la segunda corresponde a la irrupción de la tecnología, la hiperconectividad, la inteligencia artificial y la explotación de datos, y por último la tercera fuerza de cambio corresponde a la emergencia de nuevos modelos de negocio, el efecto combinado de estas tres fuerzas de transformación está dando lugar a la Cuarta Revolución Industrial.

### **3.3.3. Transformación digital**

Según Elizabeth [11] la transformación digital es un proceso que atraviesa una sociedad debido a los cambios y avances tecnológicos que abren un mundo de posibilidades para los consumidores de productos y servicios conectados. Para los autores Stolterman y Fors [12] la transformación digital no es más que *“los cambios asociados con la aplicación de la tecnología digital en todos los aspectos de la sociedad humana”*

Es preciso citar las palabras de María Waleska [13, pp. 31-32] acerca de la transformación digital, donde nos dice que: *“Hoy en día, nuestra prosperidad depende cada vez menos de los recursos naturales y cada vez mas de los sistemas educativos, de los emprendimientos, de la*

*evolución de nuestras locomotoras económicas a la par con las mega tendencias y sus innovaciones*". Nos dice que el éxito de una empresa depende de su evolución e innovación, la capacidad de adaptación a las nuevas tendencias.

En el mundo existe aproximadamente 8 billones de personas de las cuales más de un 40% son usuarios activos de internet, la inflación se registra en el precio de todo menos en los productos tecnológicos, los dispositivos móviles se innovan continuamente y cada vez serán más los dispositivos conectados a internet, aproximadamente existen 80 billones de dispositivos conectados, 10 dispositivos por hogar, 500 dispositivos por km cuadrado, el dinero se está volviendo completamente digital, prueba de ello son las infinitas transferencias que se efectúan hoy por hoy. Todo está conectado con todo esa es la premisa del "Internet de las cosas" [13].

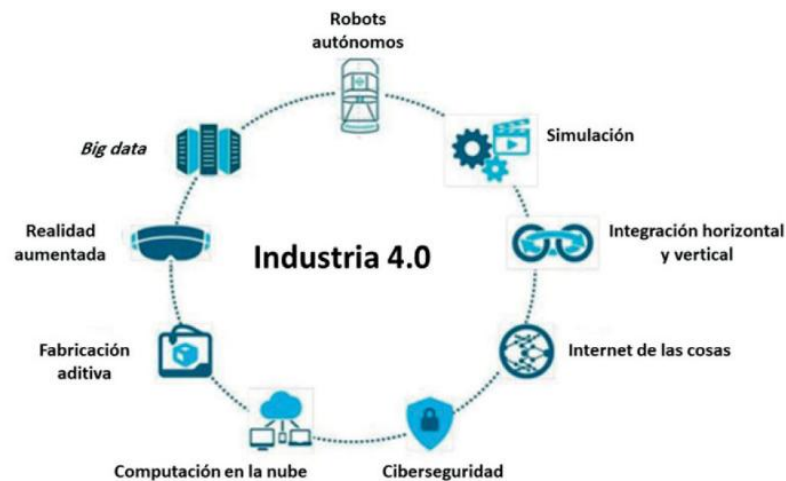
#### **3.3.4. Digitalización**

El término de digitalización hace referencia a la acción o proceso de transformar los datos analógicos (imágenes, videos y texto) en un formato digital [14], así mismo según la CCOO de industria [15], nos dice que la digitalización incorpora una conexión establecida por cualquier objeto y cualquier persona, en cualquier momento y cualquier lugar, esta digitalización no se centra en tecnologías de hardware, sino también en el software y en la comunicación que las máquinas pueden tener entre sí.

También es necesario hablar de algunos de los beneficios que se obtiene gracias a la digitalización de las empresas, como lo son la reducción de tiempos, un mejor aprovechamiento de los recursos humanos, mejoramiento de las eficiencias, mayor flexibilidad, reducción de costos, mejoramiento de la comunicación y posibilita el desarrollo de nuevos productos o servicios [16].

#### **3.3.5. Pilares fundamentales de la industria 4.0**

Es importante determinar las bases de la industria 4.0, algunas de estas ya están siendo utilizadas en la industria actual, pero al implementar estos conceptos en su totalidad se transformara drásticamente la producción de una empresa, siendo que sus procesos serán totalmente integrados, automatizados y optimizados, lo cual permitirán que la empresa tenga una mayor eficiencia y productividad, la relación entre humanos y máquinas estará más integrada gracias a la industria 4.0, así mismo la relación que una empresa tiene con sus proveedores, productores y clientes experimentarán una importante transformación.



**Figura 3.2** Pilares fundamentales de la industria 4.0 [17]

### 3.3.6. Robots

Una de las características más importantes de la industria 4.0 es la utilización de robots en los procesos industriales, tarde o temprano se prescindirá de la mano de obra humana en dichos procesos pues esta irá siendo sustituida por máquinas que a su vez estarán controladas por otras máquinas que interactuarán entre sí. Los humanos dejarán de hacer trabajos pesados y rutinarios para concentrarse en tareas y actividades de carácter creativo e intelectual permitiendo desarrollarse en nuevos campos del conocimiento [17, pp. 56-65].

#### 3.3.6.1. Antecedentes históricos

La historia de los robots inicia poco después de la Segunda Guerra Mundial, estos contaban con pocas funciones y se utilizaban en ambientes hostiles y nocivos donde el hombre no podía acceder como el Surveyor que aterrizó en la luna en 1966, estos robots eran sumamente costosos y estaban desarrollados por departamentos militares de Estados Unidos. El primer robot industrial fue patentado en el Reino Unido en 1954, aunque erróneamente se cree que los primeros robots industriales fueron instalados en las fábricas de General Motors (GM) y patentados en 1961, estos fueron desarrollados por George Devol y Joe Engelberg, considerados padres de la robótica industrial, dichos robots tenían la única labor de tomar piezas de una máquina y transferirla a otras para su montaje final. La robótica como ciencia arranca en el año de 1960 en diversos centros de investigación de Estados Unidos, donde se desarrollan los primeros sensores, así como el desarrollo relacionado con la movilidad, agilidad y equilibrio de estos robots, como consecuencia apareciendo los brazos robóticos industriales en 1970 provistos de sensores, estos podían hacer tareas más variadas. Entre las industrias pioneras en

adoptar los brazos robóticos tenemos a General Motors, robots de pintura en Noruega, Nissan con sus cadenas de montaje. El llamado en ese entonces PUMA (*programmable universal manipulation arm*) fue el primer robot acoplador universal programable que fue encargado por GM a la marca Unimation en 1978. Poco después los japoneses presentaban el robot SCARA que contaba con una gran versatilidad. En los años 1980 a 1984 los robots evolucionaron con gran rapidez en aspectos como la movilidad, respondían a comandos de control por voz y sensores táctiles, se perfeccionó el lenguaje de comunicación, por otro lado, el ejército de Estados Unidos desarrollaba robots para ser usado en el campo de batalla. En el año de 1984 aparecen los primeros micro robots de bajo costo, construidos con microchips, destaca el robot 695 desarrollado en 1985, por la empresa Intelledex que contaban con chips Intel 8086 y 8087 y contaban con un lenguaje de programación llamado Robot Basic. En la actualidad el abaratamiento de los costos de producción de sensores y microprocesadores han permitido desarrollar robots accesibles para todo tipo de industria y pequeños talleres. Un ejemplo del gran avance que los robots han tenido es de IBM que ha introducido en el 2014 un chip procesador que emula el cerebro humano, basándose en 4.906 núcleos, un millón de neuronas y 256 millones de sinapsis [17].

### **3.3.6.2. Robot industrial**

Según la federación internacional de robótica (IFR) estos robots se diferencian de otros porque *“son máquinas de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más móviles o fijos ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial”*

### **3.3.6.3. Clasificación de los robots industriales**

La primera generación de estos robots se dio en el año 1982, eran robots que repetían una secuencia de recoger y colocar, tenían poca movilidad y servían para ubicar piezas de una máquina a otra máquina. La segunda generación se dio en el año 1984, estos robots se caracterizaban por que adquirían información limitada y actuaban en consecuencia, localizaban piezas y las clasificaban. La tercera generación de los robots industriales se dio en 1989, estos contaban con sensores de visión y tacto, también contaban con reconocimiento de voz y con un movimiento auto-, estos eran utilizados principalmente en operaciones de acoplamiento y montaje. La cuarta generación se da desde los años 2000, estos robots ya contaban con sensores inteligentes, así como con patas o ruedas, la aplicación de este tipo de robots era para la industria de la construcción y muchos otros campos más. A partir del año 2010 surgen los robots más

avanzados controlados por inteligencia artificial, con funciones como la de caminar y saltar, estos robots son aplicables en la industria 4.0 [17, pp. 57-65].

**Tabla 3.1.** Clasificación de los robots

<b>Clasificación de los robots según T.M Knasel</b>				
<b>Generación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo de control</b>	<b>Grado de movilidad</b>	<b>Usos más frecuentes</b>
<b>1 (1982)</b>	Pick-and-place	Finales de carrera, aprendizaje	Nulo	manipulación, servicio a maquinas
<b>2 (1984)</b>	Servo	Servo control, trayectoria continua, programa condicional	Desplazamiento sobre guía	Soldadura, Pintura
<b>3 (1989)</b>	Ensamblado	Servos de precisión, sensores e visión y tacto	Movilidad	Montajes
<b>4 (2000)</b>	Móvil	Sensores inteligentes	Patas, ruedas	construcción, mantenimiento
<b>5 (2010)</b>	Especiales	Control por inteligencia artificial	Caminadores, Saltadores	militar, espacial, Industria 4,0

**Elaborado por:** [17, pp. 57-65]

### 3.3.7. Simulación

Desde la posición de Garrell [17] nos dice que la simulación en tres dimensiones (CAD) se utiliza desde hace varios años atrás, la diferencia es que estas simulaciones se daban antes de arrancar un proceso, hoy en día la industria 4.0 tiene como novedad que estas mismas simulaciones sean en tiempo real, a partir de datos obtenidos en milésimas de segundos logrando así retratar el proceso físico en un modelo virtual al instante, gracias a esto se simula el proceso siguiente para ajustarlo y calibrarlo a los requerimientos dados, mejorando así los tiempos de configuración en máquinas.

Normalmente cualquier cambio que se realice en un proceso resulta en una parada crítica de la fábrica y como consecuencia, la puesta en marcha del proceso para verificar que los cambios efectuados se realizaron con éxito. Este escenario cambia drásticamente si lo implementamos mediante tecnologías de simulación ya que se puede hacer los cambios necesarios y verificar el correcto funcionamiento de un proceso las veces que sean necesarias. Esto le permite a la empresa ganar tiempo y por tanto ser más productivas y eficientes ya que una para de proceso genera pérdidas, las cuales se pueden evitar mediante la instalación de herramientas de simulación [18, pp. 33-34]

### **3.3.8. Sistemas de integración Titulo**

Es común ver que en la mayoría de empresas existen sistemas que no están integrados entre sí, en algunos casos ni los departamentos existentes dentro de una organización tienen bien unificados sus sistemas de datos, esto contrasta con uno de los objetivos primordiales de la industria 4.0 el cual es que toda empresa tenga un sistema integrado, donde todos sus departamentos estén cohesionados entre sí, compartiendo datos con la nube, esto con el fin de optimizar el proceso y la cadena de valor permitiéndole a la empresa tomar decisiones en tiempo real [17].

### **3.3.9. Internet de las cosas**

El internet de las cosas añade la posibilidad de centralizar el control de los distintos procesos que existen en una empresa, mediante la interconexión de tecnologías presentes en diferentes dispositivos de forma que la información esté integrada en un solo lugar [17].

Cuando hablamos del IoT (*internet of things*) hablamos de una red que provoca que los objetos tanto físicos o virtuales, se puedan interconectar entre sí. El objetivo del IoT es crear un medio donde diferentes objetos o dispositivos se encuentren conectados e interactuando en espacios coreografiados, donde se retroalimentan de un dispositivo a otro.

### **3.3.10. Ciberseguridad**

La ciberseguridad es un concepto que comprende el uso de las tecnologías, procesos y prácticas diseñadas para proteger las redes informáticas, ordenadores, programas y datos, de ataques generados por factores ajenos a una organización. Unos ejemplos de los posibles ataques a la integridad de un sistema informático son: los robos de información; erradicación de información, modificaciones maliciosas, anulaciones del correcto funcionamiento del proceso, transacciones fraudulentas, entre otros. [17].

### **3.3.11. Computación en la nube (CLOUD COMPUTING)**

Según González nos dice que se refiere tanto a las aplicaciones entregadas como servicios en línea como al software y sistemas en centro de datos que brindan esos servicios. En la actualidad las aplicaciones conectadas a la nube son parte fundamental de la implementación de la industria 4.0

El cloud computing cuenta con distintos modelos, los cuales difieren de la utilización de los recursos y son adaptables a las necesidades del cliente [19]:

- Software como servicio: consiste en la distribución de software donde una empresa proporciona mantenimiento, soporte y operación que usará el cliente durante el tiempo que haya contratado el servicio, como ejemplo tenemos el servicio de google docs, google app engine, google, ambos pertenecientes a Google.
- Plataforma como servicio: ofrece una solución completa para la construcción y puesta en marcha de aplicaciones y servicios Web que estarán completamente disponibles a través de internet, tenemos como ejemplos: Microsoft SQL azure Data base y Google App Engine.
- Infraestructura como servicio: proporciona al cliente una infraestructura de computación como un servicio, usando principalmente la virtualización. El cliente compra recursos a un proveedor externo, capacidad de cómputo, mantenimiento y gestión de redes.

### **3.3.12. Fabricación aditiva (3D).**

Las aplicaciones de la fabricación aditiva con impresoras 3D son muy utilizadas en distintos campos de la actualidad, según [18] **Industria 4.0 y sus aplicaciones**, la fabricación aditiva se base en el uso de máquinas que son capaces de fabricar un objeto mediante la superposición de capas sucesivas de un material, estas máquinas son capaces de fabricar determinadas piezas de una manera más rápida que por los métodos tradicionales, la mayor desventaja es el uso de materiales que en su mayoría no son resistentes para la actividades dentro de una industria.

### **3.3.13. Realidad aumentada.**

Garrell [17] considera que la realidad aumentada es la visión que se obtiene de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico que añade información adicional a la percibida por el ojo humano, esto gracias a un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física percibida de manera natural por el ojo humano. Los elementos tangibles se combinan con los elementos virtuales para formar una realidad aumentada en tiempo real, esto está siendo utilizado por muchas campañas de marketing a nivel mundial [17].

Hay que recalcar que la realidad aumentada difiere de la realidad virtual. La realidad virtual permite a su usuario aislarse del mundo físico para sumergirse en un escenario totalmente

virtual mientras que la realidad aumentada superpone sobre el mundo físico una realidad visual generada por la tecnología. La información alrededor del usuario se vuelve interactiva y digital. Para la utilización de estas tecnologías es necesario el uso de gafas virtuales, así como otros gadgets que ayudan a que la interacción con el mundo virtual sea más real, estas gafas se han podido ver en el mercado de videojuegos y de entretenimiento ofreciendo a las personas la posibilidad de internarse en un mundo virtual. En la industria el objetivo es mostrar digital y virtualmente las distintas características de un proceso, evaluando posibles cambios en la línea de producción, logrando así evitar los cortes de la cadena de producción y reducir los tiempos de paradas de mantenimiento o por fallos de la industria. Estas funciones son consideradas para distintos usos, en la siguiente figura podemos observar los campos de la realidad aumentada en la industria:



**Figura 3.3** campos de la realidad aumentada en la industria

#### **3.3.14. Big Data Titulo.**

SCHWAB Klaus [8] nos dice que se trata de aquel conjunto de datos que, por su tamaño ingente, sobrepasa la capacidad de ser gestionado por bases de datos tradicionales.

Garrell [17] nos dice que se denomina *Big Data* al gran volumen de datos estructurados y no estructurados de gran tamaño, complejidad y velocidad de crecimiento, estos datos son de tal magnitud que resulta muy difícil poder efectuar un rápido procesamiento, análisis e interpretación mediante herramientas tecnológicas convencionales, por lo cual la mayoría de programas estándares no son de mucha utilidad y es necesario recurrir a programas o empresas especializadas en el manejo de *big data*, un ejemplo de esto es Amazon que ofrece servicios basados en la nube para ayudar a distintas empresas a crear aplicaciones de análisis de *Big Data*. Estos datos pueden dar información útil a las empresas quienes utilizan dichos datos para generar analíticas adecuadas que ayudan en la toma de decisiones. Un conjunto de datos se vuelve *Big Data* a partir de los 30 terabytes. Lo que hace que el *Big Data* sea tan útil para

muchas empresas es el hecho que puede proporcionar respuestas a muchas preguntas que las empresas ni siquiera sabían que tenían, esto quiere decir que se proporciona puntos de referencia para tomar decisiones estratégicas con un fundamento sólido, así mismo la recopilación de grandes cantidades de datos permiten que las empresas desarrollen nuevos productos y servicios basados en la demanda del mercado. Por ejemplo, tenemos:

- **Tráfico en los perfiles digitales de una empresa.** Los usuarios que interactúan con cualquier página web o red social tienden a dejar una gran cantidad de información, estos datos los podemos utilizar para determinar el origen de las visitas, los horarios de acceso, las secciones más visitadas o los productos que más llaman la atención. La recolección y análisis de estos datos permiten obtener una visión estadística y objetiva sobre el comportamiento y tendencias que tiene la clientela.
- **Previsiones Financieras.** Otro de los beneficios es el poder detectar las tendencias económicas a escala mundial y local, el estado financiero de los países, las previsiones de las empresas y de sus sectores es, sin duda, una fuente valiosa de datos que la empresa puede utilizar para tener en cuenta al momento de elaborar una planificación.
- **Publicidad.** Podemos obtener datos sobre la conversión de anuncios digitales en compras efectivas, el número de visualizaciones, clics e interacciones. Con estos datos cualquier empresa puede saber el comportamiento de la clientela y cuáles son sus preferencias.
- **Redes sociales.** Las opiniones, reacciones e interacciones que los usuarios dejan en redes sociales nos permiten realizar análisis sobre la imagen empresarial, el nivel de satisfacción de los clientes.

#### **3.3.14.1. Smart Data**

¿Pero de qué sirve tanto volumen de datos si no es información contundente?, es ahí donde entra el *Smart Data*, este concepto es conocido por utilizar información refinada y precisa donde se transforma el *Big Data* en conocimiento útil. El *Smart data* ayuda a las organizaciones a aprovechar los datos que dispone y utilizarlos para generar nuevos movimientos de negocio más inteligentes, operaciones más eficientes y clientes satisfechos [17].

#### **3.3.14.2. La calidad de datos**

La calidad de datos de *Big Data* es algo fundamental no solo para poder obtener ventaja competitiva, sino también para evitar caer en errores estratégicos y operacionales producto de haber analizado datos erróneos. Esta problemática de la calidad de información extraída del *big*

*data* se expresa con la regla de las cinco V las cuales son: volumen, velocidad, variedad veracidad y valor [17].

- **Volumen:** Debido al enorme volumen, es difícil recolectar, integrar y obtener datos de alta calidad y de forma rápida
- **Velocidad:** Se requiere una gran cantidad de tiempo para transformar datos no estructurados en formatos estructurados y procesar los datos que contienen, esto hace necesario disponer de tecnología que sea capaz de procesar estos datos.
- **Variedad:** La creciente generación de datos en internet no hace sino aumentar la enorme variedad de datos no estructurados y la dificultad de su procesamiento en tiempo real.
- **Veracidad:** Debido a que los datos cambian repentinamente, hay que tener en cuenta que la obsolescencia puede ser muy rápida y su validez muy corta. Además, cada vez es más frecuente encontrar datos falsos en internet, por lo que hay que filtrarlos convenientemente.
- **Valor:** El éxito de un *Big Data* es saber distinguir cuáles son los datos que tendrán valor para ser analizarlos, para luego basar decisiones estratégicas de la empresa en dichos datos.

Para la correcta explotación de un *big data*, hay que asegurarse de que los datos estén autorizados, bien organizados y con los permisos necesarios de sus autores, que tengan el menor número de posibles errores, al mismo tiempo permitan garantizar la privacidad y la seguridad.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.1.1. Según la fuente de información**

##### **Investigación documental**

La investigación documental se trata acerca de un servicio de información retrospectivo que empezó a tener vida a parte del INFORME UNISIST, construyendo un método más que los trabajadores en información desarrollaron ayudando a lo largo de la historia ofrecer una información sólida a la sociedad, llevando el conocimiento a una comunidad más amplia mediante documentación.

En la presente investigación se aplica la base documental porque se hace un retroceso de cómo ha ido avanzando la industria 4.0 a lo largo del tiempo, buscando libros, artículos de revista y otros documentos donde se pueda sustentar la investigación.

### **Investigación de campo**

La investigación de campo se realiza mediante fuentes primarias utilizando la recopilación de datos, además se le conoce también como un método de recolección cualitativa, que se encamina a observar e interactuar con las personas involucradas en ese entorno, participando en el lugar de los hechos de la empresa o comunidad que se está estudiando.

Se aplica la investigación de campo para adentrarse a la realidad de la empresa láctea FRILAC, y conocer de cerca los procesos productivos, tomando en cuenta cada paso y planteando mejoras en las fases de producción de acuerdo a la digitalización que plantea la industria 4.0.

#### **4.1.2. Según el nivel de medición y análisis de la información**

##### **Investigación cuali-cuantitativa**

La investigación cuali-cuantitativa es la unión o mezcla de la investigación cualitativa la cual hace registros narrativos mediante la observación o entrevistas que no son estructuradas, y la investigación cuantitativa utiliza variables analizando datos contables estudiando así una relación o asociación entre las mismas.

La presente investigación es mixta, es decir el investigador mezcla los dos métodos. en su mayor parte se basará en un análisis crítico, a través de la recopilación de datos y evaluación del material.

#### **4.1.3. Según la obtención de datos**

##### **Investigación proyectiva**

La investigación proyectiva consiste en la elaboración de una propuesta como solución a un problema encontrado o una necesidad ya sea de un grupo social, una región geográfica o a la vez una institución, partiendo de un diagnóstico del momento de estudios y generando tendencias futuras con base al resultado de la investigación.

Uno de las propuestas primordiales de la investigación es acoplar a la empresa FRILAC a un cambio transitivo de una tradicional a una moderna, implementando nueva tecnología de acuerdo a la cuarta revolución industrial, proyectando a la empresa láctea a una transformación dentro de sus procesos productivos, obteniendo así mejores resultados.

## **4.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

Método de Investigación es el procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica, que el investigador debe seguir en la adquisición del conocimiento. El método se constituye como el conjunto de procesos que el investigador debe emprender en la investigación y demostración de la verdad [20].

### **4.2.1. Método Inductivo**

El método inductivo se conoce como experimental y sus pasos son: 1) Observación, 2) Formulación de hipótesis, 3) Verificación, 4) Tesis, 5) Ley, 6) Teoría.

El método inductivo parte de las premisas particulares para obtener conclusiones generales. En la presente investigación se ha tomado de base algunos proyectos enrumados hacia la industria 4.0 en diferentes sectores, y se ha obtenido conclusiones de manera general para cualquier empresa en donde se desee aplicar la digitalización como medio de transformación, en este caso puntualizamos la industria láctea FRILAC.

### **4.2.2. Método analítico**

El método analítico consiste en la separación de un todo, dividiéndolo en partes para observar pausadamente cada una de ellas como sus causas, la naturaleza y los efectos llevando a cabo la observación de cada proceso o elemento.

Mediante un análisis de observación hacia los procesos productivos de la empresa láctea desglosando el producto terminado en todas las fases de transformación y observando cada una de ellas, se puede obtener mejores resultados de la investigación y aplicación de cuarta revolución industrial.

### **4.2.3. Método experimental**

El método experimental se basa en una orientación a partir de lo explicado, y se centra en buscar predicciones partiendo de esa situación de realidad para afirmar el contexto de “Si hace el cambio, ocurrirá tal cosa”.

La presente investigación se basa en una transformación de los procesos productivos dentro de la empresa FRILAC, tomando en cuenta la realidad que vive y planteado el cambio a futuro dentro de la organización, mediante la implementación de la industria 4.0, dando soluciones a los problemas que presenta la empresa mediante los cambios que se planteará.

## **4.3. TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

### **4.3.1. La entrevista**

La entrevista es una de las técnicas de mayor utilidad en la investigación cualitativa, con esta se recauda datos mediante una “conversación” que tiene un fin predeterminado distinto a cualquier conversación común que se da entre el investigador y el sujeto de estudio.

Mediante la entrevista se recauda una información focalizada de acuerdo a lo que se desea conocer de la empresa y se la realiza al Gerente General, personal administrativo y jefes de producción de la industria láctea FRILAC.

### **4.3.2. La observación**

La observación es una técnica que consiste en observar atentamente la situación o el sujeto de estudio, tomando y registrando información para un análisis, ésta es fundamental en toda investigación para poder obtener el mayor número de datos posibles.

Al observar a detalle cada proceso productivo de la planta se realiza un registro de cada fase, conociendo la problemática que existe en cada uno, para un análisis en conjunto de los procesos dando así lugar a mejores soluciones. Existen diversas formas de observación según el objetivo o tipo de investigación, es decir, diversos métodos y técnicas. Algunos de ellos son:

- Observación propiamente dicha.
- Técnicas objetivas.
- Auto informes

- Entrevista.
- Técnicas subjetivas.
- Técnicas proyectivas.

#### **4.3.3. Cuestionarios**

Los cuestionarios tienen lugar en el campo donde se va a realizar el estudio, como el interior de una fábrica, donde se les pide a un número determinado de personas que respondan las preguntas realizadas previamente con la finalidad de construir datos porcentuales y aproximaciones estadísticas.

#### **4.3.4. Bibliografías**

Las bibliografías son de gran ayuda porque nos brindan información que ayude a dar sustento a la investigación, llevándole a un avance para obtener resultados. Además, se cuenta con referencias bibliográficas para conocer fuente documentada que puede ser impresa o digital y extraer la información de manera confiable.

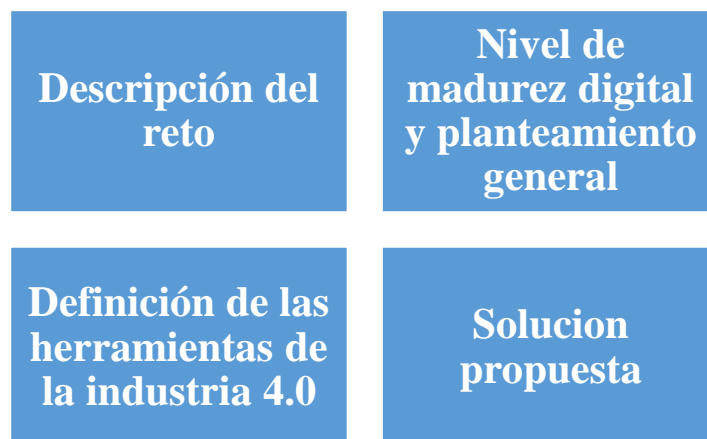
La técnica bibliográfica permite llegar a una comprensión previa referente a la industria 4.0 y la incursión en las diferentes empresas industriales, mediante las revisiones de artículos científicos, revistas, libros, entre otros. Para llegar a obtener una evolución en el conocimiento como investigadores y poder aplicar en el sector lácteo.

## **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.1. METODOLOGÍA PROPUESTA**

La transformación digital debe lograr orientar a todos los componentes de la empresa hacia un mismo y único objetivo, por lo cual, es necesario como primera instancia para desarrollar la metodología de transformación digital. Este proceso tiene un enfoque de cultura e innovación enfocado tanto a directivos como al personal.

La metodología cuenta con los siguientes ejes metodológicos:



**Figura 5.1.** Estructura de la metodología propuesta

**Estructura de la metodología propuesta.**

**Tabla 5.1 Metodología propuesta**

<b>METODOLOGÍA PROPUESTA</b>	
<b>Reto de transformación digital en la empresa.</b>	Descripción y contexto de la empresa
	Planteamiento del reto y problema a resolver
	Descripción del estado actual de la empresa
	Alcance y limitaciones planteadas
	Objetivos de la transformación digital
	Resultado esperado.
<b>Nivel de madurez digital y planteamiento general.</b>	Herramientas o métodos para determinar el nivel de madurez
	Identificación del nivel de madurez digital de la empresa
	Recomendaciones
<b>Definición de las herramientas de la industria 4.0</b>	Evaluación y descripción de las herramientas 4.0 aplicables en la empresa
	Descripción de las herramientas 4.0 seleccionadas
	Estudio de requerimientos necesarios para la aplicación de las herramientas 4.0
<b>Solución propuesta</b>	Fases de la metodología
	Descripción general de la solución

Alcance y limitaciones de la solución planteada
Planificación
Plan de talento humano
Presupuesto

## **5.2. PLANTEAR EL RETO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA INDUSTRIA LÁCTEA “FRILAC” ENFOCADO EN EL USO DE LAS HERRAMIENTAS 4.0.**

### **5.2.1. Descripción y contexto de la empresa.**

**Razón social:** Productos lácteos FRILAC

**Tipo de actividad:** Actividad Secundaria- Industria alimentaria

**Sector:** C105004-Producción de queso.

#### **Grado de implantación de las tecnologías y sistemas utilizados**

Los avances tecnológicos ayudan a facilitar los procesos de elaboración, ya que se hace con una mayor rapidez y eficacia en comparación a un proceso manual, logrando así abaratar los costos de producción y un aumento de productividad lo que le permite a la empresa ser más competitiva. Productos lácteos “FRILAC” tiene como fin ofrecer a sus clientes un producto de calidad e higiene es por ello que se invirtió en la importación de maquinaria con tecnología avanzada (**ver anexo 1**).

La maquinaria posee las siguientes características

- Línea de procesos para la leche automática pre montada sobre una plataforma Inox – Totalmente equipada de tinta de nivel constante doble retención de 20 y 180 “aislada- tablero de mando y control.
- Homogenizador ADI 22 Totalmente equipado de motorización – Variador de velocidad – Caudal Variable de 1.50 \* 3.000 L/H A 200 Bares.
- Descremadora centrífuga hermética de 3 funciones Mod 06 Caudal 3.000 L/H Totalmente equipada.

Productos Lácteos “FRILAC” posee también tanques silo, selladoras automatizadas, bombas para el correcto tratamiento de la materia prima, banco de hielo, un caldero y un correcto sistema de paso de leche además de esto también se beneficia de tinas receptoras, dos tinas para

la elaboración del queso, mesas, prensadoras entre otros artículos esenciales para la transformación de la materia prima todo esto en acero inoxidable.

### **Cultura de la empresa**

La cultura de una empresa se define como el conjunto de valores, creencias, hábitos, tradiciones, actitudes y experiencias que tiene una organización o empresa. Esta cultura está constituida por los valores y actitudes de sus empleados, la imagen que brinda dicha organización a la sociedad en la que se desenvuelve, la identidad de la organización [21]. La cultura de una empresa se puede determinar de la siguiente manera:

- Observando la cultura de la empresa como si fuera un empleado nuevo
- Identificando la motivación de los empleados
- Observación del entorno físico de la empresa
- Inspección de las áreas de trabajo
- Entrevistas a los empleados y directivos

Como en toda empresa existe la resistencia al cambio, en el caso de “FRILAC” la empresa mantiene procesos manuales lo que quiere decir que la empresa no está encaminada hacia la transformación digital, pero sus directivos más jóvenes apuestan por el cambio de paradigmas dentro de la empresa, el otro problema es que la cultura de los empleados es casi nula en materia de transformación digital y tampoco están familiarizados con el uso de tecnologías 4.0. El entorno físico de la empresa está acorde a las necesidades actuales de la empresa, pero en un futuro la empresa necesitará una readecuación de sus áreas.

### **Nivel de preparación de los empleados**

Los empleados de la empresa FRILAC están preparados para desarrollar sus labores habituales, tienen conocimiento en materia de calidad e inocuidad alimentaria, sin embargo, gracias a una entrevista con cada uno de ellos se determinó que no tienen un nivel de preparación para enfrentar un cambio de transformación digital.

## **5.2.2. Planteamiento del reto y problema a resolver.**

### **5.2.2.1. Reto de transformación digital para las PYMES**

La presente investigación se centra en explorar la aplicación de estas herramientas 4.0 en ámbitos específicos, no dando la suficiente relevancia a los desafíos que la gestión empresarial tendrá que afrontar.

En el análisis que realizó González [22] nos trae 18 desafíos gerenciales para la industria 4.0, que están distribuidos en seis grupos, los cuales se describen a continuación:

### **Análisis y estrategia**

- Evaluar el impacto en los mercados y la competencia.
- Determinar un enfoque estratégico general.
- Desarrollar una ruta de transformación digital.

### **Planificación e implementación**

- Identificar y desarrollar casos de uso específicos.
- Realizar análisis de costo-beneficio y tomar decisiones de inversión.

### **Cooperación y redes**

- Identificar y seleccionar formas de colaboración adecuadas, así como socios.
- Evaluar el significado de la cooperación interorganizacional.

### **Modelos de negocio**

- Desarrollar nuevos modelos comerciales.
- Decidir sobre la innovación del modelo de negocio.

### **Recursos humanos**

- Evaluar el impacto en la vida laboral.
- Desarrollar capacidades digitales a nivel de empresa.

### **Cambio y liderazgo**

- Controlar y coordinar el proceso de transformación.
- Crear aceptación para el cambio.
- Establece una cultura de experimentación, toma de riesgos y colaboración.

Los retos varían de una organización a otras en función de su naturaleza y contexto en el que se desenvuelva, es por ello que en la industria láctea “FRILAC” necesita analizar la situación de madurez digital periódicamente, identificando tendencias más relevantes y alineando sus estrategias, procesos, estructuras, culturas y capacidades. Teniendo en cuenta estas consideraciones podemos formular los siguientes retos para las PYMES:

- Transformación del modelo de negocio.
- Reto tecnológico, la irrupción de las nuevas tecnologías.
- Reto estratégico. Desarrollo de una estrategia de negocio digital.
- Reto de adoptar un nuevo liderazgo en la organización.
- Reto de los empleados en la era digital.
- Plataforma de servicios digitales.

#### **5.2.2.2. Reto de la empresa**

El principal reto que afrontan los directivos de la industria láctea “FRILAC”, es como implementar y asimilar las nuevas tecnologías digitales y como estas se pueden integrar en el modelo de negocio para potenciar su proceso productivo y su presencia en el mercado.

La transformación digital representa un reto para la empresa y se convertirá en un elemento a favor en tanto se cuente con los avances tecnológicos. Para la empresa de productos Lácteos “FRILAC” es fundamental ofrecer un producto que cumpla a cabalidad con las normas de higiene y calidad por ello la empresa se caracteriza por tener tecnología avanzada para la transformación de la materia prima, así mismo, se desea mantener la empresa a la vanguardia de los cambios que se producen en el entorno, mejorando sus procesos y adaptándose a la nueva era industrial, puesto que en la actualidad su proceso de elaboración de quesos se lo realiza de una manera manual en un 60%, así mismo el personal se dedica gran parte de su tiempo en la toma de datos manuales, esto provoca que la toma de decisiones en el producto no sea la más adecuada.

- El reto de la empresa es que no cuentan con herramientas tecnológicas que le permitan tener una colaboración ágil entre las diferentes áreas.
- El principal reto que existe en el área de pasteurización es que el monitoreo de temperaturas es manual lo cual genera que los trabajadores les dediquen menos tiempo a sus actividades laborales.
- Es difícil conocer la situación y estado real del proceso de coagulación ya que este proceso es netamente manual y se depende de una persona para determinar el éxito del mismo.
- En el área de almacenamiento el principal reto es determinar la temperatura de preservación del queso para que este se encuentre en óptimas condiciones a la hora de realizar un despacho.

### 5.2.2.3. Problema a resolver

Actualmente la empresa de productos lácteos FRILAC tiene una pérdida del 5% en su producción ya que no se controla con precisión algunas variables, además de que la mayoría de sus procesos aún depende de sus trabajadores. A continuación, presentamos una matriz de ponderación que nos permite la selección de opciones sobre la base de la ponderación y aplicación de criterios, la cual nos ayudara a determinar los procesos más críticos en los cuales se enfocara esta investigación.

**Tabla 5.2. Determinación de procesos críticos.**

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>PROCESOS</b>		<b>RECEPCIÓN</b>		<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>Ponderación (a)</b>	Calificación (b)	Total (a*b)	Calificación (b)	Total (a*b)
Pérdidas generadas	30	1	30	1	30
Grado de automatización	20	2	40	2	40
Presencia de cuellos de botella	15	1	15	3	45
Habilidades requeridas	15	1	15	5	75
Grado de complejidad	20	2	40	4	80
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>140</b>		<b>270</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>PROCESOS</b>		<b>PASTEURIZACIÓN</b>		<b>CLARIFICACIÓN DE LECHE</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>Ponderación (a)</b>	Calificación (b)	Total (a*b)	Calificación (b)	Total (a*b)
Pérdidas generadas	30	4	120	1	30
Grado de automatización	20	5	100	1	20
Presencia de cuellos de botella	15	4	60	2	30
Habilidades requeridas	15	3	45	2	30
Grado de complejidad	20	3	60	1	20
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>385</b>		<b>130</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>PROCESOS</b>		<b>COAGULACIÓN</b>		<b>CORTE DE CUAJADA</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>Ponderación (a)</b>	Calificación (b)	Total (a*b)	Calificación (b)	Total (a*b)
Pérdidas generadas	30	4	120	1	30
Grado de automatización	20	2	40	1	20
Presencia de cuellos de botella	15	5	75	3	45

Habilidades requeridas	15	5	75	1	15
Grado de complejidad	20	4	80	2	40
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>390</b>		<b>150</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>PROCESOS</b>		<b>DESUERADO</b>		<b>MOLDEADO</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>Ponderación (a)</b>	<b>Calificación (b)</b>	<b>Total (a*b)</b>	<b>Calificación (b)</b>	<b>Total (a*b)</b>
Pérdidas generadas	30	4	120	4	120
Grado de automatización	20	1	20	1	20
Presencia de cuellos de botella	15	2	30	2	30
Habilidades requeridas	15	1	15	1	15
Grado de complejidad	20	2	40	3	60
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>225</b>		<b>245</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>PROCESOS</b>		<b>PRENSADO</b>		<b>SALADO</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>Ponderación (a)</b>	<b>Calificación (b)</b>	<b>Total (a*b)</b>	<b>Calificación (b)</b>	<b>Total (a*b)</b>
Pérdidas generadas	30	3	90	1	30
Grado de automatización	20	2	40	1	20
Presencia de cuellos de botella	15	1	15	1	15
Habilidades requeridas	15	1	15	2	30
Grado de complejidad	20	2	40	1	20
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>200</b>		<b>115</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>PROCESOS</b>		<b>EMPAQUE</b>		<b>ALMACENAMIENTO</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>Ponderación (a)</b>	<b>Calificación (b)</b>	<b>Total (a*b)</b>	<b>Calificación (b)</b>	<b>Total (a*b)</b>
Pérdidas generadas	30	2	60	4	120
Grado de automatización	20	1	20	4	80
Presencia de cuellos de botella	15	4	60	1	15
Habilidades requeridas	15	2	30	1	15
Grado de complejidad	20	2	40	1	20
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>210</b>		<b>250</b>

**Tabla 5.3 Puntajes ponderados**

<b>TABLA DE RESUMEN</b>	
<b>PROCESOS</b>	<b>Puntaje ponderado</b>
Recepción	140
Control de calidad	270
Pasteurización	<b>385</b>
Clarificación de leche	130
Coagulación	<b>390</b>
Corte de cuajada	150
Desuerado	225
Moldeado	245
Prensado	200
Salado	115
Empaque	210
Almacenamiento	<b>250</b>

Luego de realizar este análisis podemos ver en la tabla 5.3 que los procesos de pasteurización, coagulación y almacenamiento cuentan con mayores dificultades que el resto de procesos, por lo cual se determinan como procesos críticos que deben ser mejorados mediante el uso de la metrología propuesta. En la tabla 5.4 se da una mejor descripción de los problemas de estos procesos.

**Tabla 5.4 descripción del problema**

<b>PROCESO</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>DETALLE</b>
PASTEURIZACIÓN	Temperatura	La medición es manual
	Enfriamiento	La medición es manual.
	Enfriamiento Temperatura	Utilización de un serpentín externo.
		La medición es manual.
ADICIÓN DE INGREDIENTES	Adición de cuajo	La adición y mezcla es manual, y depende de la medición de la temperatura.
ALMACENAMIENTO	Temperatura	la medición es manual

## Estado de eficiencia y perdidas del proceso de elaboración de quesos

En esta parte del proceso se desea conocer cómo se encuentra sus entradas y salidas de materia prima, así como también nos ayuda para conocer más a fondo el proceso y ser capaces de tener mejor criterio a la hora de tomar decisiones. Para esto debemos definir los términos de eficiencia física y eficiencia económica:

**Eficiencia física:** Es la relación aritmética entre la cantidad de materia prima existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia empleada.

**Eficiencia económica:** Es la relación entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversión en dicha venta.

En la tabla 5.5 se define la entrada de materia prima y la cantidad esperada a producir por día, estos datos se obtuvieron como parte de la investigación realizada en la empresa de productos lácteos “FRILAC”.

**Tabla 5.5.** Recepción de materia prima (leche cruda)

Litros de leche cruda recibida por día. (litros)							
Datos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Entrada MP l/día	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Producción quesos/día	700	700	700	700	700	700	700

Podemos evidenciar que la producción esperada por la empresa es de 700 queso al día, lo cual no se da por circunstancias antes mencionadas, como en toda empresa se tiene desperdicios, en este caso se tiene un 5% de pérdida diario, lo cual compromete la producción, quedando de la siguiente manera:

**Tabla 5.6.** Pérdidas de producción.

Pérdida 5%							
Datos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Producción quesos/día	700	700	700	700	700	700	700
Perdida	35	35	35	35	35	35	35
Producción real	665	665	665	665	665	665	665

**Tabla 5.7.** Cantidad producida a la semana y al mes considerando las pérdidas

Datos	Semana		Mes	
	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Entrada MP	25200	l/sem	100800	l/mes
Pérdida	245	quesos/sem	980	quesos/mes
Producción	4655	quesos/sem	18620	quesos/mes

Se evidencia que la pérdida mensual es de alrededor de 980 quesos, algunos de estos salen mal cuajados, mal cortados o mal prensados. Por lo cual se procede a determinar las eficiencias del proceso para determinar el costo de pérdidas.

Para obtener los litros que se desperdician se considera que por cada queso de 450 gr se necesitan 4.5 litros de leche, quedando de la siguiente manera:

**Tabla 5.8** Datos de producción

Datos		
Producción real	18620	quesos/mes
Entrada de MP	<b>100800</b>	<b>l/mes</b>
P.V.P.	2,25	\$/unidad
Costo de producción	1,36	\$/unidad
Salida de MP	2993	l/día
	20947,5	l/sem
	<b>83790</b>	<b>l/mes</b>
Costos de pérdida	980	quesos/mes
	<b>1332,8</b>	<b>\$/mes</b>

Costos	Cantidad	Unidades
P.V.P.	\$ 41.895,00	\$/mes
Costo de producción	\$ 26.656,00	\$/mes

Donde la eficiencia física y eficiencia económica se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Eficiencia\ Física = \frac{Salida\ util\ de\ materia\ prima}{Entrada\ de\ materia\ prima}$$

$$EF = \frac{83790\ litros/mes}{100800\ litros/mes}$$

$$\text{Eficiencia física} = 0.83$$

$$Eficiencia\ Economica = \frac{ventas}{gastos\ o\ costos}$$

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{41895 \$/mes}{26656 \$/mes}$$

$$\text{Eficiencia Económica} = 1,57$$

La eficiencia física corresponde a 0.83, esto quiere decir que el proceso es eficiente, pero podría llegar a ser mejor. Por otro lado, tenemos que la eficiencia económica es de 1.57 lo que nos quiere decir que por cada dólar invertido la empresa obtiene una ganancia de 57 ctvs.

### 5.2.3. Descripción del estado actual de la empresa

**Productos lácteos FRILAC.** En el año de 1986 época en que las familias ecuatorianas tendían a consumir leche cruda, provenientes de las haciendas cercanas, nace en San Francisco de Mulaló, barrio El Rosal la empresa de productos lácteos “FRILAC” como un organismo dedicado a la producción de quesos de forma artesanal, proceso que inició con 50 litro de leche, años más tarde con el avance tecnológico se introduce a gran escala la industria de pasteurización de este producto adquiriendo sus primeras máquinas para su funcionamiento con el objetivo de incrementar la materia prima.

En el 2009 se invirtió en la importación de maquinaria con tecnología avanzada de origen suizo con el motivo de ofrecer leche pasteurizada iniciando con 5000 litros. La empresa se constituyó formalmente y legalmente el 15 de septiembre de 1992, con un capital inicial de diez mil sucres (\$10.000), con el objetivo de elaborar la línea de productos lácteos en las instalaciones de su propiedad, cumpliendo además con todas las normas tributarias que establece la ley.

Actualmente FRILAC produce 3500 litros los días lunes, miércoles y viernes que son enfocados netamente en la producción de queso y los días restantes se produce 4500 litros diarios donde se destina 1000 litros a la producción de leche y lo demás a la producción de quesos. El beneficio anual promedio de la empresa es de \$128.000.00, sus principales clientes son las pequeñas tiendas y micromercados del cantón.

Por el momento la empresa se encuentra produciendo quesos a consecuencia del mercado inestable producto de la pandemia, como parte de su estrategia a corto y mediano plazo está el reintegrar sus antiguos productos, como lo que es el yogurt y la leche pasteurizada, así como integrar nuevos procedimientos y nuevas tecnologías que ayuden a un mejor desarrollo de la empresa.

### 5.2.3.1. Descripción del proceso de elaboración de quesos



**Figura 5.2** Elaboración de queso fresco

#### Recepción de la leche

La empresa FRILAC receipta 3500 litros de leche cruda; cantidad necesaria para satisfacer la demanda. A continuación, detallamos en una tabla el volumen recibido por día.

**Tabla 5.9** litros de leche cruda por día

Litros de leche cruda recibida por día. (litros)						
Días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Unidades
Volumen	3600	3600	3600	3600	3600	Litros/Día

La leche entregada por los proveedores de la empresa “FRILAC” debe superar el control de calidad el cual consiste inicialmente en un control visual del color, de la contaminación física (heces, paja, insectos y otros.), del olor, así como la evaluación de parámetros de calidad e inocuidad, se constata que la leche tenga una acidez de 22°D (grados °Dornic) y un pH de 6.5 con una tolerancia de +/-1. Esto se realiza con el fin de categorizar al producto como: conforme y no conforme.

Una vez analizada una muestra de la leche cruda que ha sido receiptada se determina si es un producto “conforme” o un producto “no conforme”, El producto “no conforme” se devuelve al proveedor ya que no cumple con los estándares. Sin embargo, el producto “conforme” se transporta a través de bidones donde la leche tiene que ser filtrada para retener las impurezas de cualquier tipo y luego es almacenada a la espera de ser utilizada.

## **Pasteurización**

Este proceso es fundamental para la elaboración de productos lácteos ya que se asegura la inocuidad al controlar el riesgo de contaminación con microorganismos patógenos que causen enfermedades al consumidor. Logrando así:

- Una destrucción de los microorganismos en forma vegetativa y algunas toxinas que no son muy resistentes a la temperatura
- Obtener un producto inocuo, o con carga bacteriana totalmente reducida y entre los límites previsto en la normativa vigente.

Para lograr el pasteurizado correcto se tienen que tomar en cuenta la temperatura y el tiempo. Dicho esto, la leche se somete a las siguientes condiciones: temperatura de 85°C por 3 min y luego una temperatura de 45°.

Se verifica la eficacia del proceso de pasteurización con el análisis de la fosfatasa alcalina que debe dar un resultado negativo (inactivación de enzimas).

## **Enfriamiento**

Consiste en enfriar la leche a temperatura que sea capaz de favorecer el desarrollo de las bacterias lácticas del fermento (32 a 37°C para los Mesófilos o 42-45°C para los termófilos), y a la temperatura de coagulación (32-37°C). En el caso de “FRILAC” se trabaja con cultivos de termófilos.

## **Clarificación de leche**

El tratamiento de pasteurización puede bajar el porcentaje de moléculas de calcio libre de leche y afectar a la textura del queso, por lo tanto, se lo corrige añadiendo cloruro de calcio en polvo o líquido diluido.

Se utilizan 875 centímetros cúbicos de Cloruro de Calcio en 700 litros de leche, cuando se encuentre a 40°C aproximadamente. Luego se agita de 1 a 2 minutos para que se incorpore la mezcla de una manera uniforme.

## **Coagulación**

En esta etapa del proceso se añade el cuajo, se sabe que para coagular grandes volúmenes de leche es necesario obtener las enzimas coagulantes, por tal motivo se necesita determinar la fuerza del coagulante que nos ayudará a establecer parámetros de tiempo en la duración de la cuajada.

Para determinar la fuerza de cuajada se utilizará la fórmula del libro “FUERZA Y CÁLCULO DEL CUAJO”.

$$\text{Fuerza del cuajo} = \frac{\text{cuagulante}(cm^3) * \text{leche}(\text{litros})}{N(s)}$$

Donde N representa los segundos en que se realizó la ecuación.

### **Corte de la cuajada**

Para el corte de la cuajada primero se introduce suavemente la lira y para realizar el corte completo, al final quedará la cuajada en cubos donde se dejará en reposo durante 10 min para que los granos tomen más consistencia y faciliten la salida del suero. Luego es necesario batir la cuajada muy suavemente con movimientos circulares de manera constante, con la finalidad de no destruir los granos. La temperatura a que se encuentra es 37°C aproximadamente.

### **Desuerado**

Este procedimiento consiste en evacuar el suero resultante, como consecuencia del corte y el batido de la cuajada. Se lo realiza en un equivalente del 75-80 % para proceder al tratamiento de la cuajada.

### **Moldeado y prensado**

Extracción de la cuajada con el suero y moldeo en moldes limpios, con formas distintas. Se cubren los moldes para asegurar una temperatura adecuada para el desarrollo de las bacterias inoculadas con el fermento. El queso puede ser prensado por un tiempo determinado para expulsar el suero restante.

### **Salado.**

Luego de haber evacuado el suero, se deja reposar el queso durante 180 minutos en una solución de agua y sal con 20-22° Be (Salmuera). La sal ingresa por ósmosis, permite conseguir el justo sabor al queso y asegura el control del desarrollo de las bacterias contaminantes por su propiedad de conservante natural. La regeneración de la salmuera se realiza cada 15 días y el cambio de la salmuera se realiza cada 45 días. La permanencia del queso de 500g en la salmuera es corta, el tiempo se relaciona con el tamaño del queso.

$$\text{concentración másica} = \frac{2.2 \text{ kg de sal}}{15 \text{ litros de agua}} = 0.146 \text{ kg}$$

## **Empacado.**

El tipo de presentación para la comercialización es determinado por la empresa de productos lácteos “FRILAC”.

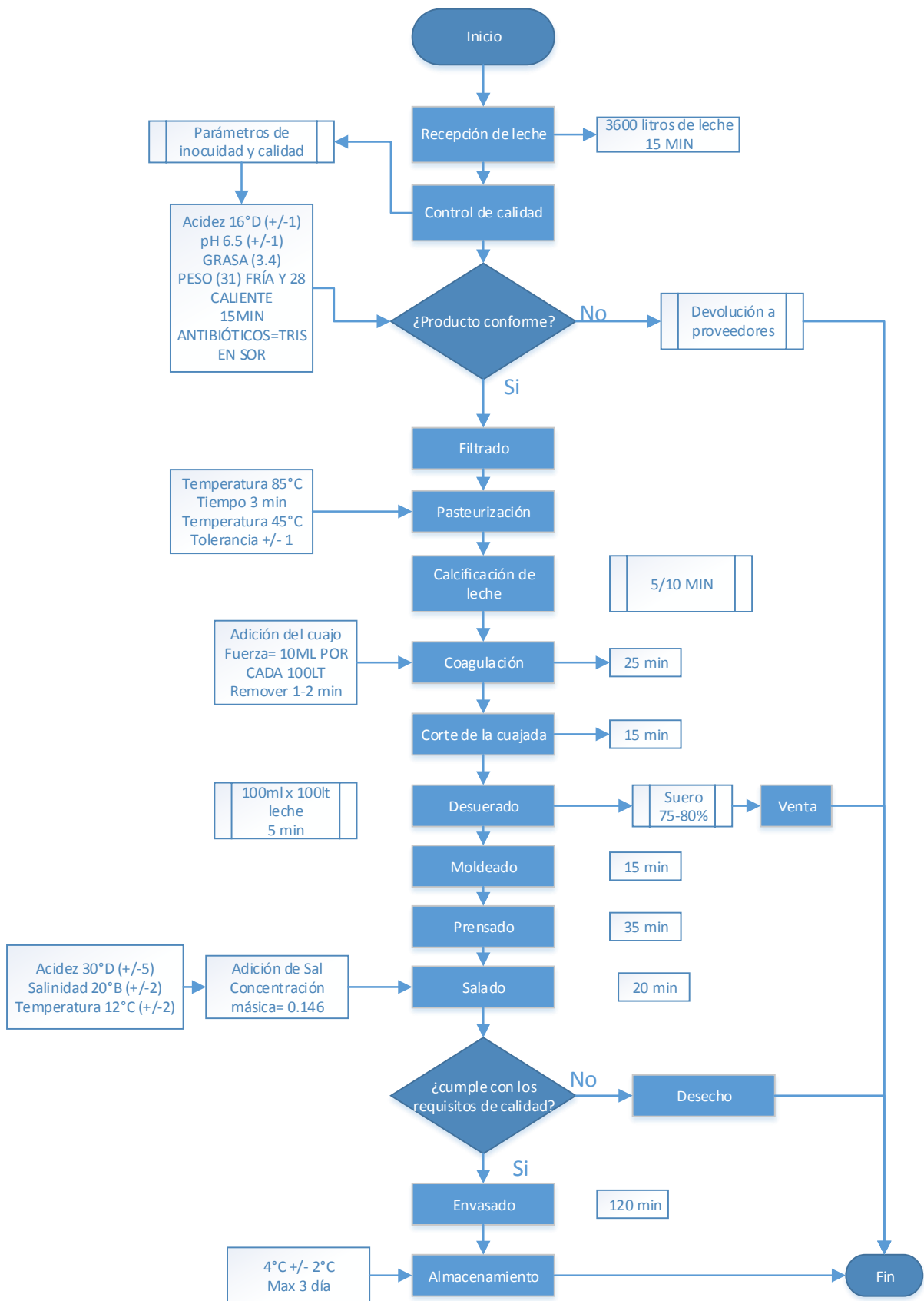


**Figura 5.3** Ilustración del empackado de queso fresco

## **Almacenamiento.**

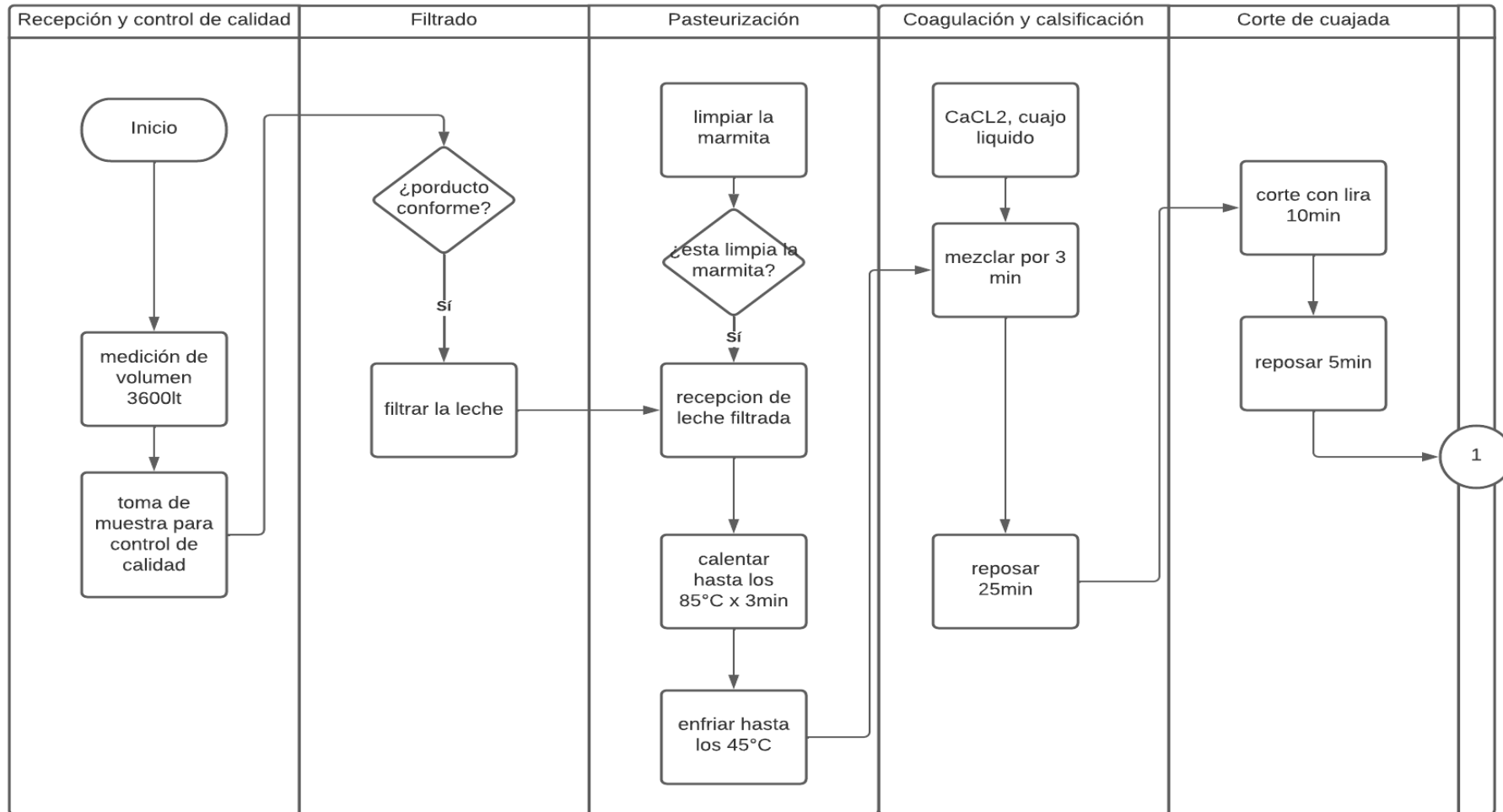
Finalmente se almacena el queso fresco a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y con una humedad de  $75\% \pm 2$  para su posterior comercialización.

### 5.2.3.2. Diagrama de flujo del queso fresco

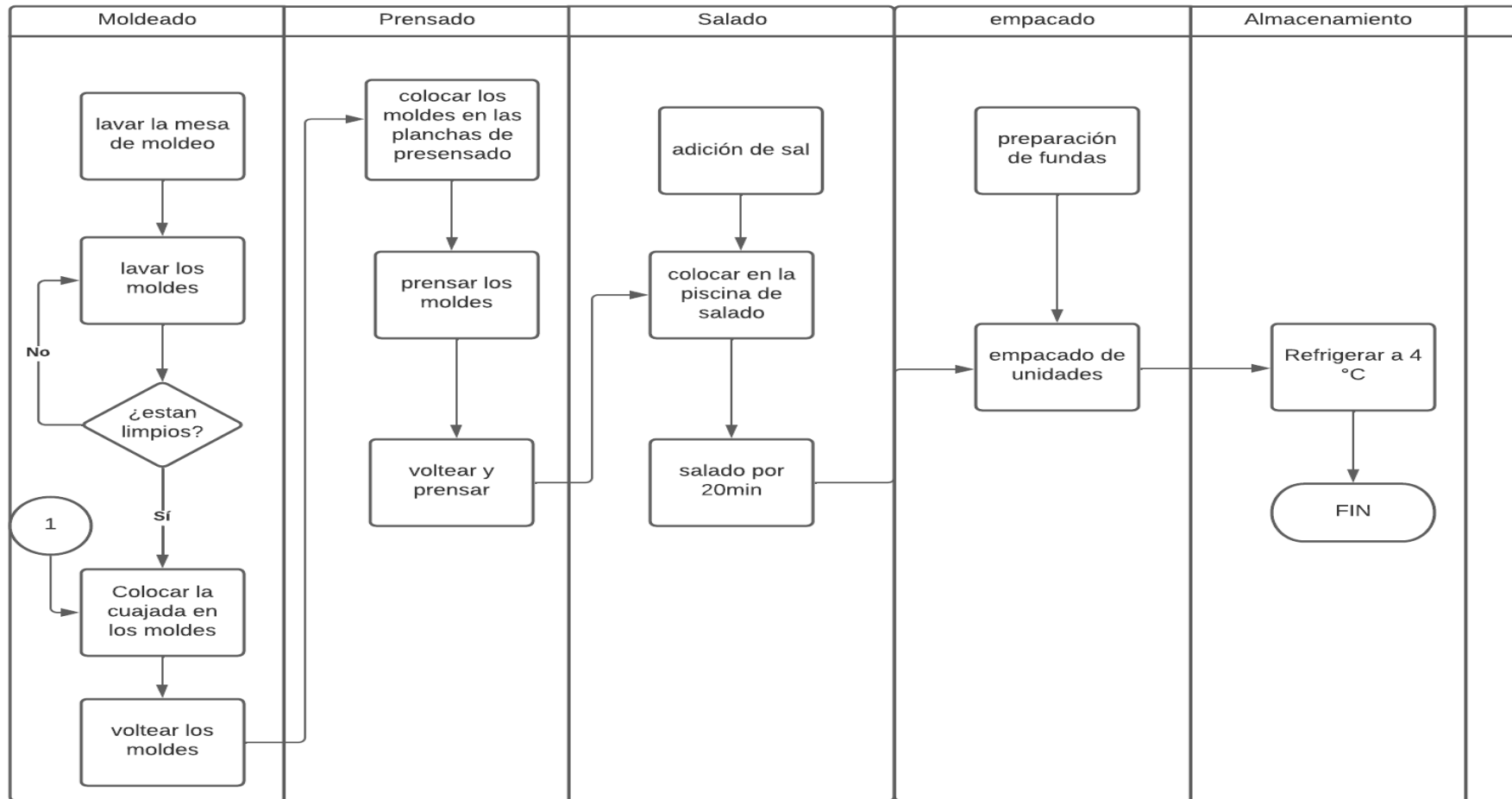


**Figura 5.4** Diagrama de flujo queso fresco

**Diagrama de flujo detallado del proceso de elaboración de queso fresco.**



**Diagrama de flujo detallado del proceso de elaboración de queso fresco (continuación).**



**Figura 5.5** Diagrama detallado del proceso de elaboración del queso

#### **5.2.4. Alcance y limitaciones.**

##### **5.2.4.1. Alcance**

En el caso de la empresa láctea “FRILAC” se propone iniciar una transformación digital mediante la implementación de las herramientas 4.0 o más conocidas como habilitadores digitales, esto solo en el proceso de elaboración de su principal producto ya que gracias en el estudio de la madurez digital se pudo evidenciar que la empresa no es capaz de implementar estas herramientas en toda la estructura organizacional, por lo cual se propone implementar solo en el proceso de elaboración de quesos, cabe recalcar que no todo el proceso de elaboración de quesos es apto para la transformación digital, hay partes del proceso que no son aptas para implementar estas herramientas ya que se necesita de más inversión, personal más capacitado y otro tipo de maquinarias. La metodología se basará únicamente en los procesos detallados a continuación:

- Pasteurización
- Coagulación
- Almacenamiento

Estos procesos son considerados los más críticos ya que de estos dependen la inocuidad y calidad del producto que a día de hoy es lo más importante dentro de una industria alimentaria.

##### **5.2.4.2. Limitaciones**

En cuanto a las limitaciones, tenemos las siguientes:

- No se pretende implementar esta metodología a corto y mediano plazo, la empresa puede utilizar esta metodología como una guía para iniciar su procedimiento de transformación digital.
- La ejecución de la metodología de transformación digital planteada en este estudio se llevará a cabo solamente si la directiva de la organización lo considera pertinente.
- No se incluirán otros productos de la empresa ya que primero se busca fomentar el interés de la empresa por iniciar una transformación digital.

### **5.2.5. Objetivos de la transformación digital.**

Para el desarrollo de esta metodología tenemos los siguientes objetivos:

- Identificar cual es la situación actual y los retos que la empresa de productos lácteos “FRILAC” frente a la transformación digital.
- Investigar sobre las herramientas 4.0 fundamentales para iniciar un proceso de transformación digital.
- Determinar qué grado de confiabilidad ofrecen los modelos de madurez digital para la aplicación en PYMES.
- Definir cómo afectará la transformación digital en el proceso de producción de quesos de la industria láctea “FRILAC” y como puede ayudar al desarrollo de la empresa.

### **5.2.6. Resultado esperado.**

#### **Aspecto organizacional**

Una vez puesta en marcha la metodología de transformación digital en el proceso de elaboración de quesos, los principales resultados esperados son:

- Mayor y mejor acceso a la información.
- Mayor agilidad
- Crecimiento en mercados existentes.
- Mejor comunicación entre el nivel directivo y el nivel operativo.
- Toma rápida de decisiones.

#### **Aspecto operacional**

- Mejora de eficiencia física.
- Mejora de eficiencia económica.
- Optimización de tiempos.
- Optimización de recursos.

### **5.3. DETERMINAR EL NIVEL DE MADUREZ DIGITAL DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “FRILAC”**

#### **5.3.1. Herramientas para determinar el nivel de madurez digital.**

##### **5.3.1.1. Modelo del grado de preparación a la Industria 4.0.**

Tomando en cuenta a Lichtblau plantea un modelo que evalúa la preparación de la industria 4.0 y la capacidad que tiene cada empresa para implementar estas herramientas, el modelo cuenta con seis niveles comenzando desde el cero. A continuación, presentamos una descripción de los niveles:

- **Nivel 0:** Representa a los extraños que son quienes no han planificado la implementación acciones de industria 4.0
- **Nivel 1:** Representa a los principiantes; Incrementa en varios departamentos transformaciones digitales.
- **Nivel 2:** Representa a los intermedios; Planifican y encaminan su estrategia a la industria 4.0.
- **Nivel 3:** Representa a los experimentados; estas empresas ya realizan diferentes tipos de inversión basadas en estrategias de la industria 4.0.
- **Nivel 4:** Representa a los expertos, en este punto todas las estrategias formuladas ya están siendo monitoreadas por los diferentes indicadores de la industria 4.0.
- **Nivel 5:** Representa a los de ejecución top, esto es, empresas o compañías que han tenido éxito en su implementación de la industria 4.0 y puedes dar fe de estas herramientas.

##### **5.3.1.2. Modelo de Business Intelligence (BI) Gartner**

Al momento de querer examinar la madurez digital, se aconseja empezar por uno de los modelos más utilizados por Business Intelligence o denominado inteligencia de negocios. Según Gartner hasta diciembre del 2018 las empresas cuentan con un nivel de madurez digital bajo, en esta evaluación se incluye cuatro áreas en donde constan las personas, procesos, métricas y tecnología. Este modelo es actualizado periódicamente y consta con los siguientes niveles que están representados a continuación [23]:

- **Básico:** Es el nivel más bajo. No hay una estructura adecuada de datos y por ende

existe una mala interpretación, además de que los mismos son procesados en hojas de cálculos e informes limitados, y carecen de herramientas para medir el rendimiento. Toda esta información se realiza en el departamento de TICS [23].

- **Oportunista:** Utilización de métricas para medir el rendimiento a nivel departamental, pero no a nivel de empresa. Difícil acceso a datos y herramientas para su gestión. Las aplicaciones son estándar y los usuarios no tienen formación específica. Los responsables desconfían de la información resultante.
- **Sistemático:** Ya existe personal en la empresa expertos en BI y tiene formación básica para usuarios. Responsables de BI por unidad de negocio o un responsable del departamento TIC. No existen indicadores para la empresa en su conjunto, aunque sí por unidad de negocio o departamento TIC. No existe una integración de los datos a nivel de empresa.
- **Diferenciador:** Existe una estrategia de desarrollo del BI en la empresa. El BICC tiene suficientes recursos para alcanzar sus objetivos. Disponibilidad de la información a todos los niveles y extensión de los procesos de BI a proveedores y clientes. Se confía en la información y se toma como soporte para la toma de decisiones. Los usuarios están formados en el procesamiento de datos y su utilización para la toma de decisiones estratégicas.
- **Transformador:** Procesos de BI en todas las unidades de negocio y en la cultura de la empresa. El BICC es proactivo y dinámico. La información es fiable y se emplea a todos los niveles de la empresa. Usuarios bien formados y con acceso a la información, que utilizan para la creación de valor. El uso del BI está disponible para socios, proveedores y clientes.

### 5.3.1.3. Modelo de madurez digital para industrias manufactureras

Para desarrollar este modelo se aplica la teoría de Tobías Mettler que denota 4 pasos los cuales permiten desarrollar un modelo de madurez de una forma detallada.

- Identificación de oportunidades.
- Definición de alcance.
- Diseño del modelo.
- Evaluación del modelo.

#### 5.3.1.4. Modelo de medición de madurez Industria 4.0

No todos los modelos revisados usan niveles para medir la madurez, y en algunos casos los niveles son considerados etapas dentro de la maduración hacia la Industria 4.0. El modelo de la industria 4.0 analizó los niveles o etapas detallados en el párrafo anterior y considero 7 niveles que se representan de la siguiente manera:

- **Foráneo:** La empresa no tiene idea de realizar una transformación digital hacia la I4.0.
- **Neófito:** La empresa recientemente está adquiriendo conocimientos de transformación como I4.0, o cuenta con algunos elementos de la I4.0.
- **Novato:** La empresa ha desarrollado más elementos en el camino digital hacia la I4.0.
- **Intermedio:** La empresa se encuentra en el nivel medio hacia la transformación digital como I4.0.
- **Convertido:** La empresa se puede considerar como que ha completado la conversión de I4.0 pero no ha logrado obtener consistencia.
- **Competente:** La empresa se ha desempeñado como una empresa I4.0 la mayor parte del tiempo.
- **Madurez 4.0:** La empresa ha alcanzado el nivel de madurez como industria 4.0 y está lista para la 5ta conversión.

#### 5.3.1.5. Modelo de diagnóstico para la determinación de la madurez digital de una empresa.

Un modelo desarrollado en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi por la Ing. Jessica Pachacama y el Ing. Ángel Hidalgo, donde se expone que se desarrolló un modelo para el diagnóstico de la madurez digital, para ayudar a las empresas a iniciar su proceso de transformación digital, ya que el mismo en la actualidad no es una opción sino algo imprescindible para no ser absorbidos por la competencia y permanecer en el mercado. Para la obtención de este modelo se empleó el método deductivo el cual permitió realizar un estudio de los modelos existentes y analizarlos para establecer las dimensiones que se puedan aplicar para la evaluación digital de las industrias del Ecuador. Donde se cuenta con 5 niveles que a continuación son descritos:

- **Inicial:** Su organización no cuenta con las habilidades ni conocimientos básicos para iniciar su desarrollo dentro del mundo digital. Carece de tecnologías digitales en las

actividades desarrolladas diariamente dentro de su organización. No muestra interés en relacionarse con un entorno digital.

- **Aprendiz:** Su organización se interesa en la transformación digital y tiene iniciativas en un escaso número de áreas. Sólo uno de sus procesos tiene incorporado tecnologías de la información.
- **Intermedio:** La organización está orientando su estrategia con una visión digital transformadora. Realiza inversiones en algunas áreas, lo que permite que se recopile información de manera automática. Existe un número limitado de trabajadores que poseen las habilidades necesarias para el correcto funcionamiento del proceso productivo.
- **Optimizado:** La organización casi ha obtenido las habilidades y conocimientos necesarios para obtener una ventaja competitiva de su proceso de transformación digital. Se realizan inversiones en casi todas las áreas, lo que permite que se dé un intercambio de información a nivel interno. La recopilación, almacenamiento y procesamiento de datos se realizan en la nube, cuentan con un sistema de ciberseguridad. Los clientes participan del servicio basado en datos.
- **Perfeccionado:** La empresa es líder en transformación digital; cuenta con las habilidades y conocimientos necesarios para su desarrollo dentro del entorno digital. Aplica tecnologías digitales diariamente en su proceso productivo. La digitalización es parte de su esencia.

#### **5.3.1.6. Modelo de determinación de grado de madurez digital mediante la herramienta de autodiagnóstico digital avanzada (HADA).**

Desde la Secretaría de Industria y la Pequeña y Mediana Empresa, se ha diseñado un modelo de madurez digital en Industria 4.0 con el objetivo de apoyar el entendimiento y la aproximación a este nuevo paradigma de la transformación empresarial, aproximando a las empresas españolas las diferentes dimensiones y palancas sobre las que actuar.

Dicho modelo de madurez digital, analiza cinco dimensiones claves en la estrategia y operaciones en la empresa:



**Figura 5.6** modelo de madurez Hada

- **Estrategia y modelo de negocio:** evaluando la capacidad de adaptación de la organización al entorno y al mercado.
- **Procesos:** Analizando las capacidades digitales del modelo operativo.
- **Organización y personas:** Identificando las capacidades de la organización y su modelo de relación con otros agentes.
- **Infraestructuras:** Identificando la capacidad de transformación que sus infraestructuras cyber físicas permiten.
- **Productos y servicios:** Evaluando el nivel de incorporación de tecnología a los productos y servicios existentes, así como su potencial de digitalización.

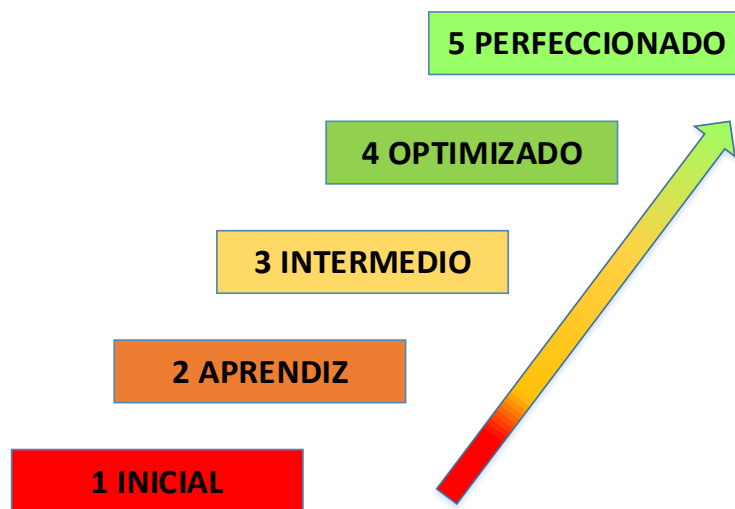
La herramienta HADA, ofrece una evaluación completa de una organización, y proporciona conocimientos sobre algunos aspectos clave del modelo Industria 4.0.

### 5.3.2. Identificación del nivel de madurez digital de la empresa de productos lácteos “FRILAC”.

#### 5.3.2.1. Determinación del grado de madurez digital mediante el modelo experimental PACHA.

La aplicación de la valoración de la madurez en la empresa “FRILAC” se decidió utilizar el modelo de madurez digital desarrollado por una estudiante egresada de la carrera de ingeniera industrial, en donde se ha creado un libro interactivo que recopila, analiza y procesa la información ingresada dando como resultado una calificación final del nivel de madurez de una empresa.

Este estudio toma como base el número de niveles determinados por Haro [24], donde nos manifiesta que hay 5 niveles de medición de madurez digital, identificados como: Nivel 1- Inicial, Nivel 2- Aprendiz, Nivel 3- Intermedio, Nivel 4- Optimizado, Nivel 5- Perfeccionado; tal y como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 5.7** modelo de madurez experimental Pacha

Después de contestar la encuesta se procedió a insertar los resultados de la misma en el libro de Excel, en la primera hoja de registro donde se encuentran los datos principales para que puedan almacenarse en la base de datos.

MADUREZ DIGITAL	
EMPRESA	FRILAC
RESPONSABLE	Diego Zapata-David Herrera
CARGO	Pasantes
ACTIVIDAD	Producción
NIVEL DE MADUREZ DIGITAL ANTERIOR	Ninguno
FECHA	viernes, 26 de noviembre de 2021
<input type="button" value="ELIMINAR"/> <input type="button" value="GUARDAR"/>	

BASE DE DATOS

**Figura 5.8** Madurez digital

Después se ingresó los datos obtenidos en la encuesta determinadas por la empresa, automáticamente se nos genera un código y se guarda la información.

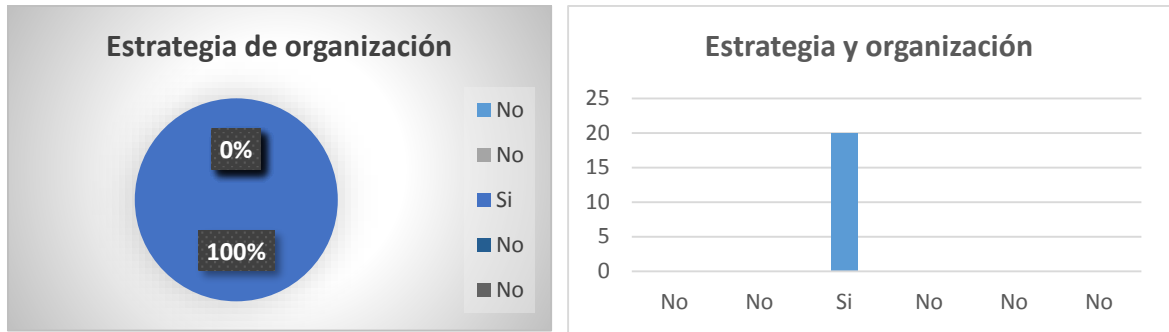
Encuesta										
ÁREA	ESTRATEGIA Y ORGANIZACIÓN									
PREGUNTAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RESPUESTAS	No	No	Si	No	No	No	25% de registro de datos	Monitoreo moderado de variables	El 50% es automatizado	Los procesos no se conectan a internet

DATOS DE LA ENCUESTA					
CÓDIGO	EMPRESA	RESPONSABLE	CARGO	ACTIVIDAD	NIVEL ANTERIOR
6	FRILAC	Diego Zapata-David Herr	Pasantes	Producción	Ninguno

Luego de ingresar los datos el libro interactivo automáticamente los procesa y nos da un resultado sobre la madurez digital de la empresa “FRILAC” donde nos incluye gráficos para una mejor comprensión del resultado. A continuación, se explica de una manera detallada los resultados obtenidos en cada uno de los apartados de la encuesta.

### Estrategia y organización

De acuerdo al criterio de estrategia y organización solo una pregunta fue respondida de manera positiva. La cual fue: ¿Está realizando esfuerzos para desarrollar habilidades que hacen falta en su organización para una transformación digital? El cual tiene una ponderación de 20 puntos.



(a) Gráfico de pastel

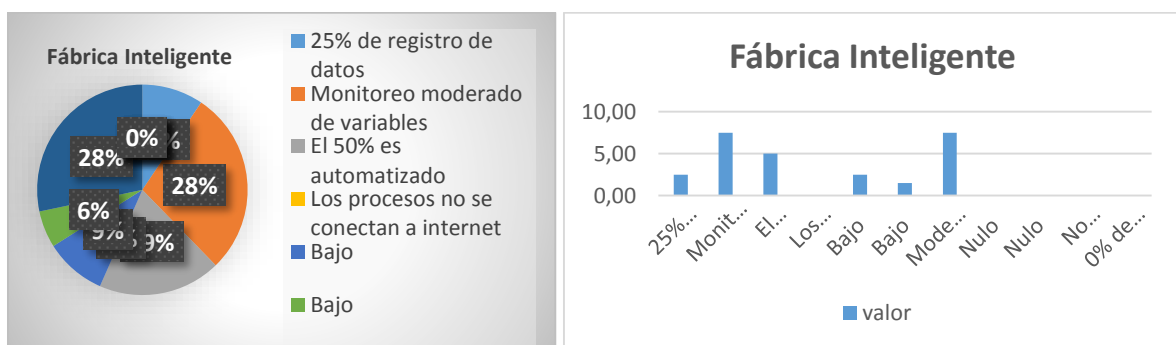
(b) Gráfico de barras

**Figura 5.9** Estadística de estrategia y organización.

Las cinco preguntas restantes tienen un resultado negativo arrojando que la empresa no tiene una estrategia para iniciar una transformación digital, no cuenta con una gestión sólida de innovación, y no se destinan recursos necesarios para la ciberseguridad.

### Fábrica inteligente

De acuerdo con el criterio de fábrica inteligente el 25% de registro de datos se generan en tiempo real a lo largo del proceso productivos, tienen una capacidad de monitoreo moderado de variables con un valor de 7.5, existe un 40% de automatización en los procesos productivos, no existe conexión de internet en los procesos. Además, existe un grado de conocimiento bajo en cuanto a las habilidades y aptitudes tecnológicas de los involucrados a nivel de la planta para impulsar de manera proactiva un proceso de transformación digital con un valor de 2.5 y en el uso de fabricación aditiva con 1.5.



(a) Gráfico de pastel

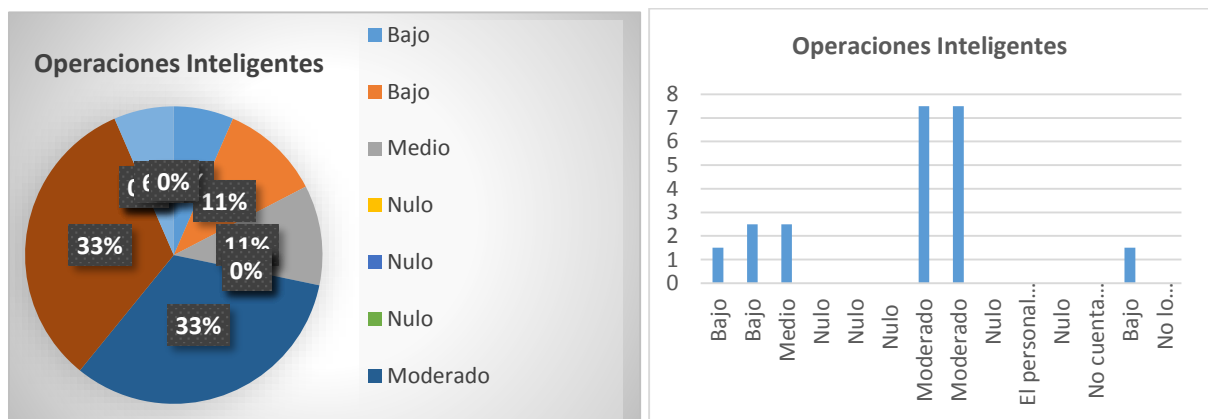
(b) Gráfico de barras

**Figura 5.10.** Estadística de fábrica inteligente.

El personal se encuentra en un nivel moderado para lograr la transformación digital con un valor de 7.5. También se determinó que la empresa no cuenta con dispositivos IOT que permite la recolección de datos de sus procesos o servicios al igual que no utiliza la inteligencia artificial para facilitar los diferentes procesos y no cuenta con un personal calificado para obtener una ventaja competitiva de la inteligencia artificial, por último, tiene una utilización del 0 % de la realidad aumentada como un medio para formar a los operarios en todos los aspectos de una herramienta o máquina. El criterio obtiene un total de 27.

### Operaciones inteligentes

De acuerdo con el criterio de operaciones inteligentes se ha determinado como baja la medida en que la organización es capaz de trasladar los datos digitalizados de sus operaciones a un software de simulación tomando un valor de 1.5 al igual que el nivel de calidad de información generada por los sistemas de información con un valor de 2.5. Por otro lado, la capacidad de compartir y disponer la información generada dentro de las distintas áreas siempre que se lo requiera y de manera remota es media y se le da una ponderación de 2.5. Además, en la empresa no se encuentran implementadas las soluciones Cloud, las herramientas Big DATA, y las herramientas de ciberseguridad, tomando un valor de 0.



(a) Gráfico de pastel

(b) Gráfico de barras

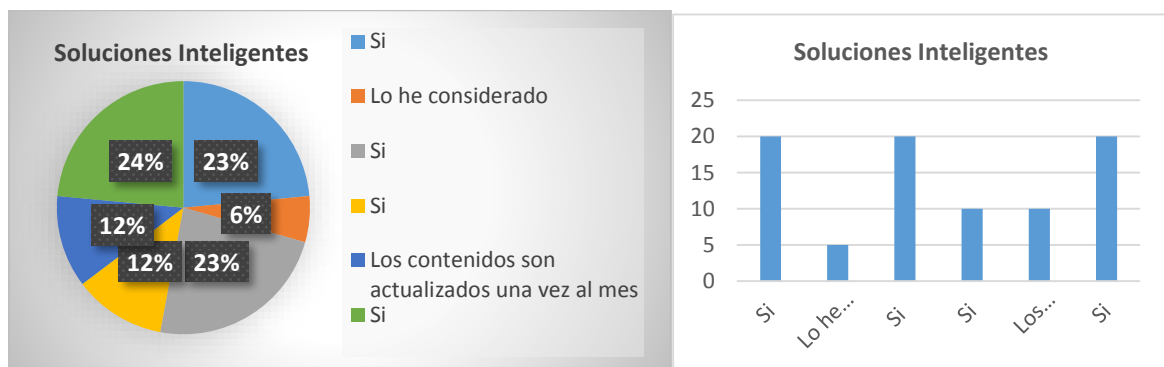
**Figura 5.11.** Estadística de operaciones inteligentes

La organización tiene una capacidad moderada de análisis de datos recopilados para la toma de decisiones al igual que es capaz de generar planes de producción de manera automática sin embargo no tienen la suficiente capacidad de aplicarlos, tomando un valor de 7.5.

El Blockchain no se aplica en la empresa, al igual que no utiliza aplicaciones de realidad aumentada para almacenar manuales, instructivos, códigos de información u otra información técnica sobre el objeto real. También tiene un bajo grado de trazabilidad que permite identificar determinado productos o servicios desde el origen hasta un punto final obteniendo un valor de 1.5 y por último no consideran necesario la gestión de inventario de suministros mediante herramientas tecnológicas por su tradicionalismo.

### Soluciones inteligentes

De acuerdo con el criterio de soluciones inteligentes la empresa si cuenta con un registro de los lotes de producción con un sistema de predicción de demanda, y también ha considerado ofrecer un producto que tenga funciones adicionales basadas en tecnología de información. Además, los datos de proceso obtenidos en la fase de producción y uso permiten ofrecer nuevos servicios.



(a) Gráfico de pastel

(b) Gráfico de barras

**Figura 5.12** Estadística de soluciones inteligentes

Los contenidos en diferentes plataformas abiertos a la interacción de usuario son actualizados una vez al mes mediante el sitio web que permite la distribución del producto tomando el criterio en su conjunto un valor de 85.

### Experiencia del cliente

De acuerdo con el criterio de experiencia al cliente la empresa elabora una base de datos con referencia a los clientes y a sus compras, analizan los datos registrados en fases de uso para ofrecer un mejor servicio, cuentan con líneas específicas para la atención al cliente y recolección de información, utiliza chatbots para dar servicio y atención a sus clientes y ofrecer un trato más personal, y los pagos digitales son seguros y están protegidos de ciberataques según la organización, sin embargo no disponen de las medidas adecuadas en ciberseguridad

y protección de datos que permita a sus clientes interactuar con la empresa de forma segura, creando una relación de confianza que posibilitará su fidelización, tomando el criterio en su conjunto un valor de 85.

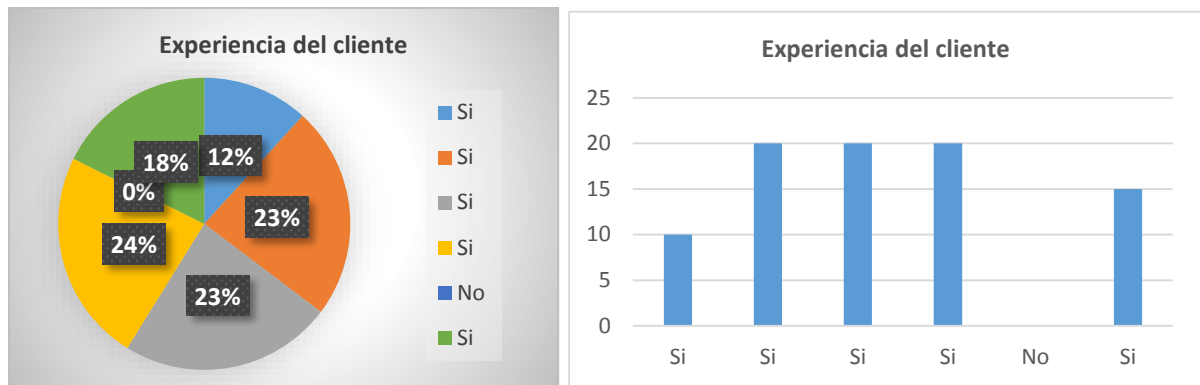


Figura 5.13 Estadística de experiencia de cliente

## Resultado final

utc		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI			Ingeniería Industrial	
DIAGNÓSTICO DE MADUREZ DIGITAL						
INICIO	CÓDIGO	6		FECHA DE REVISIÓN	viernes, 26 de noviembre de 2021	
GRÁFICOS	EMPRESA	FRILAC		NIVEL ANTERIOR	Ninguno	
RESULTADO	ACTIVIDAD	Producción		NIVEL ACTUAL	INTERMEDIO	
	REPRESENTANTE	Diego Zapata-David Herrera		PUNTUACION	240	
CRITERIO	PREGUNTAS			RESPUESTA	VALOR	TOTAL POR CRITERIO
Estrategia y Organización	1	¿Su empresa cuenta con una estrategia para iniciar el proceso transformación digital?		No	0	20
	2	¿La empresa dispone de un plan de inversión con una cantidad específica, para la implementación de soluciones digitales?		No	0	
	3	¿Está realizando esfuerzos para desarrollar habilidades que hacen falta en su organización para una transformación digital?		Si	20	
	4	¿Su empresa cuenta con una gestión sólida sistemática de innovación?		No	0	
	¿Qué tan organizada cree que está su organización para adaptar o modificar su modelo de negocio?					

Figura 5.14 nivel de madurez

Este nivel intermedio nos quiere decir que la empresa está orientando su estrategia con una visión digital transformadora. Realiza inversiones en algunas áreas, lo que permite que se recopile información de manera automática. Donde existe un número limitado de trabajadores que poseen las habilidades necesarias para el correcto funcionamiento del proceso productivo.

### 5.3.2.2. Determinación del grado de madurez digital mediante la herramienta de autodiagnóstico digital avanzada (HADA).

#### Generalidades de la herramienta HADA

El objetivo de esta herramienta es dotar a la industria de un instrumento gratuito, moderno y de calidad que permita a las empresas evaluar su nivel de madurez en relación con el paradigma

de la industria 4.0. También ofrece el nivel de impacto y utilidad de distintas herramientas 4.0 así como el grado de prioridad para su implementación.

Los resultados de esta herramienta servirán de base para una necesaria reflexión interna en la empresa donde se la aplique, en este caso en la empresa de productos lácteos “FRILAC”.

Dicho modelo de madurez digital utiliza cinco dimensiones claves en la estrategia y operaciones de la empresa:

- **Estrategia y modelo de negocio:** Se evalúa la capacidad de adaptación de la empresa al entorno y al mercado.
- **Procesos:** Analiza las capacidades digitales del modelo operativo.
- **Organizaciones y personas:** Identifica las capacidades de la empresa y su modelo de relación con otros agentes.
- **Infraestructuras:** Identifica la capacidad que la empresa tiene para la transformación de sus infraestructuras cyber físicas.
- **Productos y servicios:** Evalúa el nivel de incorporación de tecnología a los procesos y servicios.

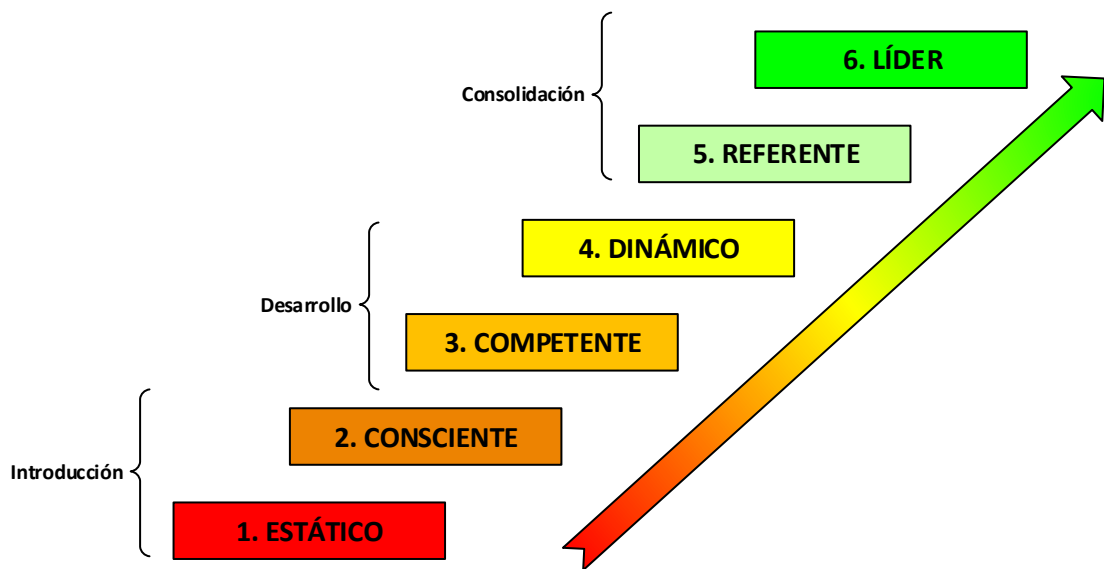
Este modelo determina 16 elementos de apoyo repartidos para cada una de estas dimensiones, los cuales son denominados como palancas, las cuales permiten impulsar a la transformación digital de las empresas hacia la madurez en la industria 4.0. Estas palancas se utilizan como guía para identificar las principales líneas de desarrollo de la empresa.

- **Estrategia**
  - Estrategia y mercado
  - Inversiones
  - Innovación
  - Sostenibilidad
- **Procesos**
  - Digitalización
  - Integración
  - Automatización
- **Organización y personas**
  - Modelo de organización y colaboración
  - Habilitadores y cualificaciones

- Formación digital.
- **Infraestructuras**
  - Infraestructuras digitales
  - Soluciones de negocio y control
  - Plataformas colaborativas
- **Producto y servicios**
  - Componentes y funcionalidades digitales
  - Protocolos y servicios interconectados
  - Recopilación, análisis y uso de datos

### Niveles de madurez digital considerados por la herramienta HADA

La herramienta considera 6 niveles de madurez digital los cuales son:



**Figura 5.15** niveles de madurez Hada

En la siguiente tabla se puede observar una explicación detallada del significado de cada nivel de madurez propuesto por la herramienta HADA:

**Tabla 5.10** Significado de cada nivel HADA

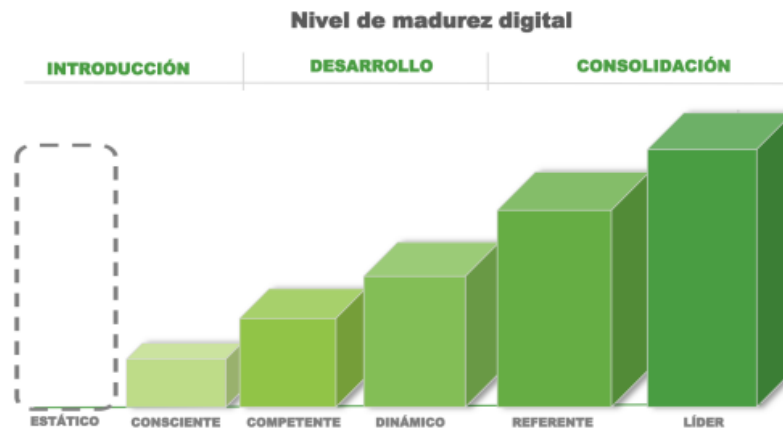
Nivel	Características
<b>Estático</b>	La empresa no cumple con ninguno de los requisitos de la industria 4.0 La empresa desconoce lo que es la industria 4.0
<b>Consciente</b>	La empresa está involucrada en la industria 4.0 a través de iniciativas piloto e inversiones en alguna área.

	<p>Algunos procesos de producción están soportados por sistemas.</p> <p>La integración de sistemas y el intercambio de información son limitados.</p>
<b>Competente</b>	<p>La empresa incorpora iniciativas de industria 4.0 en su estrategia se están haciendo inversiones de industria 4.0 en varias tareas.</p> <p>Se recogen algunos datos de forma automática, pero su explotación es limitada.</p> <p>Existe intercambio de información intraempresa y se está comenzando a integrar la información con proveedores y clientes.</p>
<b>Dinámico</b>	<p>La empresa ha definido una estrategia de transformación a la industria 4.0.</p> <p>Se están realizando inversiones de I4.0 en múltiples áreas y se promueve la introducción de nuevas soluciones de I4.0 a través de la gestión de la innovación.</p> <p>Los sistemas de producción están totalmente integrados con los sistemas de gestión, recogiendo información de manera automática y en tiempo real.</p>
<b>Referente</b>	<p>La empresa está utilizando una estrategia de industria 4.0 realizando un seguimiento con indicadores adecuados.</p> <p>Se realizan inversiones en casi todas las áreas y el proceso se apoya en la gestión de la innovación.</p> <p>Se recogen grandes cantidades de datos que se utilizan para la mejora continua.</p> <p>Se intercambia información a nivel interno y externo.</p> <p>Se utiliza soluciones de ciberseguridad en algún departamento</p> <p>Se está comenzando a explorar procesos autónomos y de autocorrección.</p> <p>Los productos incluyen funcionalidades tecnológicas que permiten la recolección y análisis de datos durante su uso.</p> <p>Se desarrollan servicios adicionales basados en dichos datos.</p>
<b>Líder</b>	<p>La empresa ha puesto en marcha su estrategia la I4.0 y realiza un seguimiento periódico del estado de la implantación de los proyectos con inversiones en todas las áreas.</p> <p>Se ha establecido la gestión de la innovación colaborativa a nivel interno y externo.</p> <p>Se han aplicado soluciones de ciberseguridad y las soluciones en la nube ofrecen una arquitectura tecnológica flexible.</p> <p>Se utilizan piezas inteligentes que se guían de forma autónoma, así como procesos que reaccionan de manera autónoma.</p> <p>Los productos cuentan con funcionalidades tecnológicas. los datos recogidos en la fase de uso de los productos se utilizan para el desarrollo de nuevos productos y servicios.</p> <p>Los servicios basados en datos representan una parte significativa de los ingresos.</p>

## Evaluación del nivel de madurez

La herramienta HADA, ofrece una evaluación completa de una organización, proporciona conocimientos sobre algunos aspectos clave del modelo de industria 4.0. El resultado obtenido es producto de una encuesta realizada con anterioridad que se sustenta junto con el informe generado por el sitio web de la herramienta HADA, (ver Anexo 2)

En base a lo antes dicho tenemos que el nivel de madurez de la empresa de productos lácteos “FRILAC” es el de **ESTÁTICO**.



**Figura 5.16** Nivel de madurez de la empresa HADA

Se observa que la empresa está en un nivel donde no cumple con ninguno de los requisitos de la industria 4.0 y desconocen lo que es la industria 4.0.

### 5.3.3. Recomendaciones.

La herramienta HADA nos recomienda los siguientes puntos para llevar a cabo un proceso de transformación a la industria 4.0, incorporando soluciones y habilitadores digitales.

- Incrementar la capacidad de los sistemas, infraestructuras y equipamientos tecnológicos, para poder implementar las herramientas 4.0. En este sentido. Se recomienda valorar la utilización de tecnologías de **CLOUD COMPUTING** para reducir la necesidad de infraestructuras físicas.
- Digitalizar procesos.
- Incorporar sistemas de información para la gestión digital de todos los procesos y equipamientos (ERP, MES, GMAO, etc.).
- Incorporar sistemas de información conectados con los proveedores, con los clientes y con la logística que permitan la realización de pedidos automáticos, facturación

electrónica, seguimiento de pedidos y plazos de entrega, gestión de logística y su seguimiento.

- Incorporar soluciones y herramientas digitales que promuevan la innovación y la sostenibilidad en los procesos de la organización.
- Incorporar herramientas que promuevan el análisis de información de todos los procesos y equipamientos en tiempo real, obteniendo indicadores clave para el negocio y facilitando la toma de decisiones.
- Promover una mayor automatización de los procesos productivos, a través de soluciones de digitalización y robótica.
- Potenciar la motivación e implicación del personal para impulsar de forma proactiva un proceso de transformación a la industria 4.0, así como potenciar sus habilidades y cualificaciones necesarias para fomentar esta implementación.
- Crear roles especializados en transformación digital e industria 4.0, que faciliten el proceso de transformación y la implantación de la estrategia, hoja de ruta y plan de inversiones.

#### **5.4. DEFINIR QUÉ HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 PUEDEN SER APLICADAS POR LA INDUSTRIA LÁCTEA “FRILAC” EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.**

##### **5.4.1. Evaluación y selección de las herramientas de la industria 4.0 que pueden ser aplicadas según el grado de madurez digital de la empresa.**

La evaluación de las posibles herramientas 4.0 que pueden ser aplicadas en la industria láctea “FRILAC” se realizó en base a los estudios antes realizados donde se evidencio el estado de la madurez que dicha empresa tiene frente a la transformación digital e introducción de la industria 4.0. Para empezar de termino cuales son las principales herramientas o habilitadores de la industria 4.0, luego de conocer estas herramientas se empezó a evaluar mediante dos herramientas que nos permitirá seleccionar las herramientas acorde a las necesidades de la industria láctea “FRILAC”, la primera herramienta en usarse es una matriz de priorización de Holmes, donde esta se encarga de comparar entre si los parámetros y clasificarlos en orden de importancia según el criterio de las personas que estén evaluando. Luego se realizó una matriz de ponderación donde se analizó las herramientas 4.0 con criterios basados en un peso asignado a diferentes variables.

**Tabla 5.11** herramientas de la industria 4.0 (habilitadores digitales)

<b>Herramientas 4.0</b>	<b>Descripción</b>
<b>1. Big data y análisis de datos.</b>	Es la capacidad de procesar cantidades masivas de información y generar reportes y conclusiones que ayuden a sacar ventaja competitiva.
<b>2. Robots autónomos.</b>	Se trata de implementar elementos tecnológicos adaptativos, capaz de trabajar de forma conjunta con otras máquinas y con personal humano, de forma segura y completamente autónoma.
<b>3. Simulaciones.</b>	Entornos y mundos virtuales que permiten realizar pruebas antes de empezar a producir un producto, funcionamiento de planta y prestación de un servicio.
<b>4. Sistemas para integración productiva</b>	Integración vertical y horizontal de los sistemas de producción e información de las empresas en una plataforma única.
<b>5. Internet de las cosas</b>	Conectividad máquinas, objetos, productos para así optimizar la toma de decisiones individualizadas en tiempo real.
<b>6. Ciberseguridad</b>	Protocolos y sistemas de seguridad que permiten proteger procesos y blindarlos contra acceso no permitido a la información.
<b>7. Cloud computing</b>	Servicios de almacenamiento en la nube que permiten tener acceso a la información fuera de la oficina, reduciendo costos, tiempo e incrementando la eficacia en los procesos.
<b>8. Fabricación aditiva</b>	Conocida como la impresión 3D, facilita a las empresas a conocer los prototipos de sus productos con más claridad.

---

**9. Realidad aumentada** Aprovechando la conectividad de los dispositivos móviles se obtiene información adicional de productos y objetos en el ecosistema de negocios.

---

#### **5.4.1.1. Matriz de priorización de Holmes**

Pasos para la elaboración de la matriz de Holmes

1. Ubicar los criterios, en este caso las herramientas de la industria 4.0 en filas y columnas.
2. Anular la diagonal donde se intersectan los criterios similares.
3. Asignar valores a los casilleros:
  - a) Si el criterio de la fila tiene más importancia que el criterio de la columna, asignar 1 y si es un caso contrario se digita 0.
  - b) Si el criterio de la columna es más importante que el criterio de la fila asignar 1 caso contrario 0.
  - c) Si los criterios tienen la misma importancia asignar 0.5.
4. Obtener la suma total por filas.
5. Determinar la sumatoria de los totales.
6. Obtener el peso de cada criterio, esto se lo hace dividiendo el total de cada fila para la suma de todos los totales.

A continuación, se presenta la matriz de Holmes utilizada para la priorización de las herramientas 4.0.

**Tabla 5.12** Matriz de Holmes

<b>Matriz de priorización de herramientas 4.0</b>												
¿Cuáles son las herramientas que pueden ser aplicadas al corto plazo en la industria FRILAC?	1. Big Data	2. Internet de las cosas	3. Computación en la nube	4. Realidad Virtual	5. Sistemas Integrados	6. Simulación	7. Ciberseguridad	8. Robots colaborativos	9. Fabricación Aditiva	Total	Peso	ORDEN de prioridad
1. Big Data		0	0	1	0,5	1	1	1	1	5,5	0,15	3
2. Internet de las cosas	1		1	1	1	1	1	1	1	8	0,22	1
3. Computación en la nube	1	0		1	1	1	1	1	1	7	0,19	2
4. Realidad Virtual	0	0	0		0	0,5	1	1	0	2,5	0,07	6
5. Sistemas Integrados	0,5	0	0	1		1	0,5	1	1	5	0,14	4
6. Simulación	0	0	0	0,5	0		1	1	0,5	3	0,08	5
7. Ciberseguridad	0	0	0	0	0,5	0		1	1	2,5	0,07	7
8. Robots colaborativos	0	0	0	0	0	0			0,5	0,5	0,01	9
9. Fabricación Aditiva	0	0	0	1	0	0,5	0	0,5		2	0,06	8
<b>Total</b>										<b>36</b>	<b>1,00</b>	

### **Análisis de los resultados**

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos determinar una prioridad para cada una de las herramientas, donde vemos que el peso 0.22 es el de mayor valor y corresponde a la herramienta de Internet de las cosas, esto corresponde a un resultado predecible ya que sin esta herramienta prácticamente no se podría aplicar ninguna de las otras herramientas de la industria 4.0, por otro lado, como segunda prioridad tenemos a la herramienta de computación en la nube con un peso de 0.19 y esto se debe a que para que todo funcione debe existir una nube donde se almacenan e interactúan los datos que se generan en todo el proceso, esta herramienta trabaja de la mano con el IoT, esta herramienta se encarga de conectar el hardware del mundo real con el mundo virtual. Como tercera prioridad tenemos la herramienta de Big Data con un peso de 0.15 que podemos interpretar como la herramienta que se encarga de manejar los datos que se empiezan a generarse del producto de la aplicación de las anteriores herramientas ya mencionadas y como cuarta prioridad está la herramienta de sistemas integrados con un peso de 0.14. El resto de herramientas corresponden a una prioridad más baja, ya que estas herramientas no se pueden implementar si antes haber realizado las más importantes que en este caso sería la implementación del Internet de las cosas y la herramienta de la computación

de la nube, por el momento según el criterio del grupo de investigación se propone iniciar con estas dos herramientas antes mencionadas, sin embargo, a continuación se hace énfasis a otra herramienta de decisión donde se seleccionará bajo otros criterios.

#### 5.4.1.2. Matriz de ponderación de herramientas 4.0

**Descripción:** Una matriz de ponderación nos permite la selección de opciones sobre la base de la ponderación y aplicación de criterios, la cual nos ayudara a determinar las herramientas 4.0 que se podría aplicar en la industria láctea “FRILAC”.

**Tabla 5.13** Matrices de ponderación de las herramientas 4.0

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>Big Data</b>		<b>Internet de las cosas</b>	
<b>VARIABLES</b>	Ponderación (a)	Calificación (b)	Total (a*b)	Calificación (b)	Total (a*b)
Inversión requerida	25	2	50	2	50
Compatibilidad con otros procesos	15	5	75	5	75
Ventaja competitiva	10	4	40	3	30
Facilidad de implementación	20	2	40	2	40
Mantenimiento	20	3	60	4	80
Capacitación	10	1	10	2	20
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>275</b>		<b>295</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>Computación en la nube</b>		<b>Realidad Virtual</b>	
<b>VARIABLES</b>	Ponderación	Calificación	Total	Calificación	Total
Inversión requerida	25	3	75	1	25
Compatibilidad con otros procesos	15	5	75	2	30
Ventaja competitiva	10	5	50	4	40
Facilidad de implementación	20	1	20	1	20
Mantenimiento	20	3	60	2	40
Capacitación	10	1	10	1	10
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>290</b>		<b>165</b>

<b>MATRIZ DE PONDERACIÓN</b>					
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>Sistemas Integrados</b>		<b>Simulación</b>	
<b>VARIABLES</b>	Ponderación	Calificación	Total	Calificación	Total
Inversión requerida	25	3	75	1	25
Compatibilidad con otros procesos	15	5	75	5	75
Ventaja competitiva	10	5	50	3	30
Facilidad de implementación	20	1	20	1	20

Mantenimiento	20	1	20	2	40
Capacitación	10	1	10	1	10
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>250</b>		<b>200</b>

MATRIZ DE PONDERACIÓN							
HERRAMIENTAS		Ciberseguridad		Robots colaborativos		Fabricación Aditiva	
VARIABLES	Ponderación	Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total
Inversión requerida	25	2	50	1	25	3	75
Compatibilidad con otros procesos	15	5	75	4	60	3	45
Ventaja competitiva	10	5	50	4	40	1	10
Facilidad de implementación	20	1	20	1	20	3	60
Mantenimiento	20	1	20	1	20	1	20
Capacitación	10	1	10	1	10	1	10
<b>TOTAL</b>	100,00		<b>225</b>		<b>175</b>		<b>220</b>

**Tabla 5.14** tabla de resumen

herramientas 4.0	Puntaje ponderado
1. Big Data	275
2. Internet de las cosas	<b>295</b>
3. Computación en la nube	<b>290</b>
4. Realidad Virtual	165
5. Sistemas Integrados	250
6. Simulación	200
7. Ciberseguridad	225
8. Robots colaborativos	175
9. Fabricación Aditiva	220

Luego de realizar este análisis podemos ver en la tabla 5.14 que los procesos las herramientas de Internet de las cosas y Computación en la nube (*Cloud Computing*) cuentan con el mayor puntaje, esto quiere decir que se implementará y justamente coincide con el análisis obtenido en la matriz de Holmes, entonces se puede determinar que estas herramientas son las que se van a utilizar en el proceso de pasteurización, coagulación y almacenamiento.

## 5.4.2. Descripción y caracterización de las herramientas seleccionadas

### 5.4.2.1. Computación en la nube (*Cloud computing*) vinculado a los servicios de IoT.

En el marco conceptual determinamos que la computación en la nube es una tecnología que permite ofrecer algún tipo de servicio mediante el uso de una red de internet, teniendo como base la accesibilidad a servidores desde cualquier punto y en cualquier momento.

Esta herramienta presenta características interesantes para su uso en conjunto con el internet de las cosas, ya que permite bastante accesibilidad, almacenamiento y gestión de los datos recogidos por los dispositivos implementados en campo, ofreciendo una capacidad de adaptación y respuesta inmediata.

#### **Cloud computing y sus modelos de servicio**

El (As a service) significa que se trata de un servicio o producto que se ofrece por internet ya sea gratuito o de paga y que puede ser redimensionado según las necesidades de una empresa.

Dentro de los servicios que ofrece el cloud computing tenemos los siguientes:

- **SaaS (*Software as a Service*) software como servicio:** Es el más utilizado, se trata de cualquier servicio basado en la web para su uso inmediato, el usuario no instala nada adicional, ni se encarga del mantenimiento, la responsabilidad de mantener el servicio en funcionamiento, así como el hardware y el software recae completamente en el proveedor, este servicio suele ser pagado o gratis. Ejemplos: Google Docs, Gmail, Dropbox, WhatsApp.
- **PaaS (*Platform as a Service*) Plataforma como servicio:** Este modelo de servicio está dedicado a desarrolladores de software, este tipo de modelo de servicio que es proporcionado por proveedores es cuando entregan desde internet un sistema totalmente en funcionamiento, con toda la infraestructura física, debidamente configurada y virtualizada, con sistemas operativos, sistemas de gestión de datos, con herramientas de diseño y desarrollo, con soporte técnico para lo todo lo antes mencionado donde el usuario solo se encarga de programar. Ejemplo: Google App Engine, Openshift, Cloud Application de Oracle, etc.
- **IaaS (*Infraestructura as a Service*) Infraestructura como servicio:** Es cuando el usuario contrata y alquila equipos informáticos con una plataforma de virtualización con su procesamiento, su capacidad de almacenamiento, memoria RAM, a un proveedor a través de internet. El proveedor se encarga de su instalación, reparación,

mantenimiento, funcionamiento y seguridad, en esta modalidad el proveedor se encarga de proporcionar el software necesario para que el usuario pueda administrar la infraestructura que ha contratado. Ejemplo: Amazon web Services, Google compute engine, Microsoft Azure, etc.

### Plataformas de cloud computing para IoT

La necesidad de gestionar de forma ágil y eficiente los datos generados por los sistemas de IoT surgen plataformas de computación en la nube que ofrecen servicios orientados al IoT. Existen 2 tipos de plataformas de computación en la nube, las plataformas de Fuente abierta (*Open Source*) y las de Fuente no abierta (*No Open Source*).

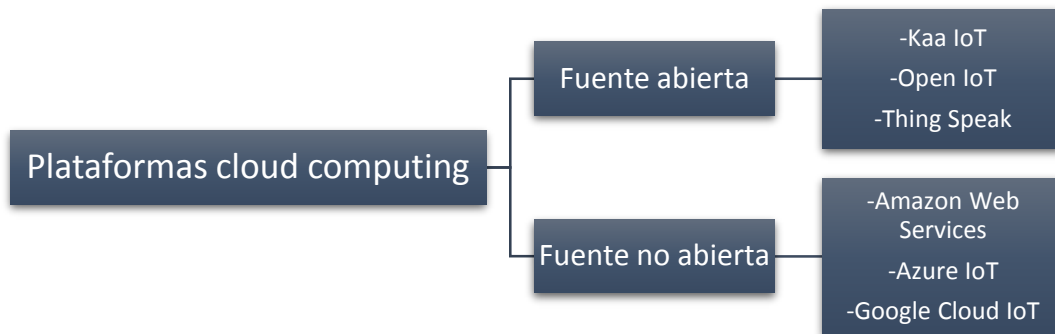


Figura 5.17 plataformas de cloud computing

### Plataformas de Fuente abierta (*Open Source*)

#### Plataforma Kaa IoT

Es una plataforma que cuenta con tecnología de software intermedio (*middleware*), esta es de código abierto con aplicaciones enfocadas al ámbito empresarial a cualquier escala, las características más representativas son:

- **Arquitectura de micro servicios:** tiene un alto grado de personalización ya que se pueden reorganizar e integrar con sistemas de terceros.
- **Independencia de la tecnología:** los desarrolladores tienen libertad para implementar aplicaciones con cualquier lenguaje de programación.
- **Uso de protocolos abiertos:** el protocolo MQTT es el utilizado de forma predeterminada por Kaa, pero también puede utilizar el protocolo CoAP.
- **Seguridad:** los certificados TLS o DTLS son los certificados usados por defecto en las comunicaciones de Kaa con los dispositivos.

- **Soporte en puerta de enlace:** permite conectar los dispositivos directamente de forma individual o mediante una conexión multiplexada donde varios dispositivos utilizan la misma conexión al servidor.
- **Soporte de proveedores:** ofrece asistencia profesional y soporte del proveedor

### Plataforma Open IoT

Así como la anterior plataforma esta también cuenta con un software intermedio (*middleware*) y es de código abierto que unifica el IoT con los servicios de computación en la nube. Su construcción permite una configuración flexible y la creación de algoritmos que permiten recoger y filtrar los diferentes flujos de datos procedentes de los elementos conectados a internet. Las características más representativas son:

- **Monitoreo:** tiene la capacidad de monitorizar el estado de los servicios de IoT, los datos que se manejan en cada uno y el estado de los sensores correspondientes.
- **Visualización:** se puede visualizar la información correspondiente a los servicios de IoT en diferentes formatos como mapas, gráficos de diferentes tipos.
- Cuenta con la posibilidad de desarrollar aplicaciones sencillas prácticamente sin programar, lo que agiliza el proceso de creación de dichas aplicaciones.

### ThingSpeak

Esta plataforma de análisis de IoT es de código abierto, permite la recogida de los datos captados por los sensores, su almacenamiento en la nube y su posterior visualización y análisis. Además, esta plataforma posibilita la creación de prototipos y construcción de sistemas IoT sin tener que configurar los servidores. Las características más representativas son:

- **Configuración sencilla:** cuenta con una configuración sencilla en los dispositivos que efectúan la recogida de los datos y envió de estos a la nube haciendo uso de protocolos de IoT más comunes.
- **Análisis:** esta plataforma ofrece análisis de datos almacenados, también tiene acceso a MATLAB. Esto permite visualizar los datos en diagramas y gráficos, facilita la obtención de algoritmos, patrones o modelos predictivos para sistemas IoT.
- **Respuestas automáticas:** estas respuestas se generan según el resultado de análisis de dichos datos, pudiendo crear alertas y comunicarse a través de servicios de terceros.

## **Plataformas de Fuente No Abierta (*No Open Source*)**

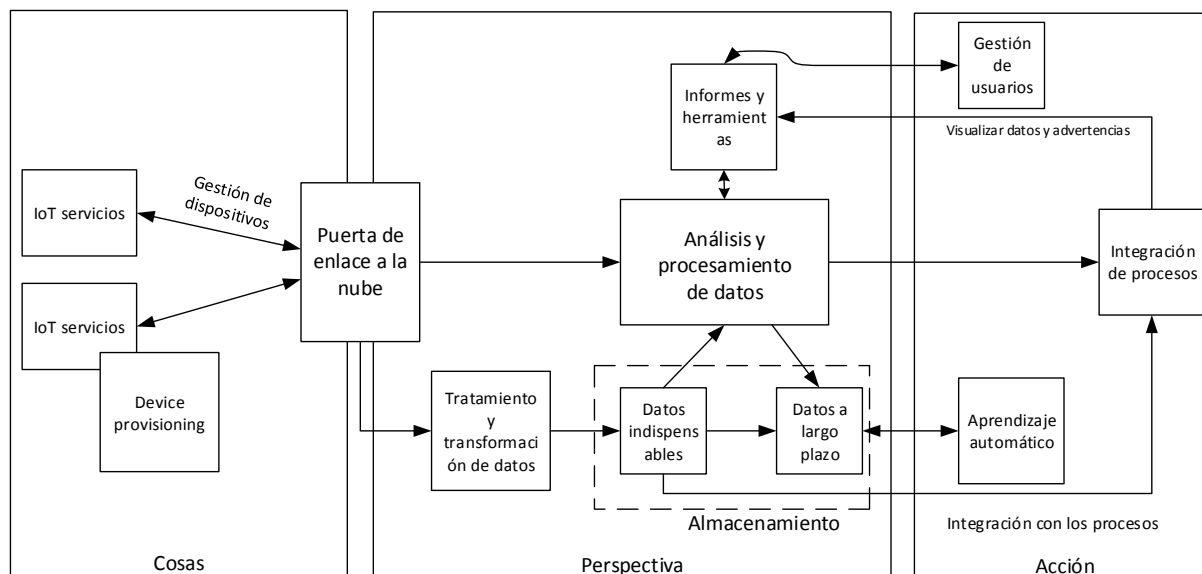
### **Amazon Web Services IoT (AWS IoT)**

Esta plataforma de Amazon es un servicio que tiene como finalidad el poder recopilar, almacenar y analizar datos recogidos de los elementos conectados a internet, pudiendo crear también aplicaciones destinadas a los usuarios con el objetivo de que puedan controlar estos dispositivos, AWS consigue esto mediante la comunicación bidireccional entre sensores, actuadores y dispositivos inteligentes con la nube de AWS. Este está integrado directamente con otros servicios de AWS como son: Amazon S3 (almacenamiento escalable en la nube de AWS), Amazon DynamoDB (bases de datos) y AWS Lambda (ejecución de código en servidores virtuales de Amazon EC2). Las características más representativas son:

- **Device shadow:** es un servicio con el que se publica información del estado de los elementos conectados para que se pueda usar por aplicaciones u otros dispositivos conectados.
- **Gateway de dispositivos:** permite una comunicación más segura y eficaz con AWS.
- **Agente de mensajes:** para esto se utiliza MQTT sobre WebSocket para la publicación y recepción entre los dispositivos y aplicaciones AWS.
- **Seguridad:** dispone de servicios de seguridad e identidad, protegiendo el envío de datos desde los dispositivos con credenciales.
- **Servicio de Jobs:** este servicio permite especificar un conjunto de operaciones remotas a uno o más dispositivos para que sean ejecutadas.

### **Microsoft Azure IoT**

La plataforma Azure perteneciente a Microsoft ofrece a los usuarios la capacidad de crear soluciones IoT según sus necesidades, utilizando distintos tipos de tecnologías y soluciones de IoT propias de Azure dando como resultado una gran flexibilidad para que el usuario pueda adaptarlo a sus necesidades. Microsoft Azure nos muestra una arquitectura de referencia para posibles aplicativos:



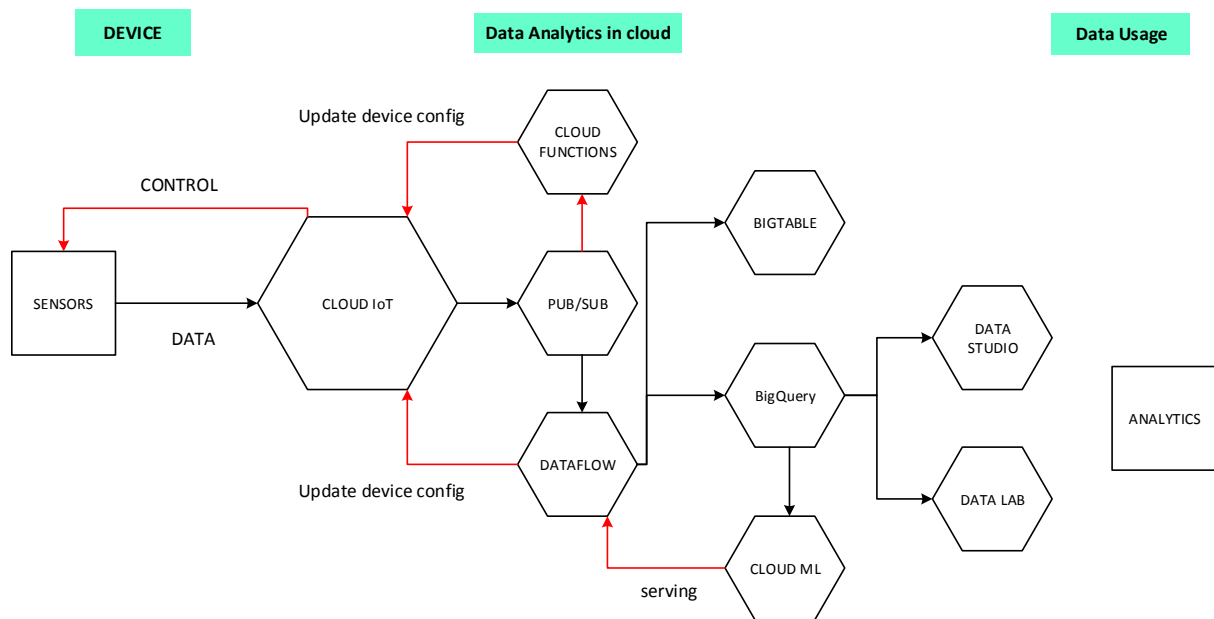
**Figura 5.18** Microsoft Azure IoT

### Arquitectura de Azure IoT

- **Servicios IoT:** hace referencia a los dispositivos que registran y se conectan a la nube para el envío y recepción de datos.
- **Puerta de enlace a la nube (Cloud Gateway):** consiste en una puerta de enlace en la nube para la conexión y envío de datos, administración y control de los dispositivos.
- **Device provisioning:** permite el registro de dispositivos, conectar grupos de dispositivos y asignarlos a un punto final de Azure IoT.
- **Análisis y procesamiento de datos (Stream processing):** se trata del análisis y procesado de grandes flujos de datos.
- **Almacenamiento:** en Azure IoT el almacenamiento de datos se divide en **Datos indispensables** conocidos como (*warm path storage*) que corresponde a donde se almacenan los datos que necesitan estar disponibles de forma instantánea para informes de visualización. Así como los **Datos a largo plazo** conocidos como (*cold path storage*) que corresponde a donde se almacenan los datos que van a ser procesados a largo plazo.
- **Transformación de datos (Data Transformation):** consiste en el tratamiento y transformación de datos.
- **Integración de procesos empresariales (Business process integration):** se integran los procesos empresariales, esto permite llevar a cabo acciones de forma automática en función de la información que ofrecen los datos de los dispositivos.
- **Gestión de usuarios (User management):** esta permite gestionar las acciones que pueden realizar los usuarios en los dispositivos.

## Google Cloud IoT

La plataforma de IoT desarrollada por Google está compuesta por un conjunto de herramientas que hacen posible tanto la conexión de dispositivos como el procesamiento, almacenamiento y análisis de datos en la nube. Esta plataforma es compatible con gran variedad de sistemas operativos, el más destacado es Debian de Linux.



**Figura 5.19** Google Cloud IoT

Google Cloud IoT sugiere la arquitectura de referencia mostrada en la Figura 5.16, donde se puede evidenciar algunas de las herramientas que esta plataforma propone para soluciones de IoT. A continuación, se detalla estas herramientas:

- Cloud IoT Core: es el servicio más importante de esta plataforma, sirve para conectar y gestionar los datos de los diferentes dispositivos, ofreciendo seguridad en el proceso.
- Cloud Pub/Sub es un servicio de mensajería que permite la comunicación entre aplicaciones independientes, así como la distribución de datos entre proyectos y aplicaciones en entornos híbridos.
- BigQuery es una herramienta que se caracteriza por almacenar los datos sin servidor que hace uso del lenguaje SQL y es altamente escalable según las necesidades de almacenamiento.
- Cloud Dataflow es una herramienta que procesa los datos en tiempo real y por lotes, su principal característica es su fiabilidad y su alta capacidad de procesamiento ya que no necesita servidor.

- Cloud Machine Learning Engine es la herramienta encargada de ofrecer servicios de preparación en función del análisis de datos que se ha realizado.

#### 5.4.2.2. El internet de las cosas IoT (Internet of things).

Los elementos básicos o capacidades que conforman el internet de las cosas son:

- Identification (identificación)
- Sensing (detección)
- Communication (comunicación)
- Computation (computación)
- Services (servicios)
- Semantics (semántica)

Todos estos elementos conforman el IoT (internet of things), donde la **identificación** es lo primero que debe contar en un sistema de IoT. Existen sistemas de identificación que ofrecen una ID única a cada elemento dentro de una red, es decir un nombre específico para cada elemento. Algunos de estos métodos de identificación para el IoT son: **uCode system o EPC** (*Electronic Product Code*). Por otro lado, se debe considerar una dirección para cada uno de los objetos dentro de la red, donde se hace uso de lo protocolo IPv6, IPv4 o 6LoWPAN eta ultima para redes de baja potencia.

La **detección** se trata de la recopilación de la información deseada de los objetos que se encuentran en la red. Esta información es recogida por sensores o actuadores normalmente conectados a placas hardware de bajo coste, por ejemplo, el uso de Raspberry Pi, Arduino etc.

La **comunicación** tiene como objetivo la conexión inalámbrica entre los nodos que conforman el sistema de IoT. Existen varias tecnologías que se usan comúnmente para los sistemas de IoT, en función del alcance y prestaciones que ofrecen, podemos encontrar; tecnologías móviles 3GPP de cuarta generación (4G) y quinta generación (5G), entre ellos, NB-IoT; Lora/LoRaWAN; WiFi; Bluetooth, etc.

La **computación** hace referencia al procesamiento de los datos, el cual se puede realizarse desde diferentes tipos de plataformas. Tenemos las plataformas propietarias y por otro lado las plataformas en la nube (*Cloud Computing*), las cuales permiten ofrecer servicios a los usuarios sin requerir información sobre su funcionamiento específico. Este último tipo se desarrollada con mayor detalle más adelante en este mismo documento.

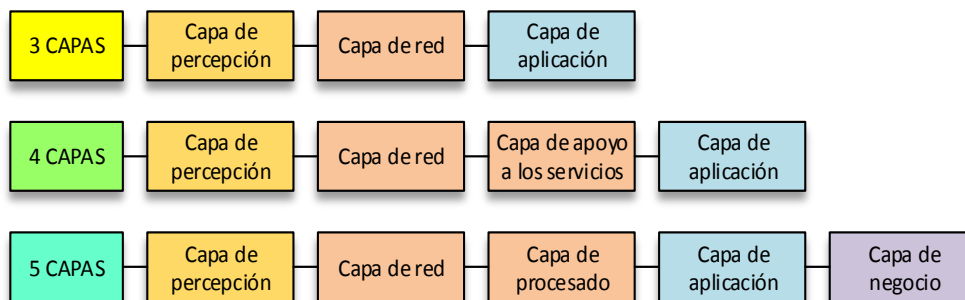
Los **servicios** gestionan los datos brindando diferentes servicios a los usuarios, en este ámbito podemos establecer servicios tales como:

- **Servicios de identidad vinculada:** donde se identifican y vinculan objetos entre el mundo real y el mundo virtual. Este tipo de servicio es el que tiene más importancia y su uso es más sencillo.
- **Servicios de agrupación de información:** hacen referencia a los que llevan a cabo la recopilación y asociación de los datos que se necesitan para las aplicaciones IoT.
- **Servicios de cooperación:** estos servicios colaboran con los servicios anteriores haciendo uso de sus datos para la forma de decisiones consecuentes.
- **Servicios ubicuos:** proporcionan servicios de cooperación independientemente del momento y lugar.

El último de los elementos del IoT es la **semántica** donde básicamente es aquí donde se ofrecen los servicios de la aplicación del usuario final gracias a todos los datos que han sido analizados y procesados.

### Arquitectura de un sistema IoT

En la actualidad existen diversos modelos de arquitecturas para este tipo de aplicaciones, pero los más utilizados son los que a continuación se describen:



**Figura 5.20.** Arquitecturas de los sistemas IoT

### Modelo de arquitectura (3 capas)

Este modelo como su nombre lo indica está formado por 3 capas como se observa en la ilustración XX, se trata de una de las más básicas de las estructuras.

- **Capa de percepción:** en esta capa interactúan los sensores, recopilando información de parámetros físicos presentes en un proceso.

- **Capa de red:** esta capa se encarga de la conexión entre dispositivos inteligentes, o de la conexión de estos con los servidores, en la arquitectura de 3 capas esta capa de red se encarga de transmitir y procesar los datos recogidos por los sensores.
- **Capa de aplicación:** esta capa es responsable de dar los servicios a cada tipo de aplicación a los usuarios.

Este modelo de arquitectura basado en 3 capas nos permite darnos una idea básica de lo que supone es una red de IoT, este modelo sirve para aplicaciones sencillas que no requieren una ampliación de las capacidades de red, por otro lado, no es suficiente para llevar a cabo investigaciones más elaboradas sobre el IoT

#### **Modelo de arquitectura (4 capas)**

Esta arquitectura tiene bastante similitud a la anterior, su diferencia más destacada con respecto a la arquitectura de 5 capas es que esta no cuenta con la capa de negocios, en la cual se gestiona todo el sistema de IoT, incluyendo ganancias y la privacidad de los usuarios.

#### **Modelo de arquitectura (5 capas)**

- **Capa de percepción o de objetos:** al igual que los anteriores modelos, en este se hace referencia a los elementos físicos, tales como sensores los cuales captan la información requerida.
- **Capa de red o de abstracción:** la capa de red se encarga de transferir los datos recogidos por los sensores en la capa de percepción hasta la capa de procesamiento de datos y viceversa a través de redes (Nb-IoT, Lora, LAN, Bluetooth, RFID, NFC, entre otros)
- **Capa de procesado de información:** en esta capa se almacenan y analizan los datos que llegan de la capa de red. Así mismo se gestionan y proporcionan diferentes servicios a las capas inferiores. También se emplean otras herramientas de la industria 4.0 las cuales son el *Cloud computing* y módulos de procesamiento de *Big Data*.
- **Capa de aplicación:** esta capa es responsable de dar los servicios de cada tipo de aplicación a los usuarios, entre los tipos de aplicaciones donde se puede implementar el IoT tenemos la agricultura, hogares inteligentes, procesos, etc.
- **Capa de negocio:** esta capa gestiona todo el sistema IoT, los servicios y sus resultados, incluyendo aplicaciones, modelos de negocio, ganancias y privacidad de los usuarios.

También ofrece la posibilidad de realizar optimizaciones y mejoras en el sistema de IoT. Por ello la mayoría de fabricantes hacen uso de la arquitectura que contenga esta capas

### **5.4.3. Estudio de requerimientos necesarios para la aplicación de las herramientas 4.0 que permitan la mejora del proceso.**

Para el estudio de requerimientos el proyecto se basará en normativas internacionales de transformación digital, ya que en el país aún no existe ninguna ley ni especificación que sea del ámbito de transformación digital. Entonces para enriquecer el conocimiento acerca de los requerimientos se utilizó la especificación UNE 0060 Sistema de gestión para la digitalización.

#### **5.4.3.1. Especificación de la Industria 4.0 UNE 0060 (Sistema de gestión para la digitalización).**

Esta especificación UNE tiene por objeto describir los requisitos para que una industria de cualquier tamaño y/o actividad sea considerada como Industria Digital.

La especificación utiliza una estructura de alto nivel HLS (*High Level Structure*) propuesta por ISO para los sistemas de gestión. La implantación de esta especificación pretende beneficiar a una industria digital que pretende mejorar la eficiencia de sus procesos clave de negocio, fomentar la creación de una cultura digital en las personas (con la capacitación y formación que ello requiera) e impactar positivamente en el proceso de transformación de su modelo de negocio [25].

#### **Beneficios de la especificación:**

- Compatible con otros estándares internacionales.
- Compatible con los ejes del modelo de madurez digital (HADA).
- Útil para todo tipo de empresas.

#### **Elementos que la industria debe identificar y realizar un análisis actualizado:**

- Los procesos.
- Las tecnologías.
- El enfoque de la empresa en el mercado.
- Sus productos finales.
- Su gestión del personal y cultura organizativa.
- Sus procesos de venta on line.

- Su modelo de negocio.
- La relación con el cliente.

#### **5.4.3.1.1 Contexto de la industria digital**

La organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes en el contexto digital en el que lleva a cabo sus actividades y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos [25].

##### **Se debe(n):**

- Definir y documentar el alcance del sistema de gestión para la digitalización.
- Redefinir digitalmente el modelo de negocio, revisando su propuesta de valor y determinando nuevas estrategias para aumentar su eficiencia/eficacia.
- identificar las necesidades y expectativas de cada una de las partes interesadas.

#### **5.4.3.1.2 Liderazgo**

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto a la digitalización de la organización [25].

##### **Se debe(n):**

- Asegurar que se establezcan objetivos alineados con la dirección estratégica.
- Asegurar recursos necesarios para la digitalización.
- Asignar responsabilidades para la gestión de la digitalización.
- Asegurar que se logran los resultados.
- Promover la mejora continua.

#### **5.4.3.1.3 Planificación**

Al planificar su digitalización, la organización debe considerar las cuestiones referidas al cliente y al resto de partes interesadas [25].

##### **Se debe(n):**

- Asegurar que la digitalización pueda lograr sus resultados previstos.
- Identificar, evaluar y priorizar las oportunidades de las herramientas 4.0 y los riesgos de los inhibidores 4.0.
- Prevenir nuevos riesgos de la digitalización.

### **Objetivos de alto nivel:**

- Mayor flexibilidad y eficiencia en los medios productivos.
- Mejora de la sostenibilidad a largo plazo de la organización.
- Impulso hacia la innovación.

### **Inhibidores de la digitalización:**

- Falta de estrategia.
- Resistencia al cambio.
- Inversión económica.
- Falta de conocimiento.
- Cliente no digitalizado.
- Falta de agilidad.

### **Lista de posibles oportunidades de naturaleza tecnológica en la digitalización para la empresa.**

#### **Conectividad**

- Aplicación de redes de nueva generación.
- Aplicación de tecnologías de computación en la nube.
- Aplicación de ciberseguridad.
- Aplicación de internet de las cosas (IoT).

#### **Aplicaciones del cliente**

- Aplicación de uso de apps.
- Aplicación de plataformas colaborativas, redes sociales.

#### **Datos digitales**

- Aplicación de Analytics y Big Data.
- Aplicación de computación cognitiva.

#### **Automatización**

- Aplicación de robots colaborativos.
- Aplicación de sensores.
- Aplicación de impresoras 3D.

#### **5.4.3.1.4 Apoyo**

##### **Infraestructura**

La organización debe determinar y proporcionar la infraestructura (por ejemplo, tecnológica) necesaria para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua de su digitalización, así como los recursos económicos y financieros necesarios para lograrlo [25].

##### **Se debe(n)**

- Disponer de una planificación económica financiera.
- Disponer de infraestructura de computación en la nube (Cloud Computing).
- Disponer de tecnología de conectividad para los sistemas de información.
- Disponer de tecnología de almacenamiento y procesamiento de datos estructurados y no estructurados.
- Disponer de tecnología de ciberseguridad, que asegure la confidencialidad, la integridad, la disponibilidad y la privacidad de la información.

##### **Competencia, talento y capital humano**

La organización debe contar con capital humano con habilidades y competencias suficientes en el ámbito digital para asegurar la digitalización de sus procesos y actividades y su evolución en el tiempo [25].

##### **Se debe(n):**

- Identificar las personas involucradas en los procesos, especialmente en los procesos clave de negocio.
- Asegurar que las personas poseen los perfiles, incluyendo las competencias digitales definidas anteriormente, con criterios basados en la educación, formación especializada o experiencia apropiadas y asegurar también el mantenimiento y actualización de los conocimientos necesarios para el desempeño de las funciones digitales.

##### **Información documentada**

La digitalización de la organización debe basarse en información documentada.

##### **Debe:**

- Existir un mapa de procesos de la organización.
- Existir un organigrama funcional de la organización.

- Existir un diagrama de arquitectura tecnológica.
- Existir una planificación detallada de digitalización.

#### **5.4.3.1.5 Operación**

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios, en especial los identificados como procesos clave de negocio [25].

##### **Debe(n):**

- Controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos.
- Focalizarse en aquellos procesos que tengan un impacto significativo en los ingresos, costos o experiencia de sus clientes.
- Tener una estrategia de recopilación, análisis y uso de datos relevantes, fomentando la implantación de tecnologías que lo faciliten, orientada a la toma de decisiones.
- Disponer de conexión a internet a través de redes que soporten las capacidades y velocidades que exigen las nuevas demandas de una industria digital.
- Disponer de tecnología móvil (smartphones, smartwatches, wearables o tablets) aplicada a los procesos clave de negocio, utilizando sus prestaciones de sonido e imagen.
- Conectar usando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT).
- Se debe disponer de tecnologías de computación en la nube (cloud computing), ya sean privadas, públicas o híbridas, que ofrezcan una capacidad de almacenamiento y procesamiento de la información con la eficiencia acorde a lo requerido por los procesos clave de negocio.
- Se deben considerar técnicas de procesado masivo en tiempo adecuado de los datos

#### **5.4.3.1.6 Seguimiento, medición y evaluación.**

Se debe determinar a qué es necesario hacer seguimiento, qué es necesario medir, con qué método y cuándo debe hacerse.

#### **5.4.3.1.7 Mejora continua.**

La organización debe analizar periódicamente y con un enfoque de mejora continua, la idoneidad, adecuación y eficacia de la digitalización implementada en sus actividades, procesos y productos y debe implantar las acciones de mejora.

### **5.4.3.2. Requerimientos de Cloud computing e IoT**

#### **5.4.3.2.1 Plataforma Amazon Web Services (AWS)**

Las grandes empresas de fabricación de tecnologías han comenzado a brindar servicios de cloud computing, que se basa en brindar servicios informáticos (procesamiento, almacenamiento de información, ancho de banda para lectura y escritura, etc.), escalables y bajo demanda con un pago que varía mensualmente acorde a lo efectivamente utilizado.

El presente trabajo propone utilizar la plataforma de cloud computing AWS (Amazon web Services) ofrecida por la empresa AMAZON, dicha plataforma cuenta con un modelo de servicio es **PaaS (Plataforma como servicio)**, y fue elegida considerando las siguientes cuestiones:

- AWS ofrece un plan de soporte que viene con el servicio. Contacto en 24x7 con 1 hora de tiempo de respuesta.
- Con respecto a la seguridad de su servicio Cloud AWS cuenta con más de 20 certificaciones de clase mundial, lo que nos garantiza que la integridad, fiabilidad, disponibilidad y autenticidad de nuestros datos estarán garantizados con base en los estándares más altos exigidos por la industria.

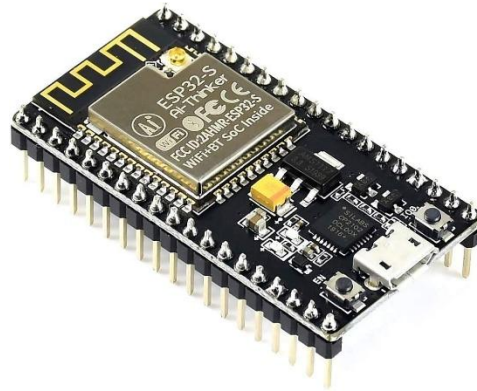
#### **5.4.3.2.2 Componentes sugeridos para AWS**

##### **Arduino IDE**

El IDE es un conjunto de herramientas de software que permiten a los programadores desarrollar y grabar todo el código necesario para hacer que Arduino funcione como se desea. El IDE de Arduino nos permite escribir, depurar, editar y grabar nuestro programa (llamados “sketches” en el mundo Arduino) de una manera sumamente sencilla, en gran parte a esto se debe el éxito de Arduino, a su accesibilidad [26].

##### **Tarjeta de desarrollo ESP32**

Esta placa tiene la gran ventaja de soportar conexiones WiFi, Bluetooth y permite trabajar con varios sensores. La forma de programarla puede ser con el IDE de Arduino.



**Figura 5.21** Tarjeta de desarrollo ESP32

**Descripción del componente:** Fabricado por Tresd print tech, esta tarjeta cuenta con Wifi, Bluetooth y BLE. Tiene un CPU de dos núcleos de hasta 240Mhz que se pueden controlar independientemente. Además, integra internamente una gran cantidad de periféricos. El punto fuerte de esta plataforma es su gran comunidad en internet que le brinda soporte y desarrolla constantemente nuevas herramientas para su uso. Para su desarrollo cuenta con gran variedad de software, lenguajes de programación, frameworks, librerías, códigos, y otros recursos. Los más comunes a elegir son: Esp-idf desarrollado por el fabricante del chip, Arduino (en lenguaje C++), Simba Embedded Programming Platform (en lenguaje Python), MicroPython, LUA, Basic. La tarjeta NodeMCU posee un regulador de voltaje en placa que le permite alimentarse directamente del puerto USB. Los pines de entradas/salidas trabajan a 3.3V. El chip CP2102 se encarga de la comunicación USB-Serial.

- **Precio: \$349 a \$420 aprox**

### **Sensores o actuadores**

En este caso solo nos centraremos en el proceso de pasteurización ya que de este proceso se generan los siguientes subprocesos por lo cual proponemos nuevos sensores en paralelo de la marca BAUMER que servirán para la medición en paralelo de temperatura para el ciclo de calentamiento y enfriamiento, así como para el control de caudal, estos sensores están diseñados de tal manera que se puedan conectar a un entorno IoT [27].

## PF20H Flex Flow

*FlexFlow PF20H*



FDA  IO-Link 

**Figura 5.22.** PF20H Flex Flow

Este sensor mide la velocidad y la temperatura del caudal al mismo tiempo, lo que conlleva a la reducción de los esfuerzos de instalación y mantenimiento y por ende la reducción de costos es notable, tiene un rango de medición de caudal de 10 a 400cm/seg y una tolerancia al error de máximo +/- 2% (+/- 8cm/seg), es ideal para aplicaciones de altas y bajas temperaturas.

- **Precio: \$ 538.92**

## **Sensor de coagulación: Reflectronics 196 Stainless CoAguLite Sensor 4-20ma D366619**

La tecnología de control de la coagulación de la leche CoAguLite se basa en su capacidad para medir con precisión las tasas de reacción enzimática en la cuba. Lo hace midiendo el parámetro T1MAX1, que es el tiempo después de agregar la enzima cuando el cambio en la retro dispersión de la luz está en su punto máximo. La tecnología se utiliza para predecir con precisión el tiempo de corte de la tina de acuerdo con la fórmula Tiempo de corte previsto (PTCUT) = T1MAX1 x Beta x f (proteína). Beta es un parámetro seleccionado en la planta por los queseros para replicar su juicio sobre el punto óptimo de corte. La precisión de medición de la tecnología, expresada por un coeficiente de varianza (CV), se ha determinado entre 1,1 y 1,8%. (El CV se calcula dividiendo la desviación estándar por la media). Seleccionamos conservadoramente 1,8 % para la precisión de PTCUT. Esto significa que, si el verdadero tiempo de corte es de 30 minutos, la tecnología de control de la coagulación de la leche CoAguLite puede predecirlo con una desviación estándar de 0,54 minutos (32,4segundos) [28].

- **Precio: \$2.000**

## 5.5. SOLUCIÓN PROPUESTA

### 5.5.1. Descripción general de la solución.

Se estima que gracias a la implementación de la metodología de transformación digital mediante el uso de las herramientas 4.0 mejore la eficiencia del proceso de elaboración de quesos de la empresa de productos lácteos “FRILAC”, esto gracias a su gran aporte en los procesos clave de la industria. Permitiendo así que la empresa reduzca sus pérdidas de producción. A continuación, se describe los cambios estimados:

Se espera que la empresa ya no genere perdidas quedando su producción de quesos de 450gr de la siguiente manera:

**Tabla 5.15.** Materia prima receiptada

Litros de leche cruda recibida por día. (litros)							
Datos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Entrada MP litros/día	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Producción quesos/día	700	700	700	700	700	700	700

**Tabla 5.16.** Producción estimada de queso fresco

Datos	Producción estimada			
	Semana		Mes	
	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Entrada MP lt/día	25200	litros/sem	100800	litros/mes
Producción quesos/día	4900	quesos/sem	19600	quesos/mes

**Tabla 5.17.** Datos de la solución propuesta.

Datos		
Entrada de MP	100800	lt/mes
Producción	19600	quesos/mes
P.V.P.	2,25	\$/unidad
costo de producción	1,36	\$/unidad
Salida de MP	3150	litros/día
	22050	litros/sem
	88200	litros/mes

Para obtener la salida de materia prima se toma en cuenta que para cada kilogramo de queso se necesita 10 litros de leche, sabiendo que un queso producido por la industria láctea “FRILAC” pesa 450gr (0.45kg) por medio de una regla de tres se obtiene que para cada queso de 450gr se necesita 4.5 litros de leche lo cual multiplicado por los 700 quesos diarios que se estima producir gracias a la solución presentada, obtenemos un total de 3150 litros consumidos de los 3600 litros que se receiptan en las mañanas.

Para determinar la eficiencia física del proceso se utilizará la ecuación antes vista en el planteamiento del problema, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia Fisica} = \frac{\text{Salida util de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}}$$

$$EF = \frac{88200 \text{ litros/mes}}{100800 \text{ litros/mes}}$$

**Eficiencia física estimada = 0.875**

Para obtener la siguiente eficiencia es necesario conocer el precio de venta estimado y el costo de producción estimado:

**Tabla 5.18.** Costos estimados

Costos estimados			
P.V.P.	\$	44.100,00	\$/mes
costo de producción	\$	26.656,00	\$/mes

$$\text{Eficiencia Economica} = \frac{\text{ventas}}{\text{gastos o costos}}$$

$$\text{Eficiencia Economica} = \frac{44100 \text{ \$/mes}}{26656 \text{ \$/mes}}$$

**Eficiencia Económica estimada = 1,65**

Para hacer una comparación utilizaremos la fórmula de incremento, así se determinará que tan drástico es el aumento:

Eficiencia física actual EF1: **0,83**

Eficiencia física estimada EF2: **0.87**

$$\text{Incremento}(\Delta) = \frac{(EF2 - EF1)}{(EF1)} * 100$$

$$\text{Incremento}(\Delta) = \frac{(0.87 - 0.83)}{(0.87)} * 100$$

$$\text{Incremento} = 4.59\%$$

Eficiencia Económica actual EF1: **1.57**

Eficiencia Económica estimada EF2: **1.65**

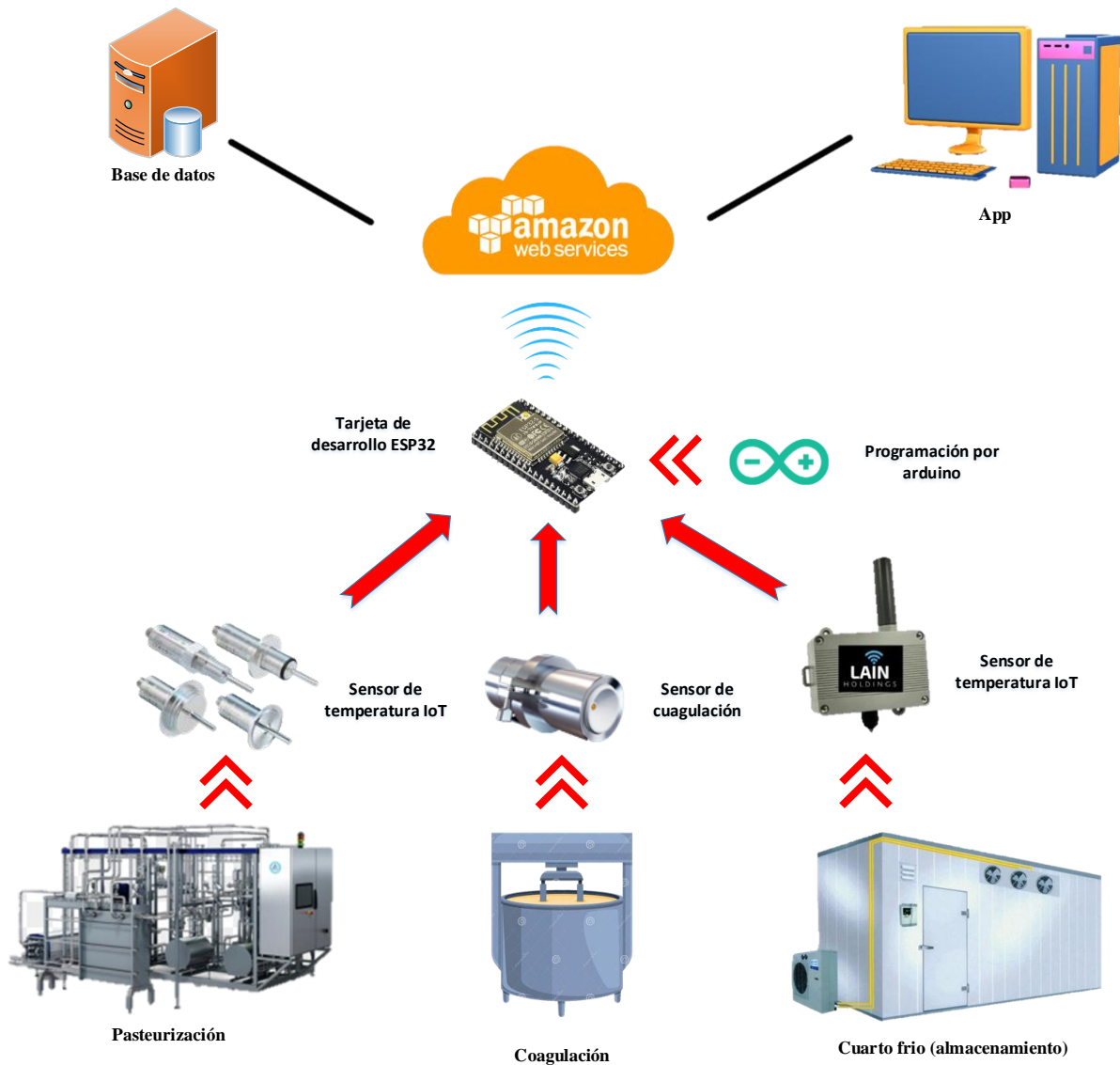
$$\text{Incremento}(\Delta) = \frac{(EF2 - EF1)}{(EF1)} * 100$$

$$\text{Incremento}(\Delta) = \frac{(1.65 - 1.57)}{(1.57)} * 100$$

$$\text{Incremento} = 5.10\%$$

La solución propuesta se enfoca en la reducción de las pérdidas producidas por las malas mediciones de algunas variables físicas en los principales procesos de producción, se evidencia que de implementarse la metodología de transformación digital en el proceso de elaboración de quesos se obtiene un incremento de 4.59% con respecto a la eficiencia física actual, así mismo la eficiencia económica estimada se podrá incrementar en un 5.10% con respecto a la eficiencia económica actual.

### 5.5.2. Arquitectura AWS propuesta.



**Figura 5.23.** Propuesta de arquitectura del proceso.

La figura 5.23 nos muestra la propuesta de arquitectura del proceso, donde se cuenta con 3 sensores instalados en 3 procesos claves que anteriormente fueron establecidos, estos sensores comparten características de IoT ya que pueden conectarse a una red mediante la conexión hacia una tarjeta de desarrollo ESP32 que puede ser programada con Arduino IDE, dicha tarjeta se encarga de conectarse hacia la nube de Amazon Web Services, donde esta plataforma de paga se encargara de gestionar todo el proceso para que estos datos lleguen hacia un aplicativo desarrollado para los gerentes técnicos o supervisores de la planta.

### 5.5.2.1. Descripción de Amazon Web Services.

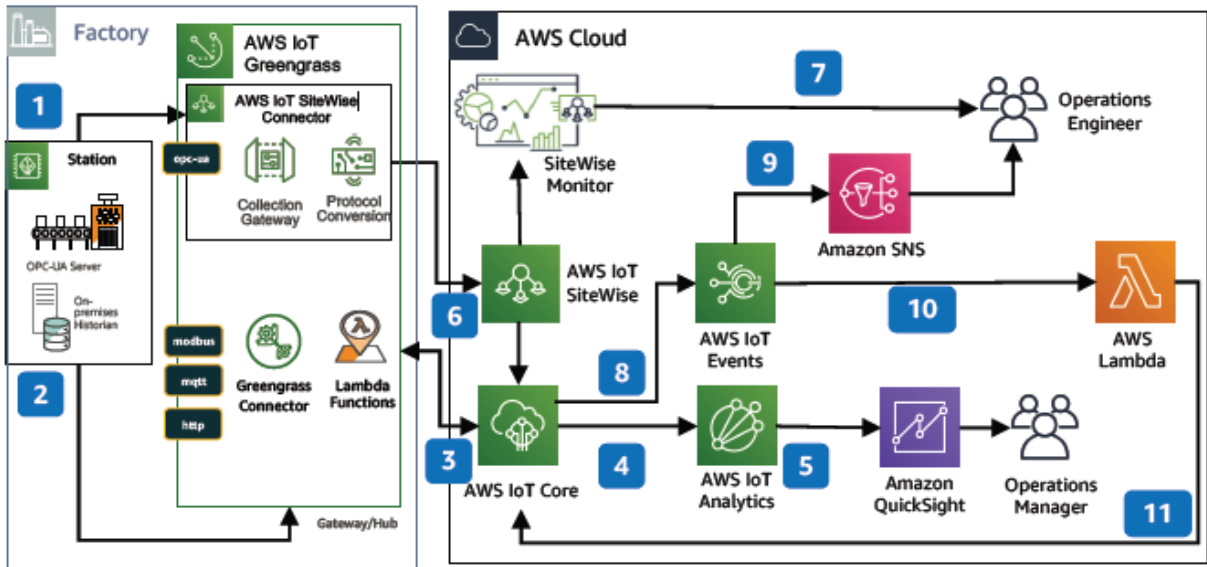


Figura 5.24. Arquitectura AWS

**AWS IoT Greengrass:** Es un servicio de nube y tiempo de ejecución de borde y código abierto para crear, implementar y administrar software de dispositivos [29].

**AWS IoT SiteWise** [29]: es un servicio administrado que simplifica la recopilación, la organización y el análisis de datos de equipos industriales.

**AWS IoT Core** [29]: Permite conectar miles de millones de dispositivos de IoT y dirigir billones de mensajes a los servicios de AWS sin necesidad de administrar la infraestructura.

**AWS IoT Events** [29]: es un servicio completamente administrado que facilita las tareas de detección y respuesta en relación con eventos provenientes de aplicaciones y sensores compatibles con IoT. Los eventos son patrones de datos que identifican circunstancias más complicadas de lo esperado, como cambios en el equipo cuando una cinta transportadora está atascada o detectores de movimiento que usan señales para activar luces y cámaras de seguridad [29].

**AWS IoT Analytics** [29]: Es un servicio completamente administrado que facilita la ejecución e instrumentación de análisis sofisticados de enormes volúmenes de datos de IoT, sin tener que preocuparse por todo el costo y la complejidad normalmente obligatorios en la creación de una plataforma de análisis de IoT.

**AWS Lambda** [29]: es un servicio informático sin servidor y basado en eventos que le permite ejecutar código para prácticamente cualquier tipo de aplicación o servicio backend sin necesidad de aprovisionar o administrar servidores. Puede activar Lambda desde más de 200

servicios de AWS y aplicaciones de software como servicio (SaaS), y solo paga por lo que utiliza.

**Amazon QuickSight:** permite que todos los miembros de su organización comprendan sus datos mediante preguntas en lenguaje natural, la exploración a través de paneles interactivos o la búsqueda automática de patrones y valores atípicos impulsada por machine Learning [29].

**Amazon Simple Notification Service (Amazon SNS):** es un servicio de mensajería completamente administrado para la comunicación aplicación a aplicación (A2A) y aplicación a persona (A2P) [29].

### **5.5.3. Alcance y limitaciones de la solución planteada.**

En el caso de la empresa láctea “FRILAC” se propone iniciar una transformación digital mediante la implementación de las herramientas 4.0 o más conocidas como habilitadores digitales, esto solo en el proceso de elaboración de su principal producto ya que gracias en el estudio de la madurez digital se pudo evidenciar que la empresa no es capaz de implementar estas herramientas en toda la estructura organizacional, por lo cual se propone implementar solo en el proceso de elaboración de quesos, cabe recalcar que no todo el proceso de elaboración de quesos es apto para la transformación digital, hay partes del proceso que no son aptas para implementar estas herramientas ya que se necesita de más inversión, personal más capacitado y otro tipo de maquinarias. La metodología se basará únicamente en los procesos detallados a continuación:

- Pasteurización
- Coagulación
- Almacenamiento

Estos procesos son considerados los más críticos ya que de estos dependen la inocuidad y calidad del producto que a día de hoy es lo más importante dentro de una industria alimentaria.

En cuanto a las limitaciones, tenemos las siguientes:

- No se pretende implementar esta metodología a corto y mediano plazo, la empresa puede utilizar esta metodología como una guía para iniciar su procedimiento de transformación digital.
- La ejecución de la metodología de transformación digital planteada en este estudio se llevará a cabo solamente si la directiva de la organización lo considera pertinente.

- No se incluirán otros productos de la empresa ya que primero se busca fomentar el interés de la empresa por iniciar una transformación digital.

#### 5.5.4. Planificación

**Tabla 5.19.** Planificación de la metodología.

PLANIFICACIÓN DE METODOLOGÍA										
OBJETIVOS	ACTIVIDADES	Enero				Febrero				HORAS LABORADAS
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
<b>Reto de transformación digital en la empresa.</b>	Descripción y contexto de la empresa	20								20
	Planteamiento del reto y problema a resolver	20								20
	Descripción del estado actual de la empresa		20							20
	Alcance y limitaciones planteadas		20							20
	Objetivos de la transformación digital			20						20
	Resultado esperado.			20						20
<b>Nivel de madurez digital y planteamiento general.</b>	Herramientas o métodos para determinar el nivel de madurez				20					20
	Identificación del nivel de madurez digital de la empresa				20	40	20			80
	Recomendaciones						20			20
<b>Definición de las herramientas de la industria 4.0</b>	Evaluación y descripción de las herramientas 4.0 aplicables en la empresa							20		20
	Descripción de las herramientas 4.0 seleccionadas							20	20	40
	Estudio de requerimientos necesarios para la aplicación de las herramientas 4.0								20	20
<b>TOTALES</b>		40	40	40	40	40	40	40	40	<b>320</b>

#### 5.5.5. Plan de talento humano

Ciertamente, la industria 4.0 trae consigo grandes transformaciones digitales e impactantes, representando a la vez altos desafíos a los líderes de gestión de talento humano que tratan acerca

de los puestos de trabajo y la mano de obra. Es por ello que se ve la necesidad de informar y capacitar al equipo humano acerca de la implementación de este nuevo paradigma denominado como la cuarta revolución industrial tomando como principales enfoques los siguientes:

#### **5.5.5.1. Aptitud**

Las aptitudes que requiere el talento humano frente a la industria 4.0 se vinculan con varios factores como son la inteligencia emocional, creatividad, resiliencia, detención de problemas por encima de la resolución de los mismos, y uno de los más importantes es la adaptabilidad a este nuevo mundo industrial.

Sin embargo, cabe recalcar que estas habilidades no se pueden inculcar con los métodos tradicionales de educación, sino más bien se debe acoplar un nuevo modelo de enseñanza para los grandes retos a futuro.

#### **5.5.5.2. Habilidades**

El personal de trabajo debe tener una combinación de habilidad, o a la vez desarrollarlas de manera equilibrada entre duras y blandas. Entre las blandas está la creatividad, la originalidad, el pensamiento crítico, la iniciativa, entre otros; pues serán estos quienes sintonicen mejor los avances de la empresa en cuanto a tecnología y automatización.

Entre las habilidades duras se pueden nombrar:

- La programación. – al estar en un entorno rodeado de máquinas, saber manejar el idioma que ellos emplean será un plus para poder trabajar con ellos. El uso de lenguajes de programación avanza de forma constante, y es por ello que la empresa debe siempre estar actualizando a su personal en esta área.
- Gestión de seguridad. - Saber protegerse y actuar ante un ataque en la seguridad de la información sensible que se ve expuesta será crucial para los profesionales digitales.
- Competencias STEAM. – al hablar de competencias STEAM se refiere a saber aplicar conceptos de cuatro campos en cualquier labor que los requiera que son ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.
- Cultura Devops. – Llamado también metodologías ágiles que permiten desarrollar proyectos de manera rápida y en colaboración dentro de un equipo de trabajo.

- Empatía Digital. - generar relaciones online que se trasladan offline y viceversa, por tanto, saber cómo llevar a cabo la comunicación en ambos terrenos es ya una habilidad esencial.

#### **5.5.5.3. Participación Ciudadana E Inclusión**

El reto de mantener los empleos frente a la automatización tecnológica amerita nuevos enfoques de inclusión. La retención del talento es clave para la disminución de las brechas de empleabilidad. Es por ello que se debe dar a conocer que las tecnologías no trabajan por sí solas, necesitan de un conjunto de nuevas capacidades para poder operar con eficiencia.

Como paso fundamental se necesita un nuevo enfoque colaborativo y a la vez redefinir el rol de los trabajadores en las fábricas inteligentes principalmente en las tecnologías emergentes como lo es el Internet de las cosas que proporciona una conectividad entre máquinas y humano.

#### **5.5.5.4. Nuevas Exigencias**

El equipo de trabajo que está incursionando en la industria 4.0 debe mostrar un alto rendimiento, mantener las relaciones interpersonales y cualidades para el autodesarrollo. La gestión del talento humano en la industria 4.0 potencia el pensamiento analítico y el enfoque de sistema dentro de los nuevos criterios de selección de personal. Además, se recalca que los sectores laborales emergentes son: tecnologías de la información, salud, servicios financieros, entretenimiento, energía y logística.

Por último, la contratación debe estar enfocada en valorar la variedad de conocimientos y habilidades.

#### **5.5.5.5. Capacitación Constante**

Esto se puede realizar mediante programas de aprendizaje personalizados como lo es e-Learning y el apoyo en las mismas tecnologías de la industria 4.0 como la realidad aumentada y la realidad virtual que se pueden ir implementado conforme la empresa desee hacerlo, además se debe tener en cuenta que el conocimiento debe situarse en el centro de la estrategia para que la organización adquiera mayores ventajas en el entorno competitivo.

#### **5.5.5.6. Competencias Claves**

Se necesitan de un conjunto de competencias dentro de la industria 4.0, las mismas que son competencias técnicas que comprenden las habilidades técnicas integrales para centrarse en lo estratégico y las competencias metodológicas.

A su vez, se necesita que los empleados comprendan las competencias sociales y personales que se refiere a la capacidad de comunicarse ampliamente con socios y clientes a nivel global. El aprendizaje organizacional debe promover la innovación y procurar el enriquecimiento del capital intelectual y psicológico de sus líderes.

#### 5.5.5.7. Tecnologías como facilitador de procesos

La gestión de documentos es una de las tareas que más tiempo les ocupan a los profesionales de diversas especialidades, incluso se estima que el 25% del tiempo laboral se dedica a la gestión de documentos.

Herramientas como la firma electrónica y la gestión de documentos en la nube, son ejemplos de cómo las tecnologías permiten conectar, acelerar y automatizar los procesos.

La gestión del talento humano en la era 4.0 pretende que se invierta mayor tiempo en las personas y no en las tareas monótonas.

Diferentes opciones seguirán proliferando y todas ellas dirigidas a aumentar la eficiencia, entrenar al personal remoto, proponer soluciones para la contratación en remoto, y lograr resultados más satisfactorios.

#### 5.5.6. Presupuesto

##### 5.5.6.1. Costos de mano de obra especializada.

**Tabla 5.20.** Costos de mano de obra

<b>Costo de mano de obra especializada</b>		
<b>Cargo</b>	<b>Director de proyecto</b>	
	<b>Costos</b>	<b>Unidades</b>
<b>Sueldo mensual</b>	1100	\$/mes
<b>Décimo tercero</b>	91,67	\$/mes
<b>Décimo cuarto</b>	91,67	\$/mes
<b>Aporte IESS</b>	122,65	\$/mes
<b>TOTAL</b>	<b>1405,98</b>	<b>\$/mes</b>
	<b>\$ 16.871,80</b>	<b>\$/mes</b>

### 5.5.6.2. Costos de componentes.

**Tabla 5.21** Costos de componentes AWS

Componentes sugeridos por AWS		
Componentes	cantidad	precio
Sensor de coagulación	1	\$ 2.000,00
Sensor de temperatura	1	\$ 538,92
tarjeta ESP32	1	\$ 420,00
Sensor de temperatura	1	\$ 99,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3.057,92</b>

### 5.5.6.3. Costos requeridos por la plataforma AWS.

**Tabla 5.22** Costos de AWS IoT SiteWise

Servicios AWS	max. Equipos	Usos	Cantidad	Unidad	Facturación	Unidad	Facturación	Unidad
Mensajería de AWS IoT SiteWise	10	Mensajería	25,92	mill/mes	\$ 25,92	\$/mes	\$ 311,04	\$/año
		Procesamiento de datos	25,92	com/mes	\$ 12,96	\$/mes	\$ 155,52	\$/año
		Almacenamiento de datos	3,99	Gb/mes	\$ 0,60	\$/mes	\$ 7,20	\$/año
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 39,48</b>	<b>\$/mes</b>	<b>\$ 473,76</b>	<b>\$/año</b>

#### 5.5.6.3.1 Costo AWS IoT Greengrass

**Tabla 5.23** Costo AWS IoT Greengrass

Servicios AWS	Max. Equipos	Costo	Unidad
AWS IoT Greengrass	AWS IoT Greengrass	\$ 5,28	\$/año
	Conexiones de AWS IoT Core	\$ 0,08	\$/año
	Mensajería de AWS IoT Core	\$ 0,10	\$/año
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 5,46</b>	<b>\$/año</b>

#### 5.5.6.3.2 Costo AWS IoT Core

**Tabla 5.24** Costo AWS IoT Core

Servicios AWS	Componentes	Precio	Unidad	Precio	Unidad
AWS IoT Core	Cargos de conectividad	\$ 34,56	\$/mes	\$ 414,72	\$/año
	Cargos de mensajería	\$ 0,00432	\$/mes	\$ 0,0518	\$/año
	Cargos de registro y sombra de dispositivos	\$ 2,50	\$/mes	\$ 30,00	\$/año
	Cargos del motor de reglas	\$ 0,30	\$/mes	\$ 3,60	\$/año
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 37,36</b>	<b>\$/mes</b>	<b>\$ 448,37</b>	<b>\$/año</b>

### 5.5.6.3.3 Costo de AWS IoT Analytics

Tabla 5.25 Costo de AWS IoT Analytics

Servicios AWS	Componentes	Precio	Unidad	Precio	Unidad
AWS IoT Analytics	Canalizaciones	\$ 1,96	\$/mes	\$ 23,52	\$/año
	Almacenamiento de datos	\$ 0,29	\$/mes	\$ 3,48	\$/año
	Ejecución de la consulta	\$ 0,90	\$/mes	\$ 10,80	\$/año
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3,15</b>	<b>\$/mes</b>	<b>\$ 37,80</b>	<b>\$/año</b>

### 5.5.6.3.4 Costo de Amazon QuickSight

Tabla 5.26 Costo de Amazon Quick-Sight

Servicios AWS	Componentes	Precio	Unidad	Precio	Unidad
Amazon QuickSight	Autores	\$ 18,00	\$/mes	\$ 216,00	\$/año
	Usuarios	\$ 5,00	\$/mes	\$ 60,00	\$/año
	Plan mensual	\$ 250,00	\$/mes	\$ 3.000,00	\$/año
	GB/mes	\$ 0,38	\$/mes	\$ 4,56	\$/año
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 273,38</b>	<b>\$/mes</b>	<b>\$ 3.280,56</b>	<b>\$/año</b>

### 5.5.6.3.5 Costo de Amazon IoT Events

Tabla 5.27 Costo de Amazon IoT Events

Servicios AWS	Componentes	Precio	Unidad	Precio	Unidad
Amazon IoT Events	Evaluaciones de mensajes simples	\$ 324,00	\$/mes	\$ 3.888,00	\$/año
	Evaluaciones de mensajes con varios acciones	\$ 388,80	\$/mes	\$ 4.665,60	\$/año
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 712,80</b>	<b>\$/mes</b>	<b>\$ 8.553,60</b>	<b>\$/año</b>

### 5.5.6.3.6 Costo de Amazon SNS

Tabla 5.28 Costo de Amazon SNS

Servicios AWS	Tipo de punto de enlace	Cantidad disponible	Precio	Unidad
Amazon SNS	Notificaciones push móviles	1 mill. de notificaciones	0,5	\$/mill
	Email o email JSON	1k. Notificaciones	2	\$/1k
	HTTP/s	100k de notificaciones	0,6	\$/100k
	Amazon kinesis data Firehose	1 mill. de notificaciones	0,19	\$/1mill
	Transferencia de datos	40k gb	3400	\$/40k gb
<b>TOTAL</b>			<b>3403,29</b>	<b>usd</b>

### 5.5.6.3.7 Costo de Amazon Lambda

Tabla 5.29 Costo de Amazon Lambda

Servicios AWS	Componentes	Precio	Unidad	Precio	Unidad
Amazon Lambda	Cargos por simultaneidad aprovisionada	\$ 18,00	\$/mes	\$ 216,00	\$/año
	Cargos por solicitudes	\$ 0,40	\$/mes	\$ 4,80	\$/año
	Cargos por informática cuando la simultaneidad aprovisionada está habilitada	\$ 0,73	\$/mes	\$ 8,76	\$/año
	Cargos por informática cuando la simultaneidad aprovisionada esta desactivada.	\$ 0,83	\$/mes	\$ 9,96	\$/año
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 19,96</b>	<b>\$/mes</b>	<b>\$ 239,52</b>	<b>\$/año</b>

### 5.5.6.4. Inversión total

Tabla 5.30. Presupuesto de la metodología.

<b>PRESUPUESTO INICIAL</b>		
<b>Costo de mano de obra especializada</b>		
Cargo	Director de proyecto	
Costos	Unidades	
Sueldo mensual	1100	\$/mes
Décimo tercero	91,67	\$/mes
Décimo cuarto	35,42	\$/mes
Aporte IESS	122,65	\$/mes
<b>TOTAL</b>	<b>1349,73</b>	<b>\$/mes</b>
	<b>\$ 16.196,80</b>	<b>\$/año</b>
<b>Componentes sugeridos por AWS</b>		
Componentes	cantidad	precio
Sensor de coagulación	1	\$ 2.000,00
Sensor de temperatura	1	\$ 538,92
tarjeta ESP32	1	\$ 420,00
Sensor de temperatura	1	\$ 99,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3.057,92</b>
<b>Inversión en AWS</b>		
Servicio AWS	costo	unidades
Mensajería de AWS IoT SiteWise	473,76	\$/año
AWS IoT Greengrass	5,46	\$/año
AWS IoT Core	448,37	\$/año
AWS IoT Analytics	37,8	\$/año

Amazon QuickSight	3280,56	\$/año
Amazon IoT Events	8553,6	\$/año
Amazon SNS	3403,29	usd
Amazon Lambda	239,52	\$/año
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16.442,36</b>	<b>\$/año</b>
Total de costos	\$ 35.697,08	\$/año
Monto de contingencia (10%)	\$ 3.569,71	\$
<b>TOTAL DE INVERSIÓN</b>	<b>\$ 39.266,79</b>	<b>\$/año</b>

### 5.5.6.5. Retorno de la inversión.

El retorno de la inversión se plantea en 3 escenarios, el primer escenario se desarrolla con la opción de destinar un 10% de la utilidad mensual, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}}$$

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{39.266,79}{1.744,40} = 22.51 \text{ periodos}$$

**Tabla 5.31.** Retorno de la inversión al 10%

<b>Retorno de la inversión</b>			
<b>Inversión</b>		\$ 39.266,79	\$/año
<b>Utilidad</b>		\$ 17.444,00	\$/mes
<b>Inversión</b>		<b>10%</b>	
		\$ 1.744,40	\$/mes
1	Enero	\$ 1.744,40	\$ 1.744,40
2	Febrero	\$ 1.744,40	\$ 3.488,80
3	Marzo	\$ 1.744,40	\$ 5.233,20
4	Abril	\$ 1.744,40	\$ 6.977,60
5	Mayo	\$ 1.744,40	\$ 8.722,00
6	Junio	\$ 1.744,40	\$ 10.466,40
7	Julio	\$ 1.744,40	\$ 12.210,80
8	Agosto	\$ 1.744,40	\$ 13.955,20
9	Septiembre	\$ 1.744,40	\$ 15.699,60
10	Octubre	\$ 1.744,40	\$ 17.444,00
11	Noviembre	\$ 1.744,40	\$ 19.188,40
12	Diciembre	\$ 1.744,40	\$ 20.932,80
13	Enero	\$ 1.744,40	\$ 22.677,20
14	Febrero	\$ 1.744,40	\$ 24.421,60
15	Marzo	\$ 1.744,40	\$ 26.166,00
16	Abril	\$ 1.744,40	\$ 27.910,40
17	Mayo	\$ 1.744,40	\$ 29.654,80
18	Junio	\$ 1.744,40	\$ 31.399,20

19	Julio	\$ 1.744,40	\$ 33.143,60
20	Agosto	\$ 1.744,40	\$ 34.888,00
21	Septiembre	\$ 1.744,40	\$ 36.632,40
22	Octubre	\$ 1.744,40	\$ 38.376,80
23	Noviembre	\$ 1.744,40	\$ 40.121,20

El segundo escenario plantea que la empresa destina el 20% de su utilidad para la implementación de esta metodología, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}}$$

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{39.266,79}{3.488,80} = 11.25 \text{ periodos}$$

**Tabla 5.32.** Retorno de la inversión al 20%

<b>Retorno de la inversión</b>			
<b>Inversión</b>		\$ 39.266,79	\$/año
<b>Utilidad</b>		\$ 17.444,00	\$/mes
<b>Inversión</b>		<b>20%</b>	
		\$ 3.488,80	\$/mes
1	Enero	\$ 3.488,80	\$ 3.488,80
2	Febrero	\$ 3.488,80	\$ 6.977,60
3	Marzo	\$ 3.488,80	\$ 10.466,40
4	Abril	\$ 3.488,80	\$ 13.955,20
5	Mayo	\$ 3.488,80	\$ 17.444,00
6	Junio	\$ 3.488,80	\$ 20.932,80
7	Julio	\$ 3.488,80	\$ 24.421,60
8	Agosto	\$ 3.488,80	\$ 27.910,40
9	Septiembre	\$ 3.488,80	\$ 31.399,20
10	Octubre	\$ 3.488,80	\$ 34.888,00
11	Noviembre	\$ 3.488,80	\$ 38.376,80
12	Diciembre	\$ 3.488,80	\$ 41.865,60

El tercer escenario plantea que la empresa destina el 30% de su utilidad para la implementación de esta metodología, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}}$$

$$\text{Retorno de inversión} = \frac{39.266,79}{5.233,20} = 7.50 \text{ periodos}$$

**Tabla 5.33.** Retorno de la inversión al 30%

<b>Retorno de la inversión</b>			
<b>Inversión</b>		\$ 39.266,79	\$/año
<b>Utilidad</b>		\$ 17.444,00	\$/mes
<b>Inversión</b>		<b>30%</b>	
		\$ 5.233,20	\$/mes
1	Enero	\$ 5.233,20	\$ 5.233,20
2	Febrero	\$ 5.233,20	\$ 10.466,40
3	Marzo	\$ 5.233,20	\$ 15.699,60
4	Abril	\$ 5.233,20	\$ 20.932,80
5	Mayo	\$ 5.233,20	\$ 26.166,00
6	Junio	\$ 5.233,20	\$ 31.399,20
7	Julio	\$ 5.233,20	\$ 36.632,40
<b>8</b>	<b>Agosto</b>	\$ 5.233,20	<b>\$ 41.865,60</b>

El retorno de inversión que se presenta en estos 3 escenarios es resultado del porcentaje que se ha determinado tentativamente, puede ser más o puede ser menos, es cuestión de la empresa determinar que porcentajes de su utilidad se destina a la inversión del proyecto. Desde el punto de vista de los investigadores de este proyecto se determina que destinar el 20% de las ganancias es la mejor opción ya que se obtiene un retorno de inversión en 12 periodos, no afecta ni compromete las ganancias de la empresa, pero si ayuda a mejorar la eficiencia de elaboración de quesos ya que se incrementa en un 4.59% con respecto al proceso actual.

## 6. CONCLUSIONES

- El principal reto que afronta la empresa “FRILAC” viene dada desde la implementación y asimilación de las nuevas tecnologías basadas en la industria 4.0 y su integración en el modelo de negocio desarrollando una estrategia digital y adoptando un nuevo liderazgo en la organización mediante un cambio de pensamiento en los trabajadores.
- El nivel de madurez se determinó mediante el uso de dos modelos pre establecidos Pacha y HADA, en donde se conoció que la empresa se encuentra en un nivel intermedio que significa que está orientando su estrategia con una visión digital transformadora de acuerdo a la aplicación de Pacha, y en el caso del modelo Hada la empresa FRILAC está en una posición estática determinando que la organización no cumple con ninguno de los requisitos de la industria 4.0 al igual que lo desconoce.
- Las herramientas de la industria 4.0 que deben ser aplicadas en la empresa láctea FRILAC se determinaron mediante el uso de la matriz de priorización de Holmes, para clasificar su importancia, y proceder a evaluar cada una de ellas con criterios basados en un peso asignado a cada variable en donde se obtuvo como herramientas primordiales la computación en la nube y el internet de las cosas (IoT).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1 Universidad Técnica de Cotopaxi, «Universidad Técnica de Cotopaxi,» 2015. [En línea].  
] Available: <https://www.utc.edu.ec/INVESTIGACI%C3%93N/Lineas-Investigaci%C3%B3n>. [Último acceso: 13 Mayo 2021].
- [2 CEPAL, «Repositorio.cepal.org,» 2019. [En línea]. Available:  
] [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44954/1/S1901011\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44954/1/S1901011_es.pdf).
- [3 E. Thiery, «Un tambo impecable, donde las vacas usan collares,» Agrofy News, 10 agosto  
] 2020. [En línea]. Available: <https://news.agrofy.com.ar/noticia/188671/tambo-impecable-donde-vacas-usan-collares>.
- [4 G. A. Bergero, «“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO INNOVADOR DEL SECTOR  
] LACTEO SANFESINO. DESAFIOS EN TORNO AL PARADIGMA DE LA INDUSTRIA 4.0,» 2020. [En línea]. Available:  
<http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/22446/BERGERO%20GUIDO%20ANDRES.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. [Último acceso: 06 enero 2022].
- [5 N. Marrero, «Industria 4.0 y automatización: Estudios recientes sobre el futuro del trabajo  
] en Uruguay,» abril 2019. [En línea]. Available:  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58879166/Estudios\\_recientes\\_sobre\\_Automatizacion\\_en\\_Uruguay.\\_Documento\\_de\\_trabajo\\_Abril-2019\\_-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1641562363&Signature=N6tFZnNC-nkYbIkDaoS8WH1eFIFgzV3umWrMNkaPAQtJA1feq8IP1FdLru-fe6Y6EqbffQA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58879166/Estudios_recientes_sobre_Automatizacion_en_Uruguay._Documento_de_trabajo_Abril-2019_-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1641562363&Signature=N6tFZnNC-nkYbIkDaoS8WH1eFIFgzV3umWrMNkaPAQtJA1feq8IP1FdLru-fe6Y6EqbffQA).
- [6 V. Gonzales, «Incorporación de la industria 4.0 en el eslabón primario de la cadena láctea  
] del departamento de Cundimarca,» 2019. [En línea]. Available:  
<https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/848/GonzalezPatino-Veronica-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [7 «Los beneficios de la fábrica inteligente con la industria 4.0,» Lácteos, Latam.com, 13  
] octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.lacteoslatam.com/sectores/34-procesos-envases/3473-los-beneficios-de-la-f%C3%A1brica-inteligente-con-la-industria-4-0.html>.

- [8 K. Schwab, La cuarta revolución industrial, Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial, 2016.
- [9 G. P. J. MANUEL, Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar, Madrid : Real Academia de las Ciencias Morales y Políticas, 2017.
- [1 V. G. Patiño, Incorporación de la industria 4.0 en el eslabón primario de la cadena láctea 0] del departamento de Cundinamarca, Bogotá: Universidad Agustiniana, 2019.
- [1 E. Z. Galindo, Modelos de madurez digital en pymes-Caso de estudio de una pyme de 1] telecomunicaciones de Colombia, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.
- [1 C. F. A. Stolterman Erik, «Investigación de sistemas de información Teoría relevante y 2] práctica informada,» de *Tecnología de la información y la buena vida*, Londres, 2004.
- [1 LLORENTE & CUENCA, Desarrollando Ideas , «La Transformación Digital,» *Revista 3] UNO*, vol. 1, nº N° 24, pp. 31-32, 2016.
- [1 J. K. M. T. S. T. Päivi Parviainen, «Abordar el desafío de la digitalización: cómo 4] beneficiarse de la digitalización en la práctica,» *Revista internacional de sistemas de información y gestión de proyectos* , vol. 5, nº N° 1, pp. 63-77, 2017.
- [1 Área de Estrategias Industriales de CCOO de Industria, LA DIGITALIZACIÓN DE LA 5] INDUSTRIA, Madrid: CCOO de Industria, 2016.
- [1 APD, «7 beneficios de la digitalización en las empresas,» APD, 25 Febrero 2021. [En línea]. 6] Available: <https://www.apd.es/beneficios-digitalizacion-en-empresas/>. [Último acceso: 02 Enero 2022].
- [1 L. G. ANTONI GARRELL, LA INDUSTRIA 4.0 EN LA SOCIEDAD DIGITAL, 7] Barcelona : Marge Books, 2019.
- [1 C. G. R. Maria, Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia 8] energética, Sevilla: Universidad de sevilla, 2018.
- [1 M. F. G. García, Definición de estrategias de adopción de la cuarta revolución industrial 9] por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en colombia., Bogota: creative commons, 2018.

- [2 I. Vasquez, «Tipos de estudio y métodos de investigación,» 2016. [En línea]. Available:  
0] <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>.
- [2 Equipo editorial, Etecé, «concepto.de,» Equipo editorial, Etecé, 16 julio 2021. [En línea].  
1] Available: <https://concepto.de/cultura-organizacional/>. [Último acceso: 01 03 2022].
- [2 J. M. G. Varona, Retos para la Transformación Digital de las PYMES: Competencia  
2] Organizacional para la Transformación Digital, Valladolid : Escuela de doctorado de la  
Universidad de Valladolid , 2021.
- [2 V. González, P. López, J. Pajares, F. Acebes y F. Villafañez, «Aplicabilidad de los Modelos  
3] de Madurez de Business Intelligence a PYMES,» *Dirección y Organización 71 (2020) 31-45*, p. 37, 2019.
- [2 H. Freile, «Madurez Digital, primer paso hacia la transformación digital,» de *Madurez  
4] digital, primer paso hacia la transformación digital desarrollo de un modelo de madurez digital para empresas de manufactura*, Quito, Quito, 2019, pp. 47-48.
- [2 Secretaría General de Industria y de la PYME (SGIPYME), Especificación UNE  
5] 0060:2018, Madrid: AENOR INTERNACIONAL S.A.U, 2018.
- [2 MCI electronics, «arduino.cl,» Ingeniería MCI Ltda, 06 11 2018. [En línea]. Available:  
6] <https://arduino.cl/programacion/>. [Último acceso: 06 04 2022].
- [2 Baumer Group, «baumer,» 20 06 2019. [En línea]. Available:  
7] [https://www.baumer.com/medias/\\_\\_secure\\_\\_/Baumer\\_Dairy\\_+industry\\_BR\\_ES\\_1803\\_11201662.pdf?mediaPK=8929569832990](https://www.baumer.com/medias/__secure__/Baumer_Dairy_+industry_BR_ES_1803_11201662.pdf?mediaPK=8929569832990). [Último acceso: 06 04 2022].
- [2 Tetrapak, «products4engineers,» 21 11 2020. [En línea]. Available:  
8] [https://products4engineers.nl/images/default/4cu793c-Tetra-Pak-pd10101en\\_tetra\\_scherping\\_coagulite.pdf](https://products4engineers.nl/images/default/4cu793c-Tetra-Pak-pd10101en_tetra_scherping_coagulite.pdf). [Último acceso: 06 04 2022].
- [2 C. Tancara, «La investigación documental,» *Temas Sociales*.  
9]
- [3 «Investigación de campo,» QuestionPro, 26 enero 2018. [En línea]. Available:  
0] <https://www.questionpro.com/es/investigacion-de-campo.html>.

- [3 P. Fernandez y P. Dias, «Investigación cuantitativa y cualitativa,» 27 mayo 2002. [En línea].  
1] Available: [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti\\_cuali/cuanti\\_cuali2.pdf](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali2.pdf).
- [3 J. Hurtado, «<http://investigacionholistica.blogspot.com>,» 21 febrero 2008. [En línea].  
2] Available: <http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html>.
- [3 «Revista Educación,» *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER*  
3] *LAS REALIDADES CON EVIDENCIA*, n° 1, 2009.
- [3 G. Davila , «El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en  
4] ciencias experimentales y sociales,» *Laurus*, vol. 12, 2006.
- [3 G. Hernandez, «[uaeh.edu.mx](http://uaeh.edu.mx),» diciembre 2017. [En línea]. Available:  
5] [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/b\\_huejutla/2017/Metodo\\_Analitico.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf).
- [3 B. Castillo, «Guía universitaria,» 14 octubre 2020. [En línea]. Available: Se trata de una  
6] orientación que, a partir de lo ya descrito y explicado, se centra en predecir de lo que va a pasar en el futuro si, en esa situación de la realidad, se hace un determinado cambio. Sobre la base de las respuestas al “¿cómo?” y al “¿por qué.”
- [3 L. Días, U. Torruco, M. Martinez y M. Varela, «La entrevista, recurso flexible y dinámico,»  
7] *Investigación en educación médica*, vol. 2, n° 7, 2013.
- [3 L. Díaz, «La Observación,» enero 2011. [En línea]. Available:  
8] [http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf](http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf). [Último acceso: 2022].
- [3 Equipo editorial, «Técnicas de investigación,» 15 julio 2021. [En línea]. Available:  
9] <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>. [Último acceso: 11 enero 2022].
- [4 K. Rivera, «Técnicas bibliográficas,» marzo 2016. [En línea]. Available:  
0] <https://prezi.com/sbtbe9m6rv4d/tecnicas-bibliograficas-kimberly-rivera/>. [Último acceso: 2022].

## 8. ANEXOS



Mulalo, 19 de marzo del 2022

### CARTA AVAL

Por medio del presente hago constar que el Sr. **HERRERA TAPIA BYRON DAVID** con CI: 0550074207; y **ZAPATA PANCHI DIEGO DANILO** con CI: 0550254643; estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi realizaron el proyecto de investigación con tema: **ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS FRILAC MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS 4.0**, por consiguiente manifiesto que la información fue recolectada bajo mi supervisión en de la empresa de productos lácteos FRILAC ubicado en la parroquia Mulalo.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, los interesados pueden hacer uso de este documento como crean conveniente.

Atentamente:

*Victor Hugo Freire*  
RUC: 0501331524001  
MULALO - LATACUNGA  
Pedidos al Teléfono: 032740139

ING. FREIRE MORENO VÍCTOR HUGO

GERENTE PROPIETARIO DE LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS  
FRILAC

CI: 0501331524

## **ANEXO 2 Encuesta para determinar el nivel de madurez digital**

### **PREGUNTAS**

#### **Estrategia y organización**

¿Su empresa cuenta con una estrategia para iniciar el proceso transformación digital?

- Si
- No

¿La empresa dispone de un plan de inversión con una cantidad específica, para la implementación de soluciones digitales?

- Si
- No

¿Está realizando esfuerzos para desarrollar habilidades que hacen falta en su organización para una transformación digital?

- Si
- No

¿Su empresa cuenta con una gestión solida sistemática de innovación?

- Si
- No

¿Considera que su organización está preparada para adaptar o modificar su modelo de negocio a partir de las nuevas tecnologías digitales?

- Si
- No

¿Se destinan los recursos económicos necesarios para la ciberseguridad?

- Si
- No

## **Fabrica Inteligente**

¿En qué medida, los sistemas de información de su organización registran datos a tiempo real, a lo largo del proceso productivo?

- 100% de registro de datos
- 75% de registro de datos
- 50% de registro de datos
- **25% de registro de datos**
- No se registran datos a tiempo real

¿Cuál es la capacidad de monitorear las variables críticas de operación (temperatura, presión, volumen, etc.), a través de sensores?

- Gran capacidad de monitoreo
- **Monitoreo moderado de variables**
- Medianamente
- Poco monitoreo de variables
- Incapaz de monitorear variables

¿Cuál es el grado de automatización de los procesos productivos de su organización?

- El 100% del proceso es automatizado
- El 75% es automatizado
- **El 50% es automatizado**
- El 25% es automatizado
- Ningún proceso es automatizado

¿Cuál es la capacidad de conexión a internet de los procesos?

- Todos los procesos tienen conexión a internet
- Conexión moderada a internet
- Conexión limitada a internet

- Poca conectividad al internet
- **Los procesos no se conectan al internet**

¿Cuál es el grado de conocimientos, habilidades y aptitudes tecnológicas de los involucrados, a nivel de planta para impulsar de manera proactiva un proceso de transformación digital?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- **Bajo**
- Nulo

¿En qué nivel, dentro de su proceso productivo o de servicio ha implementado el uso de fabricación aditiva?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- **Bajo**
- Nulo

¿En qué nivel están involucrados el personal para lograr la transformación digital?

- Elevado
- **Moderado**
- Medio
- Bajo
- Nulo

¿La organización cuenta con dispositivos IOT que permita la recolección de datos de sus procesos de producción o de servicios?

- Elevado
- Moderado

- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿Utiliza la inteligencia artificial para facilitar las actividades dentro de su empresa?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿La organización cuenta con el personal adecuado para obtener una ventaja competitiva de la inteligencia artificial?

- Todo el personal está capacitado
- El 75% está capacitado
- El 50% está capacitado
- El 25% está capacitado
- **No cuenta con personal capacitado**

¿En qué medida se utiliza la realidad aumentada como un medio para formar a los operarios en todos los aspectos de una herramienta o máquina?

- 100% de utilización
- 75% de utilización
- 50% de utilización
- 25% de utilización
- **0% de utilización**

### **Operaciones Inteligentes**

¿En qué medida, la organización es capaz de trasladar los datos digitalizados de sus operaciones, a un software de simulación?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- **Bajo**
- Nulo

¿Cuál es el nivel de calidad de información generada por los sistemas de información?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- **Bajo**
- Nulo

¿Cuál es el nivel de capacidad de compartir y disponer de información generada entre las distintas áreas, siempre que se lo requiera y de manera remota?

- Elevado
- Moderado
- **Medio**
- Bajo
- Nulo

¿En qué medida se encuentran implementadas las soluciones Cloud en su empresa?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿En qué medida se encuentran implementadas las herramientas de Big Data en la organización?

- Elevado

- Moderado
- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿En qué medida se encuentran implementadas herramientas de ciberseguridad en su organización?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿Cuál es la capacidad de analizar los datos recopilados para la toma de decisiones?

- Elevado
- **Moderado**
- Medio
- Bajo
- Nulo

¿En qué nivel la organización es capaz de generar planes de producción de manera automática?

- Elevado
- **Moderado**
- Medio
- Bajo
- Nulo

¿En qué medida, se aplica el blockchain para el registro de sus transacciones?

- Elevado
- Moderado

- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿El personal está capacitado para el uso de la realidad aumentada en su puesto de trabajo?

- Todo el personal está capacitado
- Mas de la mitad del personal está capacitado
- La mitad del personal está capacitado
- Poco personal está capacitado
- **El personal no está capacitado**

¿Su organización utiliza aplicaciones de realidad aumentada para almacenar manuales, instructivos, códigos de operación u otra información técnica que se superpone sobre el objeto real?

- Elevado
- Moderado
- Medio
- Bajo
- **Nulo**

¿Su organización cuenta con las políticas de ciberseguridad bien definidas?

- Políticas bien definidas y aplicadas
- Políticas definidas, pero no aplicadas
- **No cuenta con políticas de ciberseguridad**

¿Cuál es el grado de trazabilidad, que permite identificar determinados productos o servicios desde el origen hasta un punto final?

- Elevado
- Moderado
- Medio

- **Bajo**
- Nulo

¿Aplica una gestión de su inventario de suministros que se realice mediante herramientas tecnológicas?

- Se aplica en toda la organización
- Se aplica de forma moderada
- Se aplica en la mitad del proceso
- Se cuenta en algunas áreas
- **No lo considero necesario**

### **Soluciones Inteligentes**

¿Cuenta con registros de los lotes de producción o registro de servicios prestados de su empresa?

- **Sí**
- No

¿Su empresa ofrece un producto o servicio que tienen funciones adicionales basadas en tecnologías de la información?

- Si ofrece funciones adicionales
- Se lo está implementando
- **Lo he considerado**
- No ofrece funciones adicionales

¿Cuenta ya con un sistema de predicción de la demanda?

- **Sí**
- No

¿Los datos de proceso obtenidos en la fase de producción y uso permiten ofrecer nuevos servicios?

- **Sí**
- No

¿Se elaboran contenidos en diferentes plataformas abiertos a la interacción de usuarios?

- Se suben contenidos diarios e interactivos.
- Los contenidos son actualizados una vez a la semana
- **Los contenidos son actualizados una vez al mes**
- No se actualiza los contenidos
- No se cuenta con plataformas

¿Cuentan con un sitio web que permita la distribución del producto?

- **Sí**
- No

### **Experiencia del Cliente**

¿Elaboran una base de datos con referencia a los clientes y sus compras?

- **Sí**
- No

¿Analizan los datos registrados en fases de uso para ofrecer un mejor servicio?

- **Sí**
- No

¿Cuentan con líneas específicas para la atención al cliente y recolección de información?

- **Sí**
- No

¿Utiliza chatbots para dar servicio y atención a sus clientes y ofrecer un trato más personal?

- **Sí**
- No

¿Dispone de las medidas adecuadas en ciberseguridad y protección de datos que permita a sus clientes interactuar con la empresa de forma segura, creando una relación de confianza que posibilitará su fidelización?

- **Sí**

- **No**

¿Los pagos digitales son seguros y están protegidos de ciberataques?

- **Sí**
- **No**

### **ANEXO 3 Encuesta Hada**

## **INFORME GENERAL HADA 2022**

### **EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS FRILAC**

### **ESTRATEGIA Y OPERACIONES**

#### **En relación a la estrategia de organización**

¿Está alineada a la industria 4.0 o dispone de una estrategia de transformación digital con un plan de acción y una hoja de ruta para su implantación?

- a. No se dispone de una estrategia de transformación**
- b. Estrategia en definición
- c. Estrategia definida
- d. Estrategia en implantación
- e. Estrategia implantada

#### **En relación a los planes de inversión de la organización**

¿Disponen de un plan de inversión con partidas específicas para la implementación de soluciones de industria 4.0 Indique su nivel de inversión en soluciones digitales de industria 4.0 en los últimos años?

- a. No disponemos de un plan de inversiones en soluciones de Industria 4.0 y /o no realizamos soluciones y habilitadoras digitales de industria 4.0.**
- b. Nivel de inversión muy baja
- c. Nivel de inversión baja
- d. Nivel de inversión media
- e. Nivel de inversión alta
- f. Nivel de inversión muy alta.

#### **Valore la situación actual de la organización a los siguientes operativos:**

Capacidad tecnológica de los sistemas infraestructura y equipamiento actuales para dar soporte a la implantación de soluciones y habilidades digitales y llevar a cabo un proceso de transformación de la industria 4.0

- a. Los sistemas infraestructura y equipamiento tecnológico actuales no tienen capacidad para soportar la implantación de soluciones y habilidades digitales.

**b. Capacidad baja**

- c. Capacidad media
- d. Capacidad alta
- e. Capacidad muy alta

Se utiliza documentación en papel para registrar la información generada por los procesos (producción, calidad, mantenimientos, administración, etc), y equipamientos.

- a. Mis procesos no están digitalizados, utilizo documentación en papel en todos los procesos.

**b. Utilizo documentación en papel en varios procesos**

- c. Utilizo documentación en papel en procesos concretos.
- d. Mis procesos están totalmente digitalizados, No utilizo documentación en papeles para registrar los procesos.

Se utiliza herramientas ofimáticas (p. ej. Excel) para registrar la información generada por los procesos y equipamientos.

- a. No

**b. En algún proceso**

- c. En varios procesos
- d. En la mayoría de procesos
- e. En todos los procesos

Se utiliza sistemas de información para la gestión de los procesos y equipamientos (ERP, CRM, MES, GMAO, etc.)

**a. No**

- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos

Se utiliza sistemas de información conectados con los proveedores

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos

Se utiliza sistemas de información conectados con los clientes.

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos

Se utilizan sistemas de información conectados con la logística de aprovisionamientos y/o distribución.

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos

Se utilizan sistemas de información conectados con otros agentes claves, universidades, centros de investigación, clústeres, entidades financieras... (plataformas colaborativas con otros agentes calves).

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos

Se utilizan soluciones y herramientas digitales que promuevan la innovación en la organización, procesos, productos y/o servicios.

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos

Se utilizan soluciones y herramientas digitales que promuevan la sostenibilidad de la organización, procesos, productos y/o servicios.

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos.

Los sistemas de información son interoperables, permitiendo tener conectada y trazable de manera digital la información de los procesos, infraestructura y equipamiento por lo que no es necesario duplicar la entrada de información en varios sistemas.

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos.

Se dispone de herramientas para analizar los datos generados por los procesos de equipamientos en tiempo real.

- a. **No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos

- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos.

Los procesos productivos están automatizados

- a. No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos.

Los procesos administrativos están automatizados

- a. No**
- b. En algún caso
- c. En varios casos
- d. En la mayoría de casos
- e. En todos los casos.

## **ORGANIZACIÓN**

**Valore la situación actual de su organización en relación a los siguientes aspectos:**

Motivación e implicación del personal para impulsar de forma proactiva un proceso de transformación a la industria.

- a. Muy baja
- b. Baja**
- c. Mediana
- d. Alta
- e. Muy alta

Habilidades y cualificaciones digitales del personal necesarias para la implementación de soluciones digitales de industria 4.0

- a. El personal no cuenta con habilidades y cualificaciones digitales para la implementación de soluciones de industria 4.0.

**b. Habilidades y cualificaciones bajas**

- c. Medias
- d. Altas
- e. Muy altas

Habilidades y cualificaciones del personal para cubrir los gaps existentes con respecto a las habilidades y cualificaciones digitales necesarias para la industria 4.0.

**a. No se imparte información para cubrir los gaps existentes con respecto a las habilidades y cualificaciones digitales.**

- b. Poca formación
- c. Formación media
- d. Bastante formación
- e. Mucha formación

¿Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital?

**a. No disponemos de roles especializados**

- b. Disponemos de un rol especializados
- c. Disponemos de varios roles especializados
- d. Disponemos de una gran especialización de roles digitales claves para la industria 4.0

## **PRODUCTOS Y SERVICIO**

### **Indique la capacidad actual de los productos y servicios de su organización**

Disponen de componentes (p.ej. sensores) y/o funcionalidades digitales que permiten la obtención de nuevos ingresos y/o la optimización de los costes:

- a. Los productos y / o servicios de la organización no disponen de componentes y /o funcionalidades digitales.
- b. Disponen de algún componente y/o funcionalidad.**
- c. Disponen de varios componentes y /o funcionalidades.
- d. Disponen de muchos componentes y/o funcionalidades y seguimos analizando nuevas incorporaciones.

Se puede conectar digitalmente con otros productos y servicios tanto internos como externos.

- a. **Los productos y /o servicios de la organización no se pueden conectar digitalmente con otros productos y servicios.**
- b. Conexión digital con productos y servicios internos de la organización
- c. Conexión digital con algunos productos y servicios de alguna empresa externa.
- d. Interoperabilidad total con otros productos y servicios, tanto internos como externos.

Recogen información durante su uso

- a. Los productos y/o servicios de la organización no recogen información durante su uso
- b. **Recogen cierta información, si bien se considera insuficiente**
- c. Recogen información suficiente
- d. Recogen mucha información

Analizan automáticamente la información recopilada

- a. **No se analiza automáticamente la información recopilada por los productos y/o servicios**
- b. Análisis escaso
- c. Análisis medio
- d. Análisis elevado
- e. Análisis detallado de la información

Toman decisiones automáticas en función del análisis realizado.

- a. **No se toman decisiones automáticas en función del análisis realizado**
- b. Se toma una tipología de decisión.
- c. Se toman varias tipologías de decisiones.
- d. Se toman multitud de tipologías de decisiones automáticas en función del análisis realizado.

## **HABILITADORES DIGITALES**

**¿Qué nivel de importancia tienen en su organización, como elemento diferenciador en su sector, ¿las soluciones y tecnologías relacionadas con las siguientes habilidades de la industria 4.0?**

Robótica y RPA, para la simplificación y automatización de procesos productivos como no productivos, tales como los procesos administrativos respectivos (procesamientos de facturas, nóminas, órdenes de ventas al cliente, etc.) promoviendo la productividad de la organización.

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia**
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Fabricación aditiva (p.ej. impresión 3D) para el desarrollo de prototipos, nuevos productos o su personalización, fabricación de herramientas, Utillajes, etc.

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia**
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Internet de las cosas (IoT), es un concepto que hace referencia a las conexiones entre los objetos físicos (sensores, máquinas, etc.) para generar y enviar datos automáticamente, aportando automatización y eficiencia a los procesos. Estas tecnologías facilitan la monitorización de la logística, el almacenamiento inteligente, la optimización de consumos, etc.

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia
- c. Importancia baja
- d. Importancia media**

- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Big Data & Analytics, para el tratamiento de un gran volumen de datos, estructurados de fuentes internas y / o externas, extrayendo información de valor para la organización (Indicador en tiempo real, análisis predictivos, etc.)

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia**
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Realidad virtual y aumentada para facilitar aspectos tales como el prototipado, mantenimiento, servicio postventa, etc.

- a. Desconozco la importancia**
- b. Sin importancia
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Plataformas y comunicaciones, tanto soluciones específicas (ERP, CRM, MES, GMAO, etc.), como soluciones conectadas con la cadena de valor (proveedores, clientes, logística y otros agentes clave), soluciones de movilidad (Tablet, pdas, etc.), etc.

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia**
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta

- f. Importancia muy alta

Tecnología en la nube (Cloud) que reduzca la necesidad de infraestructuras físicas, promuevan la escalabilidad de los sistemas de información, la movilidad, la disponibilidad de espacios con almacenamientos elevados, la colaboración entre personas, etc.

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia
- c. Importancia baja
- d. Importancia media**
- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Ciberseguridad para auditar, monitorizar y asegurar los servicios TIC tanto a nivel de red informática, como de dispositivos, aplicaciones, operaciones e información.

- a. Desconozco la importancia**
- b. Sin importancia
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta
- f. Importancia muy alta

Marketing digital con soluciones que permitan impulsar la notoriedad e interacción con los clientes actuales y potenciales a través del posicionamiento web, gestión de redes sociales, SEO, SEM, etc.

- a. Desconozco la importancia
- b. Sin importancia
- c. Importancia baja
- d. Importancia media
- e. Importancia alta**
- f. Importancia muy alta

Formación y personas, soluciones que aporten flexibilidad y fomenten la colaboración entre empleados (ofimática en la nube, plataformas colaborativas de gestión de proyectos, etc.) mejoren la gestión del talento (plataformas e-learning, realidad virtual y aumentada como herramientas formativas, acceso digital a la información del empleado, etc.), que permitan el desarrollo de nuevas formas de trabajo en la organización (acceso remoto, herramientas de comunicación, etc.).

**a. Desconozco la importancia**

b. Sin importancia

c. Importancia baja

d. Importancia media

e. Importancia alta

f. Importancia muy alta nm