



**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS CON LA  
INTEGRACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
INDUSTRIA MANUFACTURERA EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE LA SABANA  
DE BOGOTÁ**

**Trabajo de grado presentado por  
ERIKA ALEXANDRA RUIZ JIMENEZ  
como requisito parcial para optar al título de  
MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**Bogotá D.C., Colombia  
2021**

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS CON LA  
INTEGRACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
INDUSTRIA MANUFACTURERA EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE LA SABANA  
DE BOGOTÁ**

**ERIKA ALEXANDRA RUIZ JIMENEZ**

**APROBADO:**

---

**Pedro Sánchez Caimán**  
**Tutor**

---

**Nombres del primer jurado**

**Firma**

---

**Nombres del segundo jurado**

**Firma**

**Bogotá D.C. 4 de mayo 2021**

## **Nota de advertencia**

“La universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus estudiantes en sus proyectos de trabajo de grado, sólo velará por la calidad académica de los mismos, en procura de garantizar su desarrollo de acuerdo con la actualidad del área disciplinar respectiva. En el caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, el estudiante – autor asumirá toda la responsabilidad y saldrá en defensa de los derechos. Para todos los derechos la universidad actúa como un tercero de buena fe”. (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995)

# Agradecimientos

Doy gracias a Dios por otro sueño cumplido, por permitirme disfrutar del resultado de este trabajo de investigación, con cada una de las personas que hizo parte fundamental de este proceso de aprendizaje.

A mis padres por todo el cariño recibido, por su soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. A mis hermanas por su motivación y apoyo incondicional a través del tiempo.

A mi Esposo y a mi hijo Dominick, por su tolerancia, amor e infinita paciencia. y sobre todo por ese impulso de superación que me inyectan cada día.

A mi tío Harold Ruiz, por su acompañamiento y guía durante este proceso.

A Mi tutor. Mi más sincero agradecimiento por su visión objetiva, el tiempo y esfuerzo dedicado a dirigir el proyecto de investigación, una gran persona y excelente profesional que con su apoyo experiencia y sabiduría ha sabido direccionar mis conocimientos.

Gracias a la universidad Militar Nueva Granada, y a todo el cuerpo docente por su aporte en mi formación personal y profesional como magister en gerencia de proyectos.

# **Dedicatoria**

Esta tesis va dedicada con todo mi amor a mi hijo Dominick

Gracias mi vida, por todo tu apoyo y compañía, te convertiste en mi mayor motivación para culminar satisfactoriamente el proyecto de investigación. Y hoy que puedo ver el resultado de mi esfuerzo, y doy infinitas gracias a Dios por la bendición de disfrutar de tu compañía y aliento durante este periodo de aprendizaje.

# Tabla de Contenido

RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Planteamiento Del Problema .....	1
1.2    Justificación .....	5
1.3    Objetivos .....	8
<b>1.3.1</b> <i>Objetivo General</i> .....	<b>8</b>
<b>1.3.2</b> <i>Objetivos Específicos</i> .....	<b>8</b>
<b>1.3.3</b> <i>Alcance</i> .....	<b>9</b>
1.4    Tipo De Investigación .....	12
<b>1.4.1</b> <i>Pregunta De Investigación</i> .....	<b>13</b>
1.5    Presentación Del Documento .....	14
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE.....	16
2.1 Estado Del Arte .....	16
CAPÍTULO 3: MARCO DE REFERENCIA.....	25
3.1 Marco Conceptual .....	25
3.2 Marco Teórico .....	27
<b>3.2.1</b> <i>Big Data Y Analítica</i> .....	<b>29</b>
<b>3.2.2</b> <i>Robots Autónomos</i> .....	<b>29</b>
<b>3.2.3</b> <i>Simulación</i> .....	<b>29</b>
<b>3.2.4</b> <i>Sistemas Para La Integración Vertical Y Horizontal</i> .....	<b>30</b>
<b>3.2.5</b> <i>La Iot (Internet Of Things/Internet De Las Cosas</i> .....	<b>30</b>

3.2.6 Ciberseguridad.....	30
3.2.7 La Nube (Cloud Computing).....	31
3.2.8 Fabricación Aditiva O Impresión 3D .....	31
3.2.9 Realidad Aumentada .....	31
El concepto de industria 4.0 .....	31
3.3 Marco Legal	35
3.4 Normatividad	36
3.4.1 Ley 1955 De 2019 .....	36
3.4.2 Ley 1978 De 2019 .....	36
3.4.3 Ley 1951 De 2019 .....	36
3.4.4 Plan Nacional De Desarrollo Colombia 2018-2022 .....	37
3.4.5 Programa De Gobierno 2020-2023 “Cundinamarca Más Competitiva” .....	38
3.4.6 Plan De Desarrollo Departamental 2020-2024 .....	39
3.4.7 Conpes: Política Nacional De Ciencia, Tecnología E Innovación 2015 –2025 .....	39
3.4.8 Conpes 3975.....	40
3.4.9 Lineamientos Adoptados Por El Gobierno Nacional Frente Al Covid19 .....	40
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA .....	42
4.1 Desarrollo De Objetivos	42
4.2 Muestreo Aleatorio Estratificado	51
4.3 Instrumento De Investigación.	55
4.4 Encuesta De Investigación	57
4.5 Nivel De Madurez	61
4.5.1 CMM – Capability Maturity Model.....	62
4.5.2 PMMM- (Projet Management Maturity Model) .....	63
4.5.3 OPM 3- (Organizational Project Management Maturity Model) .....	64
4.5.4 COBIT – (Control Objectives For Information And Related Technology) .....	65
4.5.5 ISO 9004 .....	66
4.6 Valoración De Expertos	66
CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....	67

5.1 Resultado Y Contenido De La Encuesta	67
<b>5.1.1 Información Básica De La Muestra</b> .....	<b>67</b>
<b>5.1.2 Margen De Error Del Instrumento De Investigación</b> .....	<b>79</b>
5.2 Conclusiones De La Herramienta De Investigación	80
5.3 Matriz DOFA	81
<b>5.3.1 Líneas De Acción Y Estrategia Pares de Éxito y adaptación</b> .....	<b>82</b>
<b>5.3.2 Líneas De Acción Y Estrategias Priorizadas</b> .....	<b>89</b>
<b>5.3.3 Plan De Trabajo</b> .....	<b>91</b>
5.4 Diagrama De Flujo	92
5.5 Nivel De Madurez PMMM De La Provincia Sabana Occidente	94
5.6 Pilares Tecnológicos	100
<b>5.6.1 Big Data y analytics</b> .....	<b>100</b>
<b>5.6.2 Robos Autónomos</b> .....	<b>101</b>
<b>5.6.3 Sistemas De Integración Horizontal Y Vertical</b> .....	<b>102</b>
<b>5.6.4 Simulación</b> .....	<b>102</b>
<b>5.6.5 Ciberseguridad</b> .....	<b>103</b>
<b>5.6.6 La Nube</b> .....	<b>103</b>
<b>5.6.7 Fabricación Aditiva</b> .....	<b>104</b>
<b>5.6.8 Realidad aumentada</b> .....	<b>104</b>
<b>5.6.9 Internet de las cosas</b> .....	<b>105</b>
5.7 Lean Manufacturing	106
5.8 Matriz De Integración De I4.0	119
5.8 Resultado Juicio De Expertos	126
<b>5.8.1 Valoración de la Matriz De Integración De I4.0</b> .....	<b>126</b>
<b>5.8.2 Conclusiones De La Valoración</b> .....	<b>130</b>
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>134</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>141</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>147</b>



# Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Participación Del PIB Por Provincia .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 2 Relación De Empresas Manufactureras De La Provincia Sabana Occidente .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 3 Empresas De Manufactura Que No Pertenecen A La Población De Estudio .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4 Relación De Empresas De Manufactura En Liquidación .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 5 Relación De Los Tamaños de empresas Que Conforman El Marco Muestral.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 6 Relación De Empresas Que Conforman El Marco Muestral .....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 7 Relación Del Número De Empleados Por Tamaño De Empresa .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 8 Relación Del Numero De Activos Por Tamaño De Empresa .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 9 Actividades Económicas Relacionadas Con El Sector Manufacturero CCF .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 10 Grandes Empresas De La Provincia Sabana Occidente.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 11 Medianas Empresas De La Provincia Sabana Occidente.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 12 Pequeñas Empresas De La Provincia Sabana Occidente .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 13 Microempresas De La Provincia Sabana Occidente .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 14 Tabla De Nivel De Confianza .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 15 Tabla De Variables Para La Ecuación De La Población Finita .....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 16 Número De Empresas Resultantes Para El Instrumento De Investigación.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 17 Variables Y Resultados Para Cada Sector.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 18 Margen De Error Por Estrato O Tamaño De Empresa .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 19 Numero De Variables Resultantes Del Instrumento De Investigación.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 20 Matriz DOFA .....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 21 BigData Y Su Aporte Organizacional .....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 22 Robots Autónomos Y Su Aporte Organizacional.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 23 Sistemas De Integración Vertical Y Horizontal, Y Su Aporte Organizacional .....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 24 Simulación Y Su Aporte Organizacional.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 25 Ciberseguridad Y Su Aporte Organizacional.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 26 La nube y su aporte organizacional.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 27 Fabricación Aditiva Y Su Aporte Organizacional.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 28 Realidad Aumentada Y Su Aporte Organizacional .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 29 Internet De Las Cosas Y Su Aporte Organizacional .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 30 Herramienta KAIZEN, Aplicación En La I4.0 .....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 31 Herramienta Trabajo Estandarizado, Aplicación En La I4.0.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 32 Herramienta 5S, Aplicación En La I4.0.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 33 Herramientas TPM, Aplicación En La I4.0.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 34 Herramienta Kamban, Aplicación En La I4.0.....</i>	<i>112</i>

<b>Tabla 35</b> Herramienta Takt Time, Aplicación En La I4.0.....	112
<b>Tabla 36</b> Herramientas SPP, Aplicación En La I4.0.....	113
<b>Tabla 37</b> Herramienta ANDOM, Aplicación En La I4.0.....	113
<b>Tabla 38</b> Herramientas Células O Módulos De Trabajo, Aplicación En La I4.0 .....	113
<b>Tabla 39</b> Herramientas VSM, Aplicación En La I4.0.....	114
<b>Tabla 40</b> Herramienta JIKODA, Aplicación En La I4.0.....	114
<b>Tabla 41</b> Herramienta SMED, Aplicación En La I4.0 .....	115
<b>Tabla 42</b> Herramienta POKA YOKE, Aplicación En La I4.0 .....	115
<b>Tabla 43</b> Herramienta HEIJUNKA, Aplicación En La I4.0.....	116
<b>Tabla 44</b> Herramienta SISTEMA JALAR, Aplicación En La I4.0.....	116

# Lista de Figuras

<i>Figura 1 Encuesta De Desarrollo E Innovación Tecnológica</i> .....	2
<i>Figura 2 PIB Por Actividad Económica</i> .....	10
<i>Figura 3 Mapa De La Provincia Sabana Occidente</i> .....	11
<i>Figura 4 Etapas De La Revolución Industrial</i> .....	17
<i>Figura 5 Desarrollo De Inversión Productiva 2020</i> .....	20
<i>Figura 6 Meta De Resultado, Artículo 49 - Plan De Desarrollo -Gobernación De Cundinamarca</i> .....	21
<i>Figura 7 Pilares Tecnológicos De La Industria 4.0</i> .....	28
<i>Figura 8 Porcentaje Poblacional De Las Provincias De Cundinamarca</i> .....	33
<i>Figura 9 Ciclo De Vida De Proyecto/Cultura Organizacional</i> .....	35
<i>Figura 10 Participación Por Tamaño De Empresa En La Provincia Sabana Occidente De Bogotá</i> .....	51
<i>Figura 11 Respuesta Al Instrumento De Investigación Por Estrato</i> .....	68
<i>Figura 12 Población Resultante Del Instrumento De Investigación</i> .....	69
<i>Figura 13 Respuesta por municipio al instrumento de investigación</i> .....	69
<i>Figura 14 Respuesta A Nivel De Escolaridad O Perfil Educativo</i> .....	70
<i>Figura 15 Respuesta De Información A Sexo O Genero</i> .....	71
<i>Figura 16 Respuesta Al Cargo o Función</i> .....	71
<i>Figura 17 Herramientas De Productividad Que Emplean Actualmente</i> .....	72
<i>Figura 18 Desafíos Operativos Comunes Para Su Transición A Una Transformación Digital</i> .....	73
<i>Figura 19 Inversión En Tiempo Y Presupuesto Para Actividades De I+D</i> .....	73
<i>Figura 20 Decisión Al Interior De Las Organizaciones Para Innovar</i> .....	74
<i>Figura 21 Nivel De Decisión Para Inversión Relacionada Con Transformación</i> .....	75
<i>Figura 22 Factores Que Impulsan Las Iniciativas De Transformación Digital</i> .....	76
<i>Figura 23 Áreas De Concentración De Esfuerzos De Transformación Digital</i> .....	76
<i>Figura 24 Toma De Decisión En Tiempo Real</i> .....	77
<i>Figura 25 Interés En Incrementar La Productividad</i> .....	78
<i>Figura 26 Interes En Participacion De Planes De Desarrollo Conjunto</i> .....	78
<i>Figura 27 Matriz DOFA</i> .....	81
<i>Figura 28 Diagrama De Flujo De Selección De Pilares Y Metodología</i> .....	93
<i>Figura 29 Nivel De Madurez Actual Del Sector Por Estrato</i> .....	95
<i>Figura 30 Nivel De Jerarquía Propuesto Para El Modelo</i> .....	97
<i>Figura 31 Nivel de Proceso Vs Industria 4.0</i> .....	108
<i>Figura 32 Matriz De Integración A 14.0</i> .....	122

# Lista de abreviaturas

**TIC** Tecnologías de la información y telecomunicación

**I 4.0** Industria 4.0

**IoT** Internet de las cosas

**IA** Inteligencia artificial

**RA** Realidad aumentada

**RV** Realidad Virtual

**CPS** Sistemas ciber físicos

**RFID** Identificación por radiofrecuencia

**ERP** Enterprise Resource Planning

**SM** Smart Manufacturing

**M2M** Machine to Machine

**OEE** Eficiencia general de los equipos

**PIB** Producto interno bruto

**VSM** Value Stream Mapping

**SMED** Single-Minute Exchange of Die

**TPM** Mantenimiento Productivo Total

**SPP** Sistemas de participación del personal

## Resumen

El objetivo de la investigación es el desarrollo de un modelo de gestión que permita incrementar la productividad, y favorezca el mejoramiento de la cadena de valor de la industria manufacturera en la sabana occidental de Bogotá. Promoviendo el uso de nuevas tecnologías disruptivas, que faciliten el avance y desarrollo tecnológico, sobre la visión de la producción industrial del futuro.

En Colombia, el concepto de Industria 4.0 es un nuevo término que forma parte de las iniciativas del actual gobierno, que busca fortalecer la transparencia en los procesos, la autosuficiencia, la independencia tecnológica, y el desarrollo económico e industrial. Para construir una región más moderna y competitiva.

Para relacionar el término industria 4.0 en profundidad, en el estado del arte se describe el concepto fundamental, su historia, políticas públicas, oferta y demanda. Esto con el fin de comprender los nuevos modelos de negocio que surgieron de la estrategia de industrialización y que generaron grandes oportunidades de mejora en su país de implementación.

Por otro lado, se propone una evaluación inicial de la infraestructura de las organizaciones industriales, que permite evaluar con precisión el porcentaje de actualización tecnológica y determinar las variables a ser dinámicas en el marco de la implementación de la Industria 4.0. Luego se presenta la propuesta bajo mejora continua y finalmente se relacionan las iniciativas existentes en Colombia para promover el desarrollo en el sector manufacturero, que bajo el modelo de gestión se pueden implementar con éxito.

*Palabras clave:* (Productividad, cadena de valor, tecnologías disruptivas, industria 4.0, Modelo de gestión, innovación).

## Abstract

The objective of the research is the development of a management model that allows increasing productivity and favors the improvement of the value chain of the manufacturing industry in the western savannah of Bogotá. is Promoting the use of new disruptive technologies, which facilitate technological advancement and development, on the vision of industrial production of the future.

In Colombia, the concept of Industry 4.0 is a new term that is part of the initiatives of the current government, which seeks to strengthen transparency in processes, self-sufficiency, technological independence, and economic and industrial development. To building a more modern and competitive region.

To relate the term industry 4.0 in depth, the state of the art describes the fundamental concept, its history, public policies, supply and demand. This to understand the new business models that emerged from the industrialization strategy and that generated great opportunities for improvement in their country of implementation.

On the other hand, an initial evaluation of the infrastructure of industrial organizations is proposed, which allows to accurately evaluate the percentage of technological updating and determine the variables to be dynamic in the framework of the implementation of Industry 4.0. Then the proposal is presented under continuous improvement and finally the existing initiatives in Colombia to promote development in the manufacturing sector are listed, which under the management model can be successfully implemented.

*Key words:* (Productivity, value chain, disruptive technologies, industry 4.0, Management model, innovation).

# Capítulo 1: Introducción

En el presente capítulo se expone la necesidad de diseñar un modelo de gestión con la integración de industria 4.0, que permita incrementar la productividad, y favorezca el mejoramiento de la cadena de valor de la industria manufacturera, estructurando nuevos entornos de investigación y desarrollo al interior de las organizaciones, que impulsen la búsqueda de un nivel alto de automatización y digitalización de las industrias. Esto debido a la reducción en la productividad evidenciada en los últimos años producto de la lenta reactivación económica.

Aunque la industria manufacturera aporta significativamente al PIB del departamento y al país, sus niveles de participación se han mantenido a través de los años en los porcentajes similares de crecimiento (2,3% al 2.6 %) sin una notoria evolución<sup>1</sup>. Por lo que es necesario buscar estrategias que incrementen y fortalezcan de manera continua el desarrollo productivo y empresarial del sector.

## 1.1 Planteamiento Del Problema

Históricamente en Colombia los resultados del Departamento administrativo nacional de estadística -DANE, mostraron que las empresas tienen un retroceso en las actividades de ciencia tecnología e innovación y que para el periodo comprendido entre el año 2017 -2018. El número de registros de propiedad intelectual de las empresas industriales decreció indicando una menor competitividad e innovación en el sector industrial (Moreno, 2015).

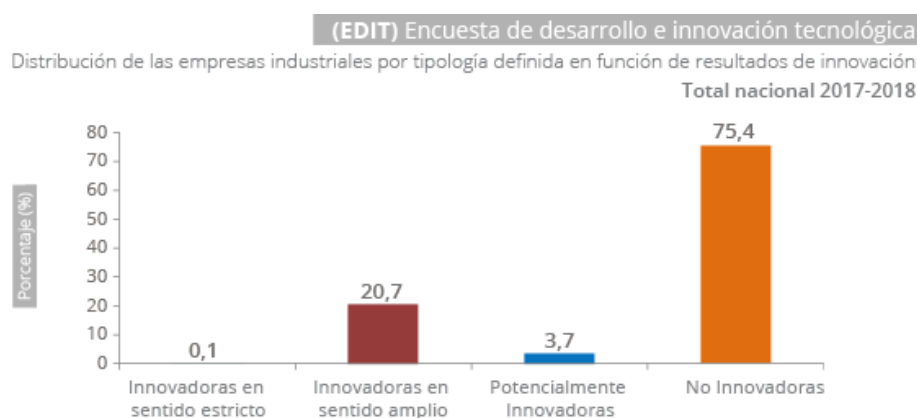
---

<sup>1</sup> (MINCIT, 2020, pág. 3)

Igualmente en la última encuesta de desarrollo e innovación tecnológica sector industrial Manufacturera publicada el 27 de noviembre de 2019 y realizada a 7.529 empresas a nivel nacional, en donde se evalúa la innovación “como un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado”<sup>2</sup>; se mantienen niveles bajos de participación siendo solo el 1% de las empresas las que tienen como iniciativa mantener un nivel de investigación y desarrollo constante en sus procesos, incrementando a un 77% el número de empresas sin desarrollo industrial o perspectiva de mejora (DANE, 2019), como se observa en la figura 1.

### Figura 1

#### Encuesta De Desarrollo E Innovación Tecnológica



*Nota: El grafico representa el nivel de innovación y desarrollo en empresas industriales -Fuente: DANE<sup>3</sup>*

De igual manera como lo informa La Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI en la publicación Estrategia para una nueva industrialización: “Es más que evidente que la industria manufacturera colombiana ha venido perdiendo terreno frente a la industria de la

<sup>2</sup> DANE. Boletín técnico encuesta de desarrollo e innovación tecnológica sector industria Manufacturera 2017-2018. Noviembre 27 de 2019. p.60.

<sup>3</sup> DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)



mayoría de nuestros socios comerciales e incluso frente a otros sectores de la economía nacional. Estos hechos han levantado las alertas de muchos agentes públicos y privados, alrededor de las causas que han conducido a esta realidad” (ANDI, 2015).

Lo anteriormente expuesto refleja la situación actual de la industria manufacturera que, aunque registró un crecimiento del PIB para 2018 de 2,7% , “para el 2019 tenía una meta de crecimiento planteada por el Gobierno (3,5%-3,6%)”<sup>4</sup> que llegó a un desempeño de un 3% ,y que claramente demuestra que los niveles de crecimiento siguen por debajo de los niveles de crecimiento potencial para el país, por lo que se pone en evidencia la necesidad de adoptar medidas de corto plazo que permitan seguir consolidando la reactivación de la economía como lo plantea la ANDI en su segundo capítulo de la estrategia de industrialización en la cual “ Colombia debe abordar el tema de la innovación y el emprendimiento sofisticado como una política nacional de largo plazo. Esta política tiene la obligación de contar con mecanismos de financiación permanentes y con una mayor velocidad” (ANDI, 2017). De esta manera se busca proponer acciones estructurales para dar soporte al progreso que faciliten el aumento de la productividad y la competitividad frente a los países industrializados.

Por lo anterior, se propone un diseño de gestión de proyectos, con el fin de mejorar las condiciones del sector de la manufactura en la región, entendiéndose que el cambio del entorno propuesto por el proceso de industrialización requiere de la renovación en la estructura de los procesos productivos, y de la forma de implementación de nuevos dispositivos. Lo que puede desencadenar la necesidad de desarrollar proyectos complejos de transformación industrial, que implican la búsqueda de nuevas metodologías para la investigación y creación de diferentes tipos

---

<sup>4</sup> DANE. Comunicado de prensa Producto Interno Bruto - PIB II trimestre Bogotá. Agosto 15 de 2019. P.7.

de soluciones, que apoyadas en la correcta gestión y administración de los gerentes de proyectos beneficien de manera efectiva y constructiva la productividad de las empresas.

Con el diseño de un modelo de gestión proyectos y la integración de industria 4.0 se podrá considerar el desarrollo de un entorno competitivo incrementando la participación de las empresas y priorizando la estrategia en innovación y desarrollo para mejorar la productividad de la industria manufacturera en la región occidental de la sabana de Bogotá.

## 1.2 Justificación

El sector industrial manufacturero está sometido al constante cambio de los requerimientos del mercado. Donde la personalización, los tiempos de entrega y la fabricación productos especiales (unitario o por volumen) hacen que sea necesario investigar en búsqueda de herramientas tecnológicas que permitan incrementar la productividad y competitividad de los productos que se fabrican a diario.

No obstante, el nivel tecnológico de las empresas que componen el sector de la manufactura está emprendiendo en su proceso de transformación digital; y aunque actualmente las iniciativas del gobierno nacional hacen énfasis en una adopción a nuevas tecnologías, no hay aun políticas definidas para su implementación. Como lo menciona el vicepresidente de transformación digital “No queremos limitarnos a ser parte del grupo de economías en transición” (Pinzón, 2019) por consiguiente se deben desarrollar modelos metodológicos que permitan comprender de una manera minuciosa un diseño asociado a mejorar la cadena de valor y su productividad.

Por consiguiente, atendiendo a los riesgos que implica la adopción de nuevas herramientas tecnológicas, se propone dentro del modelo de gestión, una evaluación preliminar donde se considere el nivel de tecnología actual y una valoración inicial a una etapa de adaptación que permita definir los indicadores (KPI)<sup>5</sup> que incrementarán los niveles de producción, calidad y competitividad en el sector manufacturero.

---

<sup>5</sup> El término "KPI" proviene del concepto inglés "Key Performance Indicador" y significa Indicadores Clave de Rendimiento que representan métodos de medida del éxito. (Excellence, 2020)

Por lo tanto, se debe trabajar de manera paralela sobre una planeación estratégica que permita el desarrollo de procesos con un término exitoso. Como resultado de la integración de las nuevas tecnologías (industria 4.0) sobre la base de las ideas expuestas, se tendrá como efecto la transformación de un sector con bajos niveles de producción; en un sector con amplias ventajas competitivas y tecnológicas que revolucionaran la forma en la que entendemos los negocios y el comportamiento del mercado. En consecuencia, nos encaminaremos al crecimiento de una economía acompañada de innovación y retos a nivel de conocimiento para la adopción de nuevos perfiles que demande la industria 4.0.

Para empezar el termino de industria 4.0 se originó en Alemania en el 2011, como una estrategia para mantener y mejorar la competitividad de las empresas alemanas a nivel global, que plantea la interconexión de los procesos industriales y/o la transformación digital mediante el uso de los pilares tecnológicos. Desde esta iniciativa se generaron oportunidades y beneficios como el de un lenguaje común entre dispositivos y sistemas, que permite obtener la información en tiempo real y generar nuevos modelos de negocio según demandas y perfiles.

La industria 4.0 presenta como reto la búsqueda de un impulso económico bajo la construcción de una nueva sociedad más conectada. “Lo que está digitalizándose es la sociedad, la cultura, la política, los trabajadores, los consumidores” (Delgado, 2016). Como lo afirma el autor se está produciendo un cambio en una nueva sociedad que él denomina hipersociedad lo que también implica cambios que pueden afectar significativamente diferentes aspectos como el mercado laboral que exigirá niveles más altos de conocimientos en áreas relacionadas de la I4.0, cambios en los requerimientos de los consumidores por su incremento en el nivel de información y sus exigencias en tiempos de entrega, cambios en nuevos modelos de negocios por las nuevas demandas de los usuarios que buscan adquirir experiencia a través de su compra

y, cambios en nuestra forma de relacionarnos con nuestro entorno buscando alternativas para minimizar el impacto ambiental.

La propuesta de investigación estará encaminada a fortalecer el sector industrial manufacturero en la región occidental de la sabana de Bogotá, diseñando un modelo de gestión que permita incorporar el término de industria 4.0 en el desarrollo o planes de innovación, que permita validar si la aplicación de las nuevas tecnologías según el Core del negocio, fomentaría la competitividad de las cadenas productivas y mejoraría notablemente la productividad de la sabana occidente de Bogotá D.C, con el objetivo de posicionar la industria en la provincia como una fuente generadora de empleo y de innovación.

La I4.0 es definida, como la introducción de tecnologías digitales en los procesos productivos de las fábricas, que facilitan la interpretación de la información, generando una mayor eficiencia, productividad y seguridad, para transformar los portafolios de las empresas en productos y servicios tecnológicamente avanzados. Sin embargo, para lograr ese nivel de automatización o digitalización de los procesos, se demanda de la implementación de los pilares de la I4.0 buscando como punto de partida optimizar la comunicación, análisis y calidad de la información para llegar a una fabricación más autónoma.

Por lo tanto, para abordar de una manera eficiente un proceso de transformación o actualización tecnológica y garantizar una mayor probabilidad de éxito. Se deberá ejecutar bajo el enfoque de gestión de proyectos la correcta planificación, organización y administración de los recursos, buscando establecer bajo las mejores prácticas de gestión un enfoque ágil y adaptativo para el desarrollo de proyectos complejos en entornos cambiantes.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 *Objetivo General*

1. Diseñar un modelo de gestión de proyectos que integre los principios de la industria 4.0 para mejorar la productividad del sector de la manufactura en la región occidental de la sabana de Bogotá D.C

### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

1. Caracterizar las empresas de manufactura que presentan mayor carencia de desarrollo industrial en la región occidental de la sabana de Bogotá D.C
2. Realizar una evaluación o diagnóstico inicial de los recursos tecnológicos y planes de I+D.
3. Analizar los habilitadores tecnológicos aplicables de manera conjunta a las empresas del sector manufacturero de la región occidental de la sabana de Bogotá D.C
4. Evaluar el modelo metodológico de inmersión sobre el uso de nuevas tecnologías.

### 1.3.3 Alcance

El estudio de investigación es de tipo cuantitativo en la que se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Sampieri, 2014) “uno de los rasgos más importantes es que opera fundamentalmente con cantidades y su propósito final es establecer semejanzas y diferencias en términos proporcionales” (Barragan, 2003) o como lo sugiere (Grinnell, 2018) “ La búsqueda cuantitativa ocurre en la “realidad externa” al individuo. Conviene ahora explicar”

El estudio se llevó a cabo mediante la base de datos poblacional , de las empresas de la región Sabana Occidente, en la que se “localiza el mayor número de empresas manufactureras del departamento de Cundinamarca” (CCF, 2019)<sup>6</sup> , y en base al estudio socio económico del 2019 , en el que concluye que la provincia contribuye con una participación departamental de 11.1%, siendo la Sabana de Occidente la provincia que más aporta a la economía , mantenida por el sector de la industria manufacturera como se observa en la figura 2 .

El alcance de la investigación es el desarrollo de un modelo referencial sobre la inmersión a nuevas tecnologías para el sector de la manufactura, que facilite bajo una metodología el diseño efectivo y viable de mejorar la productividad y la cadena de valor de las empresas que hacen parte de la sabana occidente de Bogotá D.C, identificando las mejores prácticas generales de las empresas y sus limitaciones frente a la necesidad de innovar.

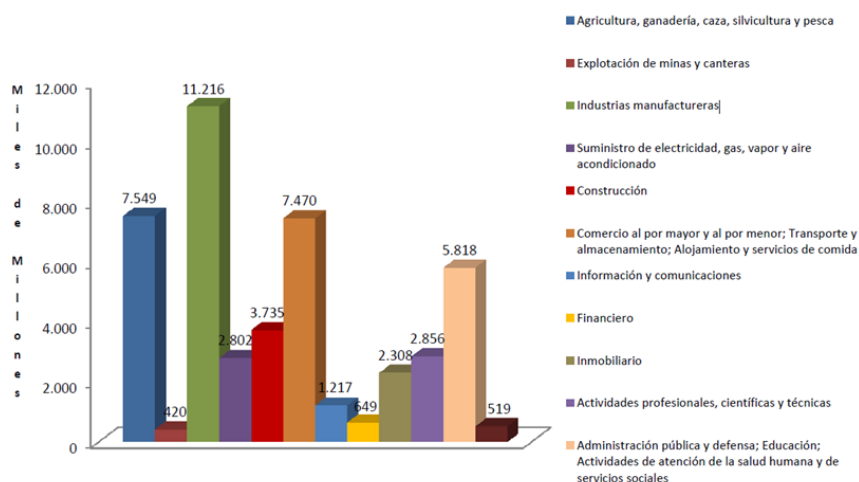
---

<sup>6</sup> CCF, La Cámara de Comercio de Facatativá es una entidad privada, sin ánimo de lucro que tiene una gran responsabilidad en el desarrollo del Noroccidente de Cundinamarca, en este sentido orienta su gestión a promover el desarrollo empresarial y el mejoramiento del entorno para la actividad productiva y la calidad de vida en la región.

“La provincia Sabana Occidente limita por el norte con las provincias de Gualivá y Rionegro, por el sur con la provincia de Soacha, por el occidente con la provincia de Tequendama, y al oriente con Bogotá y la provincia sabana centro. Cada provincia posee características propias y en cada una se desarrollan actividades económicas que logran generar impacto por el nivel de desarrollo industrial, turístico o agricultor que se demande.

**Figura 2**

*PIB Por Actividad Económica*



*Nota:* El gráfico representa los sectores de la economía y su porcentaje de participación con el PIB, siendo la industria manufacturera el de mayor participación debido a que es considerada como la principal fuente de expansión de la economía. Fuente: DANE.

La provincia Sabana occidente está compuesta de 8 municipios (Bojacá, el Rosal. Funza, Madrid, Mosquera, Subachoque, Zipacón y Facatativá, que es la capital de la Provincia) con una extensión territorial de 1.027 km<sup>2</sup>, que corresponde al 4,0% del área total del departamento de Cundinamarca, y que la ubica como la Provincia con menor tamaño en el departamento que conforman el objeto de estudio de la actual investigación. Como se determina en la figura 3.



### Figura 3

#### Mapa De La Provincia Sabana Occidente



*Nota:* El grafico representa los municipios que componen la sabana occidente de Bogotá que limita al norte, con la Provincias del Gualivá y Rionegro, por el sur con la provincia de Soacha, por el occidente, con la provincia del Tequendama y el oriente, con Bogotá y la provincia de Sabana Centro. Está compuesta por ocho (8) municipios: Bojacá, El Rosal, Facatativá, Funza, Madrid, Mosquera, Subachoque y Zipacón

Se realizará la caracterización de las empresas para establecer el nivel de participación por municipio y seguidamente una evaluación de los componentes o recursos tecnológico. Con el propósito de crear mecanismos que permitan generar a largo plazo un incremento significativo en las actividades económicas de manufactura. Posteriormente se elaborará un diagnóstico sobre el uso de los recursos tecnológicos y planes de I+D, para finalmente evaluar el modelo metodológico propuesto sobre la inmersión a el uso de nuevas tecnologías. De esta manera se procura mejorar el nivel de los perfiles de la fuerza laboral que en la provincia está compuesta por una población joven en edad productiva con una participación del 50,31% que corresponde a los jóvenes y adultos entre los 20 y los 59 años (CCF, 2019), presentando una perspectiva alentadora que permitirá un crecimiento y un dinamismo para mejorar las condiciones de la población en general.

## 1.4 Tipo De Investigación

La presente investigación es descriptiva, dado que permite describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos para detallar cómo son y como se manifiestan (Dankhe, 1986), se desarrolla sobre un factor temporal o bajo realidades de hecho, examinando y evaluando los cambios para describir detalladamente la tendencia de un grupo poblacional.

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Sampieri, 2014)

La investigación según su finalidad es de tipo aplicada, “en cuanto se hace uso del conocimiento existente en la solución de un problema, esta investigación tiene lugar en un contexto práctico. Es la aplicación de la investigación a problemas específicos y su objetivo es la solución a problemas prácticos” (UMNG, 2017).

Por lo tanto, la investigación busca referir las características de la inmersión de la industria 4.0 en la industria manufacturera de la sabana occidente de Bogotá y el impacto que genera a los consumidores, empleados, y empresarios del sector. Para dar respuesta a la pregunta de investigación.

### **1.4.1 *Pregunta De Investigación***

¿Si el sector industrial manufacturero de la sabana occidente de Bogotá, estructurara sus diseños de innovación y desarrollo bajo un modelo de gestión realizando la inmersión a nuevas tecnologías, podríamos incrementar el nivel de productividad y competitividad de las empresas a largo plazo?

La pregunta de investigación propone una búsqueda de estrategias colectivas, que incrementen los niveles de I+D al interior de las empresas, buscando mejorar la productividad y la cadena de valor integrando los pilares tecnológicos de la industria 4.0 con la cultura organizacional de las empresas, generando así una nueva visión del sector de manera sostenible garantizando una mejor adaptación a los cambios volátiles de los mercados.

## 1.5 Presentación Del Documento

En los últimos años se ha identificado al interior de la provincia una limitación en cuanto a innovación desarrollo, no hay un motor que impulse de manera incesante el crecimiento del sector manufacturero. y esto es debido a las diferentes necesidades y demandas de cada organización. sin embargo, en la presente investigación se pretende consolidar un modelo que permita adoptar la transición a una manufactura conectada a través de estrategias en las que se requiere de una gran disposición para abrir el horizonte a los cambios que propone la industrialización, dado que para Porter, la estrategia es “Es la creación de una posición singular y valiosa que requiere un conjunto diferente de actividades, si hubiese únicamente una posición ideal, no habría necesidad alguna de estrategia”. (Porter, 1998)

La llegada de nuevas herramientas tecnológicas y el uso de modernos dispositivos ha permitido enriquecer los niveles de conocimiento, abriendo nuevas oportunidades a diferentes modelos y sectores de negocio. de los cuales se generan revolucionarios y novedosos procesos que generan beneficios importantes para el desarrollo económico de las organizaciones. Pero es importante entender que el cambio no es referente a la adquisición de infraestructura tecnológica o al mejoramiento de un procedimiento, va más allá de generar conexiones entre dispositivos, procesos y personas. Es por eso por lo que la comunicación y la información es el requerimiento base para enfrentar la transición a una sociedad globalizada.

La provincia sabana occidente es considerada como una fuente de generadora de empleo y es debido a su gran potencial industrial y al corredor logístico que cubre toda el área de la jurisdicción. Área en la que se proyecta generar más cobertura de estrategias para alcanzar con ingenio lugares aislados donde la tecnología no llega. De esa forma se garantiza un crecimiento integral con la apertura de nuevos mercados fomentando el nivel de participación de la mano de

obra de la misma región, permitiendo que se empleen nuevas técnicas y estrategias de aprendizaje centradas en el uso de nuevas herramientas tecnológicas.

El entorno de cambio planteado por la Industria 4.0 es de vital importancia independientemente de su ámbito de trabajo, su tamaño o el tiempo que lleve operando en el mercado. Cualquier organización se debería plantearse un proceso de renovación, actualización o de transformación. y para hacerlo con ciertas garantías de éxito, debería estructurarse desde el enfoque de la gestión de proyectos.

## Capítulo 2: Antecedentes Y Estado Del Arte

En este capítulo se explica el origen y el estado actual del término de industria 4.0 y la preparación a nivel global hacia un nuevo modelo económico y productivo de la industria 5.0, recopilando la información de libros, artículos scopus , proyectos doctorales y casos de éxito de empresas que han documentado el progreso de la iniciativa Alemana que ha facilitado la transformación de la industria en todo el entorno organizacional, trayendo consigo una tendencia de alto nivel tecnológico que demandan lo nuevos requerimientos del mercado.

### 2.1 Estado Del Arte

“Industria 4.0 es un término acuñado por el gobierno alemán con el soporte de empresas alemanas, para describir la digitalización de sistemas y proceso industriales y su interconexión mediante el internet de las cosas para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos”. (Aguilar, 2018)

El termino de industria 4.0 o cuarta revolución industrial hace referencia a las cuatro fases de la revolución industrial donde se generaron grandes desarrollos en los procesos productivos del sector industrial, que permitieron a través del tiempo innovar en la creación de nuevas soluciones empresariales dejando una línea de tiempo histórica que genero impacto en cada etapa de transformación relacionado directamente con factores, económicos, sociales y políticos. Como se aprecia en la figura 4.

**Figura 4***Etapas De La Revolución Industrial*

*Nota: El grafico representa las 4 etapas o hitos alcanzados a través de la historia, como consecuencia de los avances tecnológicos de las últimas décadas. Tomada del articulo web*

*[http://www.tecnologiahechapalabra.com/negocios/negocios\\_mercadeo/articulo.asp?i=11971](http://www.tecnologiahechapalabra.com/negocios/negocios_mercadeo/articulo.asp?i=11971)*

La primera revolución industrial se inició entre los siglos XVIII y XIX en la que se originó la fabricación mecánica mediante agua y energía de vapor, reemplazando o “transformando la economía agraria y artesanal” (Román, 2016) y dando fin al empleo de aparatos rudimentarios y el uso de tracción animal pues se le dio la bienvenida a la industria manufacturera, al ferrocarril, la máquina de vapor descubierta por Tomas Newcomen en (1712) y posteriormente una versión mejorada por James Watt en (1783) donde el carbón era el combustible de la máquina de vapor y era considerado como una fuente principal de energía.

La segunda revolución industrial tuvo lugar a mediados del siglo XIX hasta el comienzo de la Primera Guerra Mundial (1914), que llegó acompañado por el hallazgo de nuevas fuentes de energía como el gas, el petróleo y la electricidad y nuevas innovaciones tecnológicas como la radio (Guillermo Marconi), el teléfono (Graham Bell), el primer avión (Hermanos Wright), el primer vehículo (Henry Ford) que fomentó la creación de un nuevo sistema productivo denominado producción en cadena. La fabricación en serie fue un proceso revolucionario en la

producción industrial cuya base es la cadena de montaje, línea de ensamblado o línea de producción <sup>7</sup>.

Durante el siglo XX la tercera revolución industrial se caracterizó por el uso de nuevas herramientas tecnológicas que permitieron la realización de procesos complejos de manera automática con la llegada de las máquinas de control numérico y la automatización de los procesos productivos y el consumo masivo de la información por la aparición de los PC creados en (1981) por IBM. Esta revolución fue llamada también la revolución de la inteligencia RCT tecnológica o revolución de la inteligencia, concepto definido también por el sociólogo y economista Jeremy Rifkin debido a una publicación titulada “La tercera revolución industrial “ (Rifkin, 2011) en donde expuso su visión de una nueva era económica.

Actualmente la cuarta revolución está en proceso de implementación y estamos al borde de una revolución tecnológica que alterará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos unos con otros. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será diferente a todo lo que la humanidad haya experimentado antes”. (Schwab, World economic forum , 2016)

Industria 4.0 es un término que se dio a conocer como una iniciativa oficial del gobierno alemán, durante el desarrollo de la feria tecnología de Hannover - Messe en el año 2013, del que se originó un documento que se denominó “Recommendation for implementing the strategic initiative industrie 4.0” que fue adoptado por las empresas alemanas para generar nuevos modelos de producción y sistemas de fabricación.

---



“La industria podría recuperar su liderazgo y generar más empleo, agregar valor, participar en cadenas globales de valor e impulsar los procesos de innovación. Es necesario lograr una nueva síntesis entre los tres pilares de la estructura económica (recursos naturales, las capacidades del sector industrial, y del sistema científico tecnológico) y generar un entorno macroeconómico estable” (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, Industria 4.0 - fabricando el futuro).

En este momento la iniciativa alemana ha tomado gran influencia en varios países al notar que la adopción de la transformación digital en sus procesos que dio como resultado de fortalecimiento al sector industrial mejorando su productividad y su cadena de valor gracias al entorno colaborativo entre “grandes empresas con musculo financiero ,pymes innovadores, investigación en I+D conjunta entre universidades ,empresas ,organismos públicos , asociaciones y sindicatos etc.” (Gonzalez, 2017).

En Colombia el termino de industria 4.0 está en una fase incipiente, pero con una perspectiva positiva en su fase inicial de implementación, ya que hace parte de las iniciativas del gobierno como el PND <sup>8</sup>, en el que se busca la reactivación de la economía, “al reimpulsar la inversión, la productividad, la formalización laboral, la transformación digital, la modernización del aparato productivo generando así un incremento en el desarrollo de todos los sectores económicos del país.

De igual manera como iniciativa de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia- ANDI, “llevamos innovación y emprendimiento a todas las seccionales de la ANDI con el ánimo de que nuestros agremiados puedan perfeccionar sus productos, servicios y modelos de negocio,

---

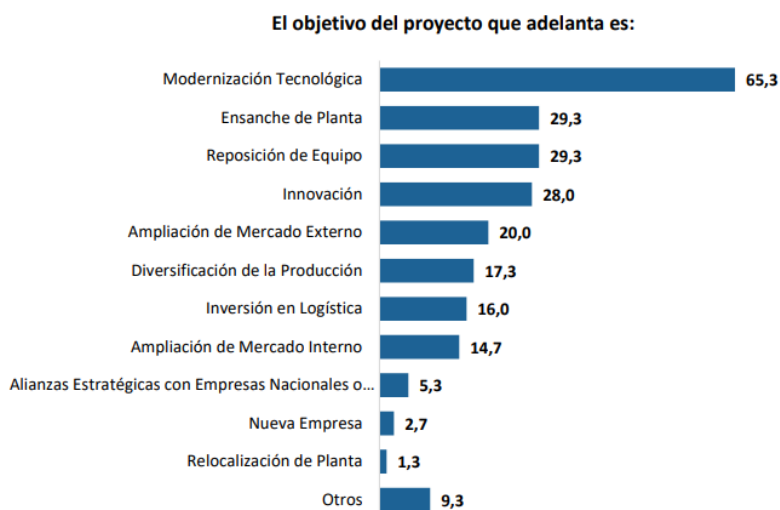
<sup>8</sup> Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad

con el fin de adquirir la velocidad necesaria para competir en mercados cada vez más globales y dominantes de tecnologías de la industria 4.0” (Quintero, 2018).

En el último informe emitido por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, se informa con un detalle panorámico , sobre el estado de la industria manufacturera a lo largo del año 2019 , que se mantuvo durante el año con un crecimiento de 1.7 menor que el año anterior , sin embargo para los empresarios sus inversiones futuras estarán enfocadas en “Los proyectos de inversión productiva del sector industrial se orientan hacia modernización tecnológica (65,3%), ensanche de planta (29,3%), reposición de equipo (29,3%), innovación (28,0%), ampliación del mercado externo (20,0%), diversificación de la producción (17,3%), inversión en logística (16,0%), ampliación del mercado interno (14,7%), alianzas estratégicas con empresas nacionales o extranjeras (5,3%), nueva empresa (2,7%), relocalización de planta (1,3%) y otros objetivos como mejoras en procesos, mejoras en planta y seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (9,3%).” (ANDI, 2020)

### Figura 5

#### *Desarrollo De Inversión Productiva 2020*



*Nota: El grafico representa los proyectos de inversión o a largo plazo del sector industrial*

La Sabana Occidente de Bogotá se ha venido desarrollando como zona logística y de transporte, pero dentro del Plan de Desarrollo de Cundinamarca al que se denominó: “Unidos Podemos Más” en el artículo 49 de Programa *Cundinamarca hacia las cadenas globales de valor*. tienen como objetivo “Facilitar las condiciones para que los bienes y servicios cundinamarqueses con potencial exportador y con capacidad de agregación de valor mejoren su competitividad y logren su inserción en las cadenas globales de valor, en la perspectiva de ampliación y diversificación de la oferta exportable, la producción de bienes y servicios de talla mundial, y el acceso a nuevos mercados” (Ángel J. E., 2016). Cuya meta resultante deberá ser la industrialización inclusiva y sostenible, fomentando la innovación.

### Figura 6

*Meta De Resultado, Artículo 49 - Plan De Desarrollo -Gobernación De Cundinamarca<sup>9</sup>*

META	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	LÍNEA BASE	META 2020	ENTIDAD RESPONSABLE
Mantener a Cundinamarca dentro de los 5 primeros puestos del pilar de sofisticación y diversificación del índice Departamental de Competitividad.	Pilar de sofisticación y diversificación del índice Departamental de Competitividad	Puesto	5	5	<b>SEC</b> COMPETITIVIDAD & DESARROLLO ECONÓMICO GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA

*Nota: El grafico muestra iniciativa de competitividad propuesta en el departamento de Cundinamarca*

Aunque la sabana occidente de Bogotá, tiene un conglomerado de industrias manufactureras, no es significativamente relevante el % de incremento anual que muestra el desarrollo o crecimiento industrial, por lo que se requiere encontrar los medios que permitan mejorar la productividad y la cadena de valor de los productos que pueden generar mayor

impacto. para lograr estas actividades se requiere de ayudas de organismos públicos que puedan orientar la implementación de industrialización, en términos de financiación e investigación. En Cundinamarca no se cuenta con un centro de innovación o un observatorio de investigación por lo que se debe apoyar sobre la gobernación de Cundinamarca y la cámara de comercio de la seccional.

Para incrementar la producción de bienes y servicios en la sabana occidente de Bogotá, que sean lo suficientemente competitivos, se debe buscar la unión entre las cadenas de valor y la participación entre las empresas que componen la provincia. y bajo el plan de desarrollo buscar los mecanismos efectivos para su adopción a la industrialización. La demanda y la actividad económica de la sabana occidente de Bogotá se puede fortalecer, optimizando los niveles de producción, los tiempos de entrega, la personalización de los productos e identificando propuestas de mejora en las áreas de finanzas, cadenas de suministro, fuerza laboral, clientes y por supuesto el área de tecnología.

“Aquí empieza la construcción de nuestra Cuarta Revolución Industrial”. Con estas palabras, el presidente de la República, Iván Duque, inauguró en Medellín el nuevo Centro para la Cuarta Revolución Industrial Colombia” (Ruta N, 2019), espacio creado al interior de las instalaciones del centro de innovación y negocios Ruta N, “para probar y refinar protocolos, marcos regulatorios y políticas para maximizar los beneficios y reducir los riesgos de tecnologías de Industria 4.0, como Inteligencia Artificial, Blockchain, Internet de las Cosas (IoT) y robótica.”<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Gobierno-colombiano-se-compromete-a-impulsar-empresamientos-de-Industria-40+130249>

Actualmente se desarrollan estrategias colaborativas entre el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), iNNpulsa Colombia, Bancoldex, SENA, Colciencias y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), para capacitar a empresarios sobre las nuevas tecnologías, sin embargo, no se han desarrollado bases metodológicas para la implementación a la cuarta revolución industrial. Lastimosamente no hay como prevenir la acción de grandes inversiones innecesarias por no tener una clara conciencia de lo que implica su adopción.

Sin embargo, tras la aparición del nuevo Coronavirus<sup>11</sup> (COVID-19) que ha sido catalogado por la Organización Mundial de la Salud como una emergencia en salud pública de importancia internacional (ESPII)<sup>12</sup>, Colombia realizó la activación de los protocolos de protección, y desde el 6 de marzo día que se detectó el primer caso confirmado del virus, se trabaja de manera mancomunada en la prevención y control de la situación, Por lo que el gobierno puso a disposición de todos los ciudadanos el uso de plataformas tecnológicas para facilitar la comunicación frente a las medidas presentadas entorno a la pandemia.

Bajo la plataforma CoronApp el Gobierno colombiano decidió recurrir a la tecnología y a la innovación para controlar la situación, y con el acompañamiento del Instituto Nacional de Salud (INS) crearon la aplicación CoronApp Colombia.<sup>13</sup> Pero la aplicación generó mayor oportunidad de interacción con los ciudadanos gracias a los contenidos educativos, retos de

---

<sup>11</sup> Los coronavirus (CoV) son virus que surgen periódicamente en diferentes áreas del mundo y que causan Infección Respiratoria Aguda (IRA), es decir gripe, que pueden llegar a ser leve, moderada o grave. La infección se produce cuando una persona enferma tose o estornuda y expulsa partículas del virus que entran en contacto con otras personas.

<sup>12</sup> <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/index.html>

<sup>13</sup> coronapp@ins.gov.co

innovación ,líneas de crédito e información en tiempo real del número de casos confirmados que son las estadísticas para la toma de decisiones del estado .

El Gobierno expidió el Decreto 457 para el período de aislamiento preventivo obligatorio, en el que todas las personas de Colombia estarán en aislamiento preventivo obligatorio desde el martes 24 de marzo a las 11:59 p.m. hasta el 12 de abril a la media noche. Y el día 24 de abril de 2020 expidió el Decreto 593, en el que aumenta de 35 a 41 las actividades económicas exceptuadas del Aislamiento Preventivo Obligatorio buscando la reactivación progresiva y responsable de algunos sectores de la economía. Entre ellos el sector de la manufactura.

A partir del 29 de abril, Ante la apertura de operaciones para los sectores de manufactura y construcción, bajo el modelo de cuarentena inteligente, Nicolas Uribe Rueda, presidente de la Cámara de Comercio de Bogotá, aseguró que “la prioridad de la Entidad es acompañar a los empresarios en este proceso para que puedan reactivar de manera ordenada y progresiva las actividades económicas que les permita a sus familias generar ingresos”.<sup>14</sup>

Ante la necesidad de las empresas, por mantener sus operaciones activas, se abre una gran oportunidad de buscar la asistencia en nuevas tecnologías que permitan realizar actividades de manera remota para garantizar la continuidad de las operaciones. Si bien la crisis tomo por sorpresa y detuvo la economía del país y del mundo entero, por supervivencia se deberá buscar en estos retos estructurales, las bases sólidas para la recuperación de las industrias con nuevos modelos operativos con arquitecturas más resistentes dirigidas a la inmersión de industria 4.0

---

<sup>14</sup> <https://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-CCB/2020/Abril-2020/Empresarios-de-manufactura-y-construccion-recibiran-asesoria-de-la-CCB-para-entrar-a-operar>

## Capítulo 3: Marco de Referencia

### 3.1 Marco Conceptual

La industria 4.0 como concepto, busca la integración de todos los procesos al interior de las organizaciones impulsando el uso de nuevas tecnologías que de manera colaborativa transmitan un gran número de información, la cual es utilizada para crear unas bases sólidas que incrementen la productividad y competitividad del sector de la manufactura. La industria 4.0 tiene gran influencia sobre los avances tecnológicos y se adapta de manera general a toda la cadena de valor de las empresas amplificando el conocimiento a través de los procesos asociados a la tecnología.

La I4.0 es considerada como un elemento fundamental, para el crecimiento a nivel productivo y empresarial, debido a las expectativas que se plantean entorno a la productividad, la investigación y desarrollo. Su aplicación busca mejorar las condiciones económicas y sociales para fortalecer los procesos de adaptación a la demanda. Es por eso por lo que la productividad se establece como un elemento transcendental en el crecimiento organizacional a largo plazo, que inspecciona que los recursos sean utilizados de forma eficiente para generar mayores ingresos elevando el nivel de eficiencia y eficacia, reduciendo los costos y tiempos de fabricación por el grado de flexibilidad del proceso que se desarrolle.

La mejora productiva a un nivel corporativo se puede ver reflejada en la creación de productos o servicios nuevos, en el desarrollo de un ecosistema organizacional, en la gestión de la información y en la administración de los recursos para lograr la disminución de los tiempos de fabricación y entrega.

A nivel operativo, la calidad y la productividad se puede optimizar, visualizando la trazabilidad de los procesos, agilizando las evaluaciones de calidad, gestionando el control de las condiciones ambientales en tiempo real, y estableciendo un control de tiempos de producción para la asignación automática de tareas.

En el Estudio realizado por Confecámaras (La confederación colombiana de cámaras de comercio) “I4.0, Transformación Empresarial para la Reactivación Económica”, señala que el 40,2% de las empresas colombianas que están trabajando sobre la estrategia de Industrialización y sobreviven más tiempo estimado en un periodo de 5 años, en comparación con las empresas de otros sectores. El crecimiento de las empresas creadas entre el 2014 y 2019 pasaron de 17.625 a 27.431 correspondiente al 7.7% con un crecimiento superior al 4.2% del total de empresas formales del país.

### Figura 7

*Distribución Del Tamaño De Empresa 2014-2019*



La base empresarial esta principalmente constituida por microempresas, las cuales participan con el 90,4%, las pequeñas representan el 7,8% y las medianas y grandes el restante 1,86%, con una distribución similar a la actual estructura en Colombia, en donde las microempresas son el 92%, las pequeñas el 6% y las medianas y grandes el 2%.



## 3.2 Marco Teórico

Según la real academia de la lengua la etimología del vocablo Manufactura que se deriva del Latín manufactus, que significa hecho a mano, y el vocablo fabricación que está compuesto del verbo activo transitivo «fabricar» y del sufijo «ción» que indica efecto, hecho o acción, que también viene del latín «fabricatĭo» (Schmid, 2014). Es de ahí que, el proceso industrial de convertir la materia prima en productos o artículos para su comercialización y consumo. “ los esfuerzos se orientan más que a la producción en serie de un bien, a la producción personalizada; esto es más que adecuarse a lo que existe en el mercado. La idea es que se pueda obtener un producto adecuado a las necesidades de cada cliente, esto desde luego en forma ágil y competitiva” (Prado, Cervantes, & Valera, 2018) . de acuerdo con lo anterior se define como la actividad económica que tiene como objetivo la transformación de la materia prima la cual se divide en sectores según el producto que fabrica creando así dos grupos conocidos como industrias de bienes de equipos y de bienes de consumo.

“Desde el origen del ser humano, este ha tenido la necesidad de transformar los elementos de la naturaleza para poder aprovecharse de ellos, en sentido estricto ya existía la industria, pero a finales del siglo XVIII, y durante el siglo XIX, es cuando el proceso de transformación de los recursos de la naturaleza sufre un cambio radical, que se conoce como revolución industrial” (Ángel D. A., 2016).

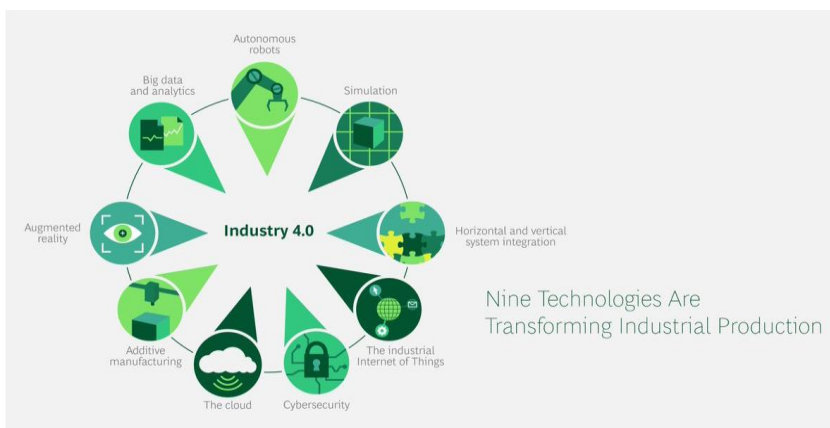
La definición de revolución industrial está bajo la influencia de los tres periodos de tiempo, desde el siglo XVIII hasta inicios del siglo XX donde se generó la mayor concentración de eventos relacionados con la transformación tecnológica; generando cambios a nivel, social y económicos por la llegada de maquinaria que cambio las tareas manuales a procesos automatizados generando así nuevas clases sociales, un nuevo sistema económico y nuevas

oportunidades de desarrollo industrial. Así es como llegamos a la cuarta revolución industrial (industria 4.0) cuyo término se originó en la feria de alta tecnología del gobierno alemán en Hannover -Messe en el año 2011, para definir una estrategia necesaria para optimizar la producción industrial por medio de la interconexión digital de máquinas y procesos. sin embargo,” fue en el foro de Davos en enero de 2016 donde se consolido el nacimiento de la cuarta revolución industrial” (Aguilar, 2018).

Klaus Schwab, fundador y presidente del (WEF) <sup>15</sup> organizo y publico los impulsores de industria 4.0 documentándolos en su libro “ la cuarta revolución industrial” en tres grandes grupos o mega tendencias denominadas Físicas , digitales y biológicas cada uno con a su vez compuesto de facilitadores tecnológicos donde afirma que “ Los tres están profundamente interrelacionados y las diferentes tecnologías se benefician entre sí gracias a los descubrimientos y los avances que cada grupo va logrando” (Schwab, La cuarta revolucion industrial , 2016).

### Figura 8

#### *Pilares Tecnológicos De La Industria 4.0*



<sup>15</sup> (World Economic Forum) Foro Económico Mundial, Foro de Davos. <https://es.weforum.org/>

*Nota: El grafico representa los 9 pilares de la industria 4.0*<sup>16</sup>

La industria 4.0 esta soportada bajo nueve (9) Facilitadores tecnológicos como son el Big Data y análisis de datos, robots autónomos, simulación, sistemas para la integración vertical y horizontal, el Internet de las cosas (IoT), ciberseguridad, cloud computing, Fabricación aditiva y realidad aumentada con los que se pretende mejorar la competitividad de la producción industrial y crear desarrollo sostenible en una industria.

### ***3.2.1 Big Data Y Analítica***

Refiere a la gestión y análisis de grandes volúmenes de distintos tipos de datos que son obtenidos de una gran variedad de fuentes. Donde prima la velocidad de respuesta para que sea lo suficientemente rápida como para obtener la información certera en tiempo real de fácil entendimiento a través de los gráficos interactivos o tableros de control o informes con paneles de resultados.

### ***3.2.2 Robots Autónomos***

Son sistemas mecánicos o virtuales programados para realizar actividades normalmente sencillas y repetitivas. La robótica se define como una disciplina que comprende el diseño, construcción, implementación y funcionamiento de los robots para la industria, que fusionada con el análisis de datos y la inteligencia artificial producirá grandes procesos como la “comunicación M2M, comunicación de máquinas con otros dispositivos y los seres humanos” (Caimán, Gilede, & Giraldo, 2018)

### ***3.2.3 Simulación***

---

<sup>16</sup> [on.bcg.com/2P1w7hR](https://on.bcg.com/2P1w7hR)

Se define como “la imitación de la operación de un proceso o sistema del mundo real a lo largo del tiempo” que proporciona información para la definición de las condiciones óptimas de operación y la elaboración de procedimientos o productos antes de realizar inversiones o acciones reales, garantizando calidad y eficiencia. “La Simulación y puesta en marcha virtual ahorran tiempo y dinero durante la construcción de los procesos productivos y ofrecen una herramienta de configuración de sistemas productivos “ (Telukdarie, Buhulaiga, Bag, Gupta, & Luo, 2018).

### ***3.2.4 Sistemas Para La Integración Vertical Y Horizontal***

Se definen como la integración de sistemas en un entorno colaborativo entre las empresas, distribuidores y clientes o entre departamentos como ingeniería producción y logística, mejorando las operaciones y la cadena de valor con la automatización de los procesos y el flujo de información consolidada con el uso de ERP<sup>17</sup>, CRM<sup>18</sup>, SCM<sup>19</sup> y MES<sup>20</sup>.

### ***3.2.5 La Iot (Internet Of Things/Internet De Las Cosas)***

“Según Rolf Weber es una arquitectura emergente basada en la Internet global que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados “<sup>21</sup>

### ***3.2.6 Ciberseguridad***

---

<sup>17</sup> ERP: “Enterprise Resource Planning” o Planificación de Recursos Empresariales.

<sup>18</sup> CRM. “Customer Relationship Management” o Marketing Relacional.

<sup>19</sup> SCM. “Supply Chain Management” o gestión de la cadena de suministro.

<sup>20</sup> MES. “Manufacturing Execution System” o sistemas de ejecución de fabricación

<sup>21</sup> R. H. Weber, (2010). "Internet of Things - New Security and Privacy Challenges". Computer Law & Security Review 26: 23-30.

Se define como un facilitador esencial en la implementación de industria 4.0 que se encarga de proteger los sistemas industriales de los riesgos asociados a la conectividad entre mundo físico y virtual”. Protegiendo los datos de las amenazas potenciales y fallos que pueden causar problemas en la producción o continuidad del negocio.

### ***3.2.7 La Nube (Cloud Computing)***

Es el modelo que permite el acceso a una red bajo demanda de un conjunto de servicios informáticos configurables tales como infraestructura, aplicaciones y almacenamiento” (Vecchio, Paternina, & Miranda, 2015), “que pueden ser aprovisionados o liberados con el mínimo esfuerzo de gestión e interacción con el proveedor de servicio” (Aguilar, 2018).

### ***3.2.8 Fabricación Aditiva O Impresión 3D***

Se refiere a un nuevo modelo de fabricación que “permite producir objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales facilitando crear prototipos, fabricar productos personalizados y una producción descentralizada”. (Val, 2016)

### ***3.2.9 Realidad Aumentada***

Es una estrategia tecnológica que integra varias tecnologías que permiten la visualización de un entorno físico a través de un dispositivo tecnológico, integrando elementos virtuales y estableciendo así una realidad mixta en tiempo real. Es un pilar aun en desarrollo con el que se busca “mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo” (Aguilar, 2018).

El concepto de industria 4.0 se fundamentó en la integración de múltiples tecnologías que, para ser implementada, requirió de un entorno colaborativo de organismos públicos y privados y así fue como Alemania logro su reconocimiento como país pionero en liderar el concepto de industria 4.0 porque con ayuda del gobierno, asociaciones, empresarios y la creación de varios clúster o nichos de investigación. se logró consolidar un “plan estratégico de alta tecnología

2020” (“Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland”)<sup>22</sup>, que tiene como “tareas prioritarias para el futuro: economía sostenible y energía, trabajo innovador, vida sana, movilidad inteligente, seguridad civil y economía digital” (González, 2017).

Para realizar un seguimiento y validar el crecimiento de las empresas que se sumaron a la iniciativa o que iniciaron su proceso de transformación, se implementó una plataforma liderada por el ministerio de economía alemán “Platform Industry 4.0”<sup>23</sup>, “que opera como una red abierta de transferencia de información y colaboración agrupando a actores públicos como los ministerios de economía y energía; y de educación e investigación, grandes empresas, centrales sindicales y paulatinamente se extiende a las universidades y centros de investigación para hacer efectivos los diagnósticos y la investigación sobre el proceso, la implementación y evaluación del nuevo modelo”<sup>24</sup>.

Aunque Alemania está liderando la iniciativa de industria 4.0 gracias a la experiencia adquirida en sus años de iniciación. China, Alemania, Japón y Estados Unidos están implementando en sus procesos el nuevo modelo empresarial basado en la conectividad entre las máquinas y las personas mediante estas nuevas tecnologías, consiguiendo una conexión entre lo físico y lo virtual, para así obtener una mayor eficiencia y productividad de los procesos.

Atendiendo a estas consideraciones el termino de industria 4.0 no se define solo como un conjunto de pilares tecnológicos o tecnologías disruptivas, se podría afirmar que es una estrategia de transformación o transición a nuevos sistemas construidos bajo industria 4.0 que gestionara un

---

<sup>22</sup> [http://www.forschungsunion.de/aktivitaeten/2012\\_10\\_02\\_umsetzungsforum\\_industrie\\_4\\_0/index.html](http://www.forschungsunion.de/aktivitaeten/2012_10_02_umsetzungsforum_industrie_4_0/index.html)

<sup>23</sup> <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html>

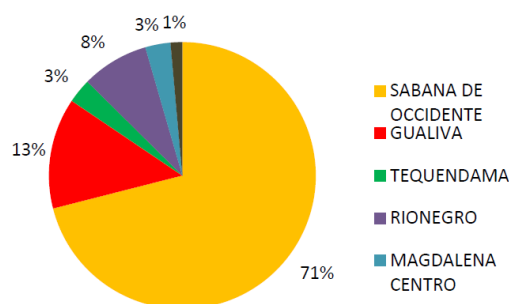
<sup>24</sup> (“La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza. Estudios de casos, 2018)

nuevo nivel de oferta y demanda que exigirá el incremento de los niveles de investigación y desarrollo para mejorar el desempeño de las organizaciones o industrias.

La provincia de Sabana de Occidente se caracteriza por poseer la mayor parte de la población de toda la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Facatativá representando el 71 % como se puede apreciar en la figura 8 (CCF, 2019), debido a que es considerada como un corredor industrial y logístico entre la región y Bogotá D.C. En esta provincia se concentra la mayor cantidad de compañías que generan impacto y dinamismo, relacionadas en sectores como la industria, comercio y turismo que se muestran activamente consagradas a actividades de metalmecánica, elaboración de productos, químicos, plásticos, artículos de aseo, fabricación de productos lácteos que constituyen las principales actividades que aportan al crecimiento industrial de Sabana Occidente.

### Figura 9

*Porcentaje Poblacional De Las Provincias De Cundinamarca*



*Nota: El gráfico que relaciona la participación por provincia, identificando la Sabana Occidente de Bogotá con un porcentaje de mayor participación, Fuente: DANE*

Sus actividades económicas aportan al crecimiento del Producto Interno Bruto con un 2,36 % del Departamento como lo informan las estadísticas del DANE. y la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Facatativá, en promedio posee un índice de competitividad de 3,91%,

convirtiendo la provincia sabana occidente en la segunda región más competitiva del Departamento con un puntaje de 6,23. (CCF, 2019)

**Tabla 1**

*Participación Del PIB Por Provincia*

PROVINCIA	PARTICIPACIÓN PIB
SABANA DE OCCIDENTE	2,36
GUALIVA	0,29
TEQUENDAMA	0,23
RIONEGRO	0,34
MAGDALENA CENTRO	0,15
BAJO MAGDALENA	0,24
<b>TOTAL</b>	<b>3,61</b>

*Nota:* Datos adquiridos del Estudio socioeconómico 2019 Noroccidente Cundinamarqués CCF, 2019, p. 22

Buscando hacer uso de las ventajas competitivas de la provincia mencionadas anteriormente, la principal función del sector de la manufactura será el de generar valor en la fabricación de productos para responder de manera ágil y efectiva a las demandas del mercado.

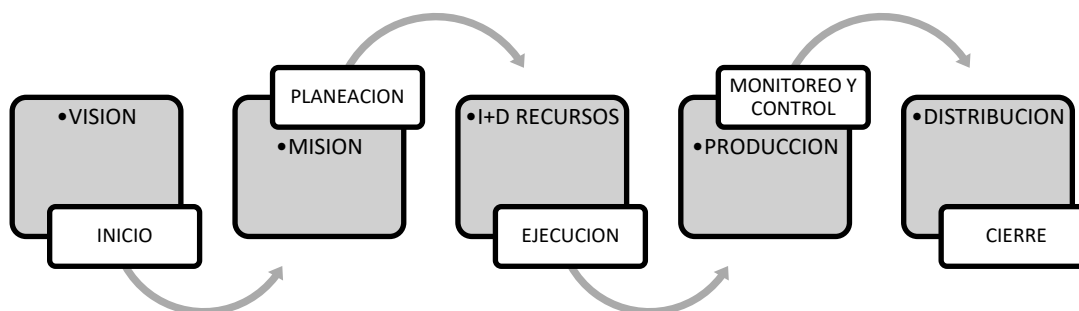
Para llevar a cabo un modelo de gestión se debe conocer el proceso de manufactura como la generación de un producto o la versión mejorada de productos existentes que demandan de actividades al interior de la organización, desde su etapa de diseño hasta su comercialización y distribución.

El estilo y cultura de cada empresa puede influir en la forma en la que se establecen las actividades, por lo que se debe tener presente que cada organización contiene un propósito particular compuesto generalmente por la visión, misión, valores, normas, políticas, métodos y procedimientos. Etc., por lo que se integra el esquema del ciclo de un proyecto a las características individuales de cada empresa para la generación del modelo de gestión, como se puede observar en la figura 9.



**Figura 10**

*Ciclo De Vida De Proyecto/Cultura Organizacional*



Según Larry Greiner<sup>25</sup>, las organizaciones siempre están en marcha, por lo que sugiere que todas las empresas deben atravesar por fases de crecimiento que asociadas al ciclo de vida del proyecto puedan robustecer su infraestructura en momentos de cambios o crisis. Para ello se deben desarrollar habilidades y destrezas para focalizar los esfuerzos en procesos de innovación que facilite a la organización el cumplimiento de sus objetivos.

### 3.3 Marco Legal

Actualmente en Cundinamarca y en el país, se trabaja en el desarrollo de políticas públicas para dirigir, diseñar y formular los nuevos modelos de negocios que surgen debido al impacto que genera la transformación digital en nuestro entorno, Adicionalmente con la búsqueda de potencializar el sector de la manufactura se explora industria 4.0 como una

---

<sup>25</sup> Larry Greiner. Experto en cambio estratégico, crecimiento de la organización y consultoría de gestión. Su artículo “Evolución y revolución a medida que las organizaciones crecen “, fue nombrado clásico por Harvard Business Review (USC, 2020)

estrategia para mejorar los medios de producción. por esa razón en este capítulo se informa la regulación actual frente a la transformación digital que es un pilar en los actuales planes de Gobierno Nacional y departamental.

## **3.4 Normatividad**

### ***3.4.1 Ley 1955 De 2019***

Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”<sup>26</sup>.

### ***3.4.2 Ley 1978 De 2019***

“Por la cual se moderniza el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se distribuyen competencias, se crea un regulador único y se dictan otras disposiciones”<sup>27</sup>. En todos los escenarios la transformación digital deberá incorporar los componentes asociados a tecnologías emergentes, definidos como aquellos de la Cuarta Revolución Industrial, entre otros. Las entidades territoriales podrán definir estrategias de ciudades y territorios inteligentes, para lo cual deberán incorporar los lineamientos técnicos en el componente de transformación digital que elabore el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

### ***3.4.3 Ley 1951 De 2019***

“Por la cual crea el ministerio de ciencia, tecnología e innovación, fortalece el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación y se dictan otras disposiciones”

---

<sup>26</sup> COLOMBIA, CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1955. 2019

<sup>27</sup> COLOMBIA, CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1978. Artículo 3 Numeral 10. 2019

### **3.4.4 Plan Nacional De Desarrollo Colombia 2018-2022**

“pacto por Colombia, pacto por la equidad”, es la hoja de ruta establecida para la evaluación control y resultados de los objetivos propuestos por el gobierno durante su periodo de administración. El Plan de Desarrollo 2018-2022 busca que entre todos construyamos un pacto por la equidad, un pacto para construir entre todos el país que queremos.<sup>28</sup>

“El empresario, el Estado y los trabajadores van a trabajar de la mano, porque el éxito de los trabajadores y el éxito de los empresarios es el éxito que necesita Colombia.” (presidente Iván Duque. 2018)<sup>29</sup>

**3.4.4.1 Pacto Por El Emprendimiento La Formalización Y La Productividad.** Para construir un tejido empresarial conformado por firmas dinámicas apoyadas por programas de fortalecimiento que diversificarán su producción, producirán bienes y servicios de mayor valor agregado y de alta tecnología y aumentarán la complejidad de las exportaciones colombianas.

“Vamos a hacer todo lo posible, todo lo necesario, para que dupliquemos el aporte de la ciencia y la tecnología al Producto Interno Bruto colombiano. (presidente Iván Duque. 2018)

**3.4.4.2 Pacto Por La Sostenibilidad, Producir Conservando Y Conservar Produciendo.** Buscaremos promover la ciencia, la tecnología y la innovación a todo nivel con soluciones a problemas apremiantes del país. Con un alto nivel de innovación en las empresas, universidades que generan más y mejor conocimiento, realidades transformadas desde las comunidades y con valor público creado desde el Estado.

---

<sup>28</sup> COLOMBIA, PROGRAMA DE GOBIERNO. 2018-2022

<sup>29</sup> Iván Duque, Asumió el cargo de presidente de Colombia el 7 de agosto de 2018, convirtiéndose en el presidente más joven de la historia reciente de Colombia.

“Para superar los grandes retos que tenemos en materia de infraestructura, debemos empezar por concluir, concluir, concluir. Sí, debemos soñar en futuro y planear para él, pero si seguimos inaugurando el inicio de las obras y olvidando concluir las jamás alcanzaremos el desarrollo pleno de nuestro potencial.” (presidente Iván Duque. 2018)

**3.4.4.3 Pacto Por El Transporte Y La Logística Para La Competitividad Y La Integración Regional.** La sociedad colombiana será una sociedad digital conectada a Internet de calidad. Nos transformaremos digitalmente mediante el uso de datos y nuevas tecnologías en la administración pública, el sector productivo y en los territorios. La DIAN será una entidad moderna y más eficiente en sus procesos, usando tecnologías de punta y el Big Data será un aliado importante en la lucha contra la corrupción.

#### ***3.4.5 Programa De Gobierno 2020-2023 “Cundinamarca Más Competitiva”***

En Cundinamarca se vislumbra una gran oportunidad de crecimiento gracias al plan de gobierno “Cundinamarca más competitiva” 2020-2023 del actual gobernador de Cundinamarca Nicolas García Bustos, quien busca contribuir con su estrategia para establecer un territorio más competitivo, implementando mecanismos de innovación ciencia tecnología e investigación para mejorar la adaptación a las tendencias y dinámicas mundiales.

Dentro del modelo estructural de trabajo existen 6 pilares que constituyen las bases de su plan de gobierno con el que deberá garantizar el aporte al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible. Uno de los compromisos del programa es con el crecimiento económico y social en pro del desarrollo productivo y empresarial de Cundinamarca, por lo que se busca promover la articulación entre gobiernos, academia y el sector productivo.

### ***3.4.6 Plan De Desarrollo Departamental 2020-2024***

“Cundinamarca, ¡Región que progresa!”, nueva propuesta y hoja de ruta que busca empoderar a su comunidad mediante el desarrollo de confianza en sus propias capacidades. La tendencia de la economía mundial al cierre del 2019 cambió de manera inesperada como consecuencia del COVID-19, El documento destaca la acción oportuna de la administración departamental junto con la solidaridad y trabajo arduo de los cundinamarqueses para enfrentar y salir delante de la delicada coyuntura. El plan de desarrollo<sup>30</sup> fue aprobado de manera unánime por la asamblea de Cundinamarqués el día 29 de mayo de 2020.<sup>31</sup>

**3.4.6.1 Subprograma: Cundinamarca Crea E Innova.** Potenciar las capacidades productivas, mediante la adopción del conocimiento, la innovación, investigación y transferencia tecnológica que contribuyan al crecimiento empresarial y de servicios.

**3.4.6.2 Subprograma: Cundinamarca, Fuente De Conocimiento Desarrollar A Través De Los Procesos De I+D+I.** la generación de habilidades productivas y empresariales en los cundinamarqueses, mediante la transferencia del conocimiento, la investigación temprana y las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones

**3.4.6.3 Subprograma: Más Investigación, Más Desarrollo Fortalecer La Producción Científica.** La investigación y el desarrollo tecnológico de acuerdo con las necesidades de fomento a la innovación mediante los sistemas de ciencia y tecnología para la competitividad

### ***3.4.7 Conpes: Política Nacional De Ciencia, Tecnología E Innovación 2015 –2025***

---

<sup>30</sup> Plan Departamental de Desarrollo, es el instrumento que da los lineamientos estratégicos de las políticas públicas formuladas por el Gobernador de Cundinamarca a través de su equipo de Gobierno.

<sup>31</sup> <http://www.cundinamarca.gov.co/Home/inicio.gob>

“El propósito de la política de ciencia, tecnología e innovación es lograr la generación de un clima de innovación en el marco del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), acorde con lo establecido en el artículo 186 de la Ley 1753 de 2015” (planeacion, 2015)<sup>32</sup>.

### ***3.4.8 Conpes 3975***

Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial. “potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI)”<sup>33</sup>. (CONPES 3975, 2019)

### ***3.4.9 Lineamientos Adoptados Por El Gobierno Nacional Frente Al Covid1934***

**3.4.9.1 Decreto 417 Del 17 De marzo De 2020.** Se declara estado de emergencia económica, ecológica y social en todo el territorio nacional.

**3.4.9.2 Decreto 457 De 22 De Marzo De 2020.** Se adoptan medidas en virtud de la emergencia sanitaria producida por el COVID-19 como el aislamiento preventivo obligatorio desde el 25 de marzo hasta el 13 de abril y suspensión del transporte doméstico por vía aérea.

---

<sup>32</sup> COLOMBIA - CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL, Política nacional de ciencia, tecnología e innovación, 2015 –2025. P15

<sup>33</sup> COLOMBIA - CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL, Política nacional para la transformación digital e inteligencia, 2019. P3

<sup>34</sup> COLOMBIA – GOBIERNO DE COLOMBIA -CORONAVIRUS

**3.4.9.3 Decreto 593, Del 24 De Abril De 2020.** que aumenta de 35 a 41 las actividades económicas exceptuadas del aislamiento preventivo obligatorio. y comunican las medidas tomadas el 24 de abril de 2020 para la reactivación progresiva y responsable de algunos sectores de la economía entre ellos el sector de la manufactura.

**3.4.10 Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo.** Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, fueron diseñados para la protección del planeta garantizando que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030.

Dentro de los objetivos se encuentra el número 9 que refiere al mejoramiento de los resultados de la industria, innovación e infraestructura para equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social.

## Capítulo 4: Metodología

En este capítulo se presenta el análisis del marco muestral para determinar la población objeto de estudio y se ejecuta el instrumento de investigación, con el objetivo de analizar los pilares tecnológicos que de manera general se puedan adaptar a las empresas. Se realiza el muestreo aleatorio estratificado para determinar las necesidades y posibles soluciones de cada sector, de manera que se inicie la inmersión a industria 4.0 con el nivel de innovación y desarrollo que permita mejorar la productividad con el uso de nuevas herramientas disruptivas.

### 4.1 Desarrollo De Objetivos

Para dar inicio al proceso de investigación, se realizó una solicitud ante la cámara de comercio de Facatativá, requiriendo la información sobre el número empresas que realizaron la renovación de su matrícula mercantil en un periodo no mayor a 5 años y que componen la población objeto de estudio. esta pesquisa permitirá analizar el estado actual de las empresas del sector manufacturero.

La información suministrada el 5 de marzo de 2020 por la CCF, contiene un listado de 628 empresas que contribuyen con fortalecimiento del PIB de los municipios que componen la provincia sabana occidente, en el cual se centraliza el sector de la manufactura como la principal actividad económica de los municipios de Funza, Madrid, Mosquera, Facatativá, Bojacá, El Rosal, Zipacón y Subachoque. La provincia sabana occidente actualmente aporta al desarrollo económico del departamento de Cundinamarca el 11.1 % de participación como se puede evidenciar en el estudio socioeconómico 2019- Noroccidente Cundinamarqués.



Sobre la base de datos inicial, se realizó una verificación de las empresas, y se ejecuta un filtro para determinar el número real de empresas que no corresponden a los municipios relacionados o cuya actividad económica no pertenezca a las actividades del sector industrial manufacturero. Ver tabla 2

**Tabla 2**

*Relación De Empresas Manufactureras De La Provincia Sabana Occidente*

Base de datos CCF (Renovación mercantil 2015- 2020)	N.º Empresas
Empresas registradas grandes	20
Empresas registradas mediana	82
Empresas registradas micro	377
Empresas registradas pequeñas	138
Vacías	11
<b>Total</b>	<b>627</b>

*Nota: Anexo 2- Marco muestral -base de datos CCF*

Posterior a la selección de empresas, se realiza el retiro de las organizaciones que están ubicadas en otros municipios y que no contienen información de su actividad económica. Proporcionando como resultado un número de 29 empresas que se retiran de la base de datos para iniciar con la creación del marco muestral.

**Tabla 3**

*Empresas De Manufactura Que No Pertenecen A La Población De Estudio*

Municipios Retirados /Vacías	N.º Empresas
Bogotá/ Envigado	18
Vacías	11

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Sin embargo, al continuar con el filtro y al efectuar la verificación, hay un número de 10 empresas que refieren estar en proceso de liquidación o fuera de funcionamiento las cuales se retiran de la base de datos. Dejando el marco muestral con las empresas que realizaron actualización de registro de matrícula mercantil en el presente año.

**Tabla 4**

*Relación De Empresas De Manufactura En Liquidación*

Empresas en liquidación	N.º Empresas
Empresas registradas grandes	0
Empresas registradas mediana	2
Empresas registradas micro	4
Empresas registradas pequeñas	4

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Se inicia entonces con la elaboración del marco muestral que da como resultado un total de 588 empresas activas, pertenecientes al sector industrial manufacturero y que al interior de sus datos nos permite conocer las siguientes variables.

“La industria manufacturera se encuentra presente en 4 sectores que se definen según el tamaño de las empresas, sin embargo, según el decreto 957 de 05 junio de 2019 Capítulo 13, los Criterios de clasificación de las micro, pequeñas, medianas y grandes, en su sección 2 numeral 2.2.1.13.2.2”. Establece los Rangos para la Definición del Tamaño Empresarial. “Para efectos de la clasificación del tamaño empresarial se utilizarán, con base en el criterio previsto en el artículo anterior, los siguientes rangos para determinar el valor de los ingresos por actividades ordinarias anuales de acuerdo con el sector económico de que se trate”<sup>35</sup>

**Tabla 5**

*Relación De Los Tamaños de empresas Que Conforman El Marco Muestral*

SECTOR	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA
<b>Manufacturero</b>	Inferior o igual a 23.563 UVT.	Superior a 23.563 UVT e inferior o igual a 204.995 UVT.	Superior a 204.995 UVT e inferior o igual a 1'736.565 UVT.
<b>Servicios</b>	Inferior o igual a 32.988 UVT.	Superior a 32.988 UVT e inferior o igual a 131.951 UVT.	Superior a 131.951 UVT e inferior o igual a 483.034 UVT.
<b>Comercio</b>	Inferior o igual a 44.769 UVT.	Superior a 44.769 e inferior o igual a 431.196 UVT.	Superior a 431.196 UVT e inferior o igual a 2'160.692 UVT.

*Nota: Por medio del decreto 957 de 2019, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Fuente (MinCIT)<sup>36</sup>*

Teniendo en cuenta los rangos determinados (MINCOMERCIO, 2019), se estructuran los siguientes sectores para el marco muestral. Y se da cumplimiento al primer objetivo de caracterización de las empresas que constituyen la sabana occidente de Bogotá.

**Tabla 6**

*Relación De Empresas Que Conforman El Marco Muestral*

Marco Muestral 2020	
Empresas registradas grandes	19
Empresas registradas mediana	77
Empresas registradas micro	364
Empresas registradas pequeñas	128

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Se realiza la verificación del número de empleados por tamaño de empresa.

<sup>36</sup> MINCOMERCIO: El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo apoya la actividad empresarial, productora de bienes, servicios y tecnología, así como la gestión turística de las regiones del país para mejorar su competitividad y su sostenibilidad e incentivar la generación de mayor valor agregado.

**Tabla 7***Relación Del Número De Empleados Por Tamaño De Empresa*

Número de empleados del Marco Muestral	
Empresas registradas grandes	2764
Empresas registradas mediana	3980
Empresas registradas micro	557
Empresas registradas pequeñas	1807

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Se verifica los activos por tamaño de empresa

**Tabla 8***Relación Del Numero De Activos Por Tamaño De Empresa*

Numero de activos del Marco Muestral	
Empresas registradas grandes	\$ 1,588,464,684,795.00
Empresas registradas mediana	\$ 785,797,326,001.00
Empresas registradas micro	\$ 18,798,106,608.00
Empresas registradas pequeñas	\$ 89,098,173,683.00

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Y finalmente el número de empresas por Actividad económica en la provincia Sabana occidente que corresponde según el código CIU37 a la sección de industrias manufactureras.

Ver tabla 9

. Actividades económicas relacionadas con el sector manufacturero CCF

**Tabla 9***Actividades Económicas Relacionadas Con El Sector Manufacturero CCF*

Actividad Económica Provincia Sabana Occidente	
C2511 ** fabricación de productos metálicos para uso estructural	140

<sup>37</sup> Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU) de todas las actividades económicas.

C2229 ** fabricación de artículos de plástico n.c.p.	51
C2599 ** fabricación de otros productos elaborados de metal	24
C3110 ** fabricación de muebles	23
C2023 ** fabricación de jabones y detergentes preparados para limpiar y pulir perfumes	22
C3290 ** Otras industrias manufactureras	18
C2920 ** fabricación de carrocerías para vehículos automotores fabricación de remolques	17
C2221 ** fabricación de formas básicas de plástico	16
C2395 ** fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso	16
C2930 ** fabricación de partes piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores	16
C1630 ** fabricación de partes y piezas de madera de Carpintería y ebanistería para la construcción	14
C2512 ** fabricación de tanques depósitos y recipientes de metal	14
C2592 ** Tratamiento y revestimiento de metales mecanizado	13
C1921 ** fabricación de productos de la refinación del petróleo	11
C2013 ** fabricación de plásticos en formas primarias	11
C1702 ** fabricación de papel y cartón ondulado (corrugado) fabricación de envases	10
C2022 ** fabricación de pinturas barnices y revestimientos similares tintas para impresión y masillas	10
C2100 ** fabricación de productos farmacéuticos sustancias químicas medicinales	10
C2219 ** fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho	10
C2819 ** fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso general	10
C2410 ** Industrias básicas de hierro y de acero	9
C2012 ** fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	8
C2011 ** fabricación de sustancias y productos químicos básicos	7
C2824 ** fabricación de maquinaria para explotación de minas y canteras y para obras de construcción	7
C2310 ** fabricación de vidrio y productos de vidrio	5
C2431 ** fundición de hierro y de acero	5
C2829 ** fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso especial	5
C3120 ** fabricación de colchones y somieres	5
C1640 ** fabricación de recipientes de madera	4
C1690 ** fabricación de otros productos de madera fabricación de artículos de corcho cestería y espartería	4
C2029 ** fabricación de otros productos químicos	4
C2591 ** Forja prensado estampado y laminado de metal pulvimetalurgia	4
C2712 ** fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	4
C2014 ** fabricación de caucho sintético en formas primarias	3
C2432 ** fundición de metales no ferrosos	3
C2790 ** fabricación de otros tipos de equipo eléctrico	3
C2813 ** fabricación de otras bombas compresores grifos y válvulas	3
C2816 ** fabricación de equipo de elevación y manipulación	3
C2821 ** fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal	3
C2822 ** fabricación de máquinas formadoras de metal y de máquinas herramienta	3

C1620 ** fabricación de hojas de madera para enchapado fabricación de tableros contrachapados	2
C1709 ** fabricación de otros artículos de papel y cartón	2
C2021 ** fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	2
C2399 ** fabricación de otros productos minerales no metálicos	2
C2670 ** fabricación de instrumentos ópticos y equipo fotográfico	2
C2711 ** fabricación de motores generadores y transformadores eléctricos	2
C2731 ** fabricación de hilos y cables eléctricos y de fibra Óptica	2
C2823 ** fabricación de maquinaria para la metalurgia	2
C3210 ** fabricación de joyas bisutería y artículos conexos	2
C3250 ** fabricación de instrumentos aparatos y materiales Médicos y odontológicos	2
C2030 ** fabricación de fibras sintéticas y artificiales	1
C2391 ** fabricación de productos refractarios	1
C2392 ** fabricación de materiales de arcilla para la construcción	1
C2394 ** fabricación de cemento cal y yeso	1
C2593 ** fabricación de artículos de cuchillería herramientas de mano y artículos de ferretería	1
C2610 ** fabricación de componentes y tableros electrónicos	1
C2620 ** fabricación de computadoras y de equipo Periférico	1
C2630 ** fabricación de equipos de comunicación	1
C2640 ** fabricación de aparatos electrónicos de consumo	1
C2651 ** fabricación de equipo de medición prueba navegación y control	1
C2720 ** fabricación de pilas baterías y acumuladores eléctricos	1
C2732 ** fabricación de dispositivos de cableado	1
C2740 ** fabricación de equipos eléctricos de iluminación	1
C2750 ** fabricación de aparatos de uso domestico	1
C2812 ** fabricación de equipos de potencia hidráulica y neumática	1
C2814 ** fabricación de cojinetes engranajes trenes de engranajes y piezas de transmisión	1
C2826 ** fabricación de maquinaria para la elaboración de productos textiles prendas de vestir y cueros	1
C2910 ** fabricación de vehículos automotores y sus motores	1
C3092 ** fabricación de bicicletas y de sillas de ruedas para personas con discapacidad	1
C3099 ** fabricación de otros tipos de equipo de transporte	1
<b>TOTAL</b>	<b>588</b>

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Sobre las 588 empresas registradas, se realizará el muestreo aleatorio estratificado para los 4 sectores (tamaño de empresas) que componen la provincia sabana occidente.

**Grande:** Corresponde al 3% de la población objeto de estudio, y pertenece al grupo de empresas compuesto por compañías multinacionales farmacéuticas, cosméticas, petróleo. ubicadas en parques industriales o complejos logísticos concentradas la gran mayoría en el municipio de Funza y Madrid y Mosquera. ver tabla 10

**Tabla 10**

*Grandes Empresas De La Provincia Sabana Occidente*

Municipios Confirmados Grande		
25286	Funza	11
25430	Madrid	3
25473	Mosquera	5
Total		19

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

**Mediana:** Refiere al 13% de la población, y está compuesto por empresas nacionales y extranjeras ubicadas de manera centralizada en los municipios de Funza y Mosquera, la mayoría en bodegas de parque industriales con plantas de producción habilitadas para el cubrimiento de actividades de metalmecánica y pintura. Ver tabla 11

**Tabla 11**

*Medianas Empresas De La Provincia Sabana Occidente*

Municipios Confirmados Mediana		
25269	Facatativá	2
25286	Funza	36
25430	Madrid	8
25473	Mosquera	31
Total		77

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

**Pequeña:** Con una participación del 22%, corresponde a el grupo de empresas compuesto por fabricantes de papel, cartón, empaques, vidrio y autopartes, con una cobertura mayor abarcando los municipios como de Funza, Mosquera, Madrid y Facatativá. Ver Tabla 12

**Tabla 12**

*Pequeñas Empresas De La Provincia Sabana Occidente*

Municipios Confirmados Pequeña		
25009	Bojacá	1
25269	Facatativá	3
25286	Funza	38
25430	Madrid	22
25473	Mosquera	64
Total		128

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

**Micro:** Equivale al 62% de la población con participación de todos los municipios de la provincia de la sabana occidente, la gran mayoría dedicadas a la fabricación de jabones, detergentes, maquinaria forestal y fabricación de muebles metálicos y de madera. Ver tabla 13

**Tabla 13**

*Microempresas De La Provincia Sabana Occidente*

Municipios Confirmados Micro		
25009	Bojacá	3
25260	El rosal	5
25269	Facatativá	48
25286	Funza	112
25430	Madrid	69
25473	Mosquera	124
25769	Subchoque	3
Total		364

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*



**Figura 11**

*Participación Por Tamaño De Empresa En La Provincia Sabana Occidente De Bogotá*



*Nota: El grafico que relaciona la participación por tamaño de empresa al interior de la Sabana Occidente de Bogotá Fuente: Elaboración propia*

## 4.2 Muestreo Aleatorio Estratificado

A partir de esta información se iniciará la elaboración del muestreo estratificado aleatorio. con la fórmula de estimación poblacional cuando la  $n$  (población) es finita. Para lo cual es necesario seleccionar el nivel de confianza con el que desarrollara la investigación. En este caso se seleccionó el 95%, y como se observa en la tabla 14,  $z$  alfa equivale a 1.96.

**Tabla 14**

*Tabla De Nivel De Confianza*

Nivel de confianza	Z alfa
<b>99.7</b>	<b>3</b>
<b>99</b>	<b>2.58</b>
<b>98</b>	<b>2.33</b>
<b>96</b>	<b>2.05</b>
<b>95</b>	<b>1.96</b>

90	1.645
80	1.28
50	0.674

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{p * q * Z_{\alpha}^2 + (N - 1) * e^2}$$

Se seleccionaron las variables para realizar la selección de la muestra asignando el valor correspondiente para aplicarlo a la fórmula de población finita.

**Tabla 15**

*Tabla De Variables Para La Ecuación De La Población Finita*

Parámetro	Descripción de la variable	Insertar Valor
N	N.º Población	590
Z	Nivel de confianza	1.96
p		50%
q		50%
e	Error máximo tolerable	5%

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Se realiza el cálculo reemplazando las variables en la ecuación y nos da el resultado de la muestra poblacional. equivalente a 232.59 valor que se debe aproximar a un número entero correspondiente a 233 empresas de diferentes sectores.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{p * q * Z_{\alpha}^2 + (N - 1) * e^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 588 * 50 * 50}{50 * 50 * 1.96^2 + (588 - 1) * 5^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 588 * 50 * 50}{50 * 50 * 1.96^2 + (588 - 1) * 5^2}$$

$$\mathbf{n} = \frac{3.8416 * 588 * 2500}{2500 * 3.8416 + (587) * 25} \quad \mathbf{n} = \frac{5647152}{24279} \quad \mathbf{n} = 232.59 \approx 233$$

Seguidamente se realiza el cálculo del coeficiente de estratificación que es el resultado de dividir la muestra poblacional, sobre la población total del marco muestral. En este caso 0.396, que es equivalente al 39% de la población total del sector de manufactura.

$$\mathbf{C} = \frac{233}{588} = \mathbf{0.396}$$

Aplicando los cálculos correspondientes se estima que las 233 encuestas serán el resultado de multiplicar el coeficiente de estratificación, entre el número de empresas de cada estrato, de esta manera nos da como resultado el número de encuestas definitivas aproximando los valores a números enteros.

**Tabla 16**

*Número De Empresas Resultantes Para El Instrumento De Investigación*

Marco Muestral Provincia Sabana Occidente	N.º de Empresas	N.º de Encuestas
Empresas registradas grandes	19	8
Empresas registradas mediana	77	30
Empresas registradas micro	364	144
Empresas registradas pequeñas	128	51
Total	588	233

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Sin embargo, la fórmula debe ser aplicada a cada sector, para estudiar las variables con la población por tamaño de empresa. por lo que se realizan los cálculos para cada sector y se generan los siguientes números de encuestas equivalentes al 39% del número total de empresas. Se realiza la comprobación y coincide con la muestra poblacional.

**Tabla 17***Variables Y Resultados Para Cada Sector*

N.º De Encuestas Por Sector				
	N.º población m	Coeficiente	valor de (n)	Total, Encuestas
Estratos				
Empresas registradas grandes	19	0.396	7.52	8
Empresas registradas mediana	77	0.396	30.492	30
Empresas registradas micro	364	0.396	144.144	144
Empresas registradas pequeñas	128	0.396	50.68	51
<b>Total</b>	<b>588</b>			<b>233</b>

*Nota: Anexo 2- Marco muestral*

Realizando el procedimiento 233 empresas fue el número de población objetivo, para identificar las variables más relevantes de la investigación en cuanto a industria 4.0 y su aplicación en el sector.

### **4.3 Instrumento De Investigación.**

Para llevar a cabo la investigación se diseñó el siguiente instrumento que corresponden a una encuesta que permitirá entender a profundidad la situación actual del sector y las necesidades futuras de la región.

El siguiente análisis tiene como objetivo exponer los resultados de la encuesta realizada a las empresas del sector manufacturero en la provincia sabana occidente de Bogotá, para identificar el nivel de conocimiento de las empresas sobre industria 4.0 y sus pilares para su adaptación en beneficio de la innovación y producción de los municipios que conforman la provincia sabana occidente.

La encuesta se realizó con el propósito de adquirir información complementaria para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Que tiene como título “diseño de un modelo de gestión proyectos con la integración de industria 4.0 para mejorar la productividad de la industria manufacturera en la región occidental de la sabana de Bogotá “.

Durante la investigación se presentaron varios inconvenientes para la recolección de la información, debido a la situación actual del COVID19, ya que en su gran mayoría los correos electrónicos suministrados en la base de datos de la CCF correspondían a correos unipersonales o correos institucionales sin actividad por cuarentena. De igual manera varias de los contactos de la base de datos tenían errores en su dominio por lo que no fue posible contar con sus opiniones.

La encuesta fue diligenciada por 51 empresas del sector manufacturero que corresponden a los municipios del marco muestral. El presente instrumento fue desarrollado en dos secciones: la primera buscando información básica de las empresas y nivel actual de tecnología, y una segunda parte que contiene la información del concepto de industria 4.0 y lo que puede abarcar,

contextualizando al encuestado sobre el termino y el propósito de recibir información más precisa en sus respuestas.

## 4.4 Encuesta De Investigación

La información que nos proporcione el instrumento de investigación será utilizada para conocer a profundidad las preferencias de la población. Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y no serán utilizadas para ningún propósito distinto a los objetivos de la investigación. Las siguientes preguntas se resolverán de acuerdo con el grado de elección de cada encuestado. La encuesta fue soportada con algunas consultas generadas del estudio realizado por la empresa auditora Deloitte en Estados Unidos, en la que identifica las barreras para la transformación digital en el sector manufacturero, energético, petrolero, gas y minero en las empresas (contributors, 2018)

1. Nombre de la organización o empresa
2. Nivel de escolaridad
  - Universitario
  - Especialización
  - Maestría
  - Doctorado
3. Sexo
  - Mujer
  - Hombre
4. Cargo en la organización
  - Directivo

- Administrativo
  - Operativo
5. ¿Qué herramientas de productividad implementa o emplea para la gestión de los datos?
- Marcos /hojas de datos
  - ERP/CRM
  - Servicios en la nube
  - Big data
  - Automatización
  - Analítica de datos /cctv/escáner
  - Sensores
6. ¿Cuáles son los desafíos operativos más comunes que enfrenta su organización en la búsqueda de iniciativas de transformación digital?
- Encontrar y mantener el personal capacitado
  - Alineación de la estrategia a los objetivos de la organización
  - Nuevos modelos de negocios
  - Resistencia al cambio
7. ¿Ha considerado incrementar el tiempo dedicado a iniciativas de I + D? como al presupuesto?    Si    No
8. ¿Cuándo se trata de invertir o adquirir nuevas tecnologías para innovar en una transformación digital, ¿quién toma las decisiones dentro de su organización?
- Presidente



- Vicepresidente
  - Director
  - Jefe de área
9. ¿Qué tan involucrado está usted personalmente en las decisiones de inversión o compra relacionadas con la transformación digital dentro de su organización?
- Alta
  - Media
  - Baja
10. ¿Cuáles son los principales factores que impulsan las iniciativas de transformación digital dentro de su organización?
- Metas de productividad
  - Objetivos operativos
  - Requerimientos del mercado
  - Enfoque estratégico interno
  - Presiones competitivas
  - Innovación y Desarrollo
  - Demanda de los empleados
  - Compromiso/demanda de los accionistas
11. ¿Actualmente donde implementa o aplica los esfuerzos de transformación digital dentro de la organización?
- Ventas

Logística entrante / saliente

Márketing

Planificación y desarrollo

Cadena de suministro

12. ¿Cuenta su organización con tecnología digital que permita utilizar los conocimientos de los datos para informar la toma de decisiones en tiempo real?

Si    No

13. ¿Estaría interesado en incrementar la productividad en su organización o empresa?

Si    No

14. ¿Le gustaría participar en los planes de investigación, crecimiento y desarrollo, ¿generados para la provincia sabana occidente de Bogotá?

Si    No

## 4.5 Nivel De Madurez

El nivel de madurez organizacional es el nivel de capacitación y preparación con el que se planean, desarrollan e implementan las mejores prácticas para la creación de nuevos productos y servicios. Sin embargo, el nivel de madurez en torno a la provincia es el grado de recursos tecnológicos que de manera estructurada permiten identificar la capacidad de afrontar una estrategia tecnológica para incrementar la productividad de las empresas del sector de la manufactura. Hay diferentes modelos de madurez y en todos se pretende buscar la información necesaria para estandarizar una hoja de ruta que facilite el progreso a los niveles deseados.

Con la información que se consolide del instrumento de investigación, se realizara un diagnóstico de los sistemas de gestión de la información con el que la mayoría de la población cuenta como herramienta de productividad, esto con el propósito de verificar el nivel de recursos tecnológicos y el nivel de conocimiento que se debe estructurar en búsqueda del estado ideal al que las empresas de manufactura deben llegar para ser industrialmente sostenibles.

Al realizar el análisis para determinar el nivel de madurez<sup>38</sup>, se buscarán los mecanismos o habilidades futuras para implementar procesos estandarizados para la concentración de esfuerzos para incrementar la productividad de la organización.

“Los modelos permiten establecer el estado actual en el que se encuentra una organización en materia de gestión de conocimiento GC y definir una ruta para mejorar el estado actual. En esta medida se establecen como guías para la implementación de la GC en etapas y contemplan el tránsito gradual de un estado inicial hasta uno superior u óptimo” (MONTAÑEZ-

---

<sup>38</sup> Nivel de madurez: Los niveles de madurez tecnológica (TRLs por sus siglas en inglés - Technological Readiness Level) son un método para estimar la madurez de las tecnologías durante la fase de adquisición de un programa, este concepto fue desarrollado en la NASA durante la década de 1970

CARRILLO, 2017). Por lo que se seleccionaron 4 modelos con el objetivo de investigar las etapas o niveles de los modelos existentes, que permitan estructurar los procesos bajo las variables de la sabana occidente seleccionando las características más relevantes de cada modelo buscando el que más se ajusta a las condiciones de la investigación.

#### **4.5.1 CMM – Capability Maturity Model**

Es un modelo de evaluación, desarrollado inicialmente para los procesos relativos al desarrollo e implementación de software por la Universidad Carnegie-Mellon para el Software Engineering Institute (SEI)<sup>39</sup>. Describe una serie de procesos comunes y repetitivos para realizar los trabajos determinando la capacidad de desarrollo tecnológico para producir de manera consistente y predecible productos de alta calidad brindando guías para seleccionar propuestas de mejoramiento, cada nivel de madurez proporciona una etapa para la mejora continua del proceso contando con cinco niveles

- ✚ Inicial: El proceso en este nivel no tiene definido procedimientos formales que generan entornos inestables para la administración y gestión de proyectos generando procesos improvisados sin análisis de lecciones aprendidas. el éxito de las organizaciones depende de las personas que trabajan en la organización no por los procesos que estructura para su realización.
- ✚ Gestion
- ✚ ado: Nivel de la organización que ha logrado el cumplimiento de los objetivos misionales asegurando áreas con uso de herramientas tecnológicas para la gestión

---

<sup>39</sup> SEI: Instituto de ingeniería de software, fundado por el congreso de los Estados Unidos en 1984 para proporcionar a las organizaciones las pautas de actuación necesarias para obtener mejoras en sus procesos de software (SEI, 2020)

y administración de proyectos con el objetivo de determinar una metodología y procedimientos.

- ✚ Definido: Nivel en el cual la organización ha alcanzado el cumplimiento de los niveles uno y dos por la estructuración de procesos normas y procedimientos socializados como procesos estándar de cumplimiento obligatorio.
- ✚ Cuantitativamente gestionado: Nivel de alto rendimiento con el uso de técnicas o instrumentos tecnológicos para establecer objetivos cuantitativos que nacen de las demandas del mercado, la productividad, la calidad y el servicio son informados en términos estadísticos gracias al análisis de la información con las ayudas tecnológicas.
- ✚ Optimizado: Nivel con procesos altamente definidos enfocados en la mejora continua con la implementación de herramientas tecnológicas, los procesos son integrados para compartir y estimular la adquisición de conocimiento para mejorar la productividad. En el que representa un estado pobremente definido hasta un estado óptimo potencializando los objetivos de las organizaciones, este modelo es utilizado para los procesos con prácticas definidas, o en búsqueda de indicadores de desempeño para proveer iniciativas de mejora

#### ***4.5.2 PMMM- (Projet Management Maturity Model)***

Modelo de madurez para la mejora continua, representado por cinco niveles de madurez en el que se establecen e integran estándares para la gestión de proyectos como la guía PMBOK<sup>40</sup> y el modelo de capacidad CMM.

- ✚ Proceso inicial: etapa en la que las organizaciones comprenden la necesidad de adquirir un conocimiento básico en la estructura y en la gerencia de proyectos.
- ✚ Estándares y procesos estructurados: en este nivel se identifican las áreas de proceso para construir un modelo de comunicación para iniciar un seguimiento del uso de herramientas.
- ✚ Procesos: La empresa requiere la combinación de varias metodologías, se identifica un área de gerencia de proyectos en la que se estructura competencias y habilidades para asegurar los niveles de calidad.
- ✚ Optimización: etapa de evaluación de resultados obtenidos y define como estrategia una metodología tomando como referencia métodos o técnicas para mejorar el nivel de competitividad

#### **4.5.3 OPM 3- (*Organizational Project Management Maturity Model*)**

Modelo de madurez que se apoya en la guía de fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK con el propósito de estandarizar estrategias y mejores prácticas para mejorar los procesos de planificación y tiene cuatro niveles de escala de madurez, facilita un medio para el cumplimiento de las metas estratégicas, brinda un extenso portafolio de conocimiento constituido bajo las mejores prácticas para la gestión de proyectos organizacionales

---

<sup>40</sup> PMBOK: Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, en el que se presentan estándares para la gestión eficaz de proyectos en cualquier industria (PMI, 2017)

estableciendo una base para tomar decisiones en desarrollo de los proyectos, se basa en tres componentes (PMI, 2017).

#### **4.5.4 COBIT – (Control Objectives For Information And Related Technology)**

Modelo de madurez para decidir el nivel de administración y control se requiere para medir el grado de mejoras a implementar mejorando los procesos de desempeño basados en balance Score card (BSC)<sup>41</sup>, evalúa desde un nivel no existente hasta uno optimizado y se deriva del modelo SEI, COBIT, que fue desarrollado para la administración de procesos de tecnología con un fuerte enfoque en el control para fijar prioridades de mejora haciendo uso de los recursos como aplicación, información, infraestructura y personas. COBIT en su versión 5 ha proporcionado herramientas de comprensión, diseño e implementación de gobernanza empresarial abarcando seis niveles de capacidad de procesos.

- ✚ Nivel cero: en este nivel no hay logros sistemáticos sobre un proceso
- ✚ Nivel uno ejecutado: proceso implementado que alcanza su propósito
- ✚ Nivel dos gestionado: proceso con resultados positivos de la implementación establecida
- ✚ Nivel tres establecido: procesos definidos que alcanzan resultados en el proceso

Nivel cuatro predecible: alcanzan los resultados dentro de los parámetros establecidos

Nivel cinco optimizado: proceso mejorado de forma continua para el cumplimiento de las metas empresariales presentes y futuras

---

<sup>41</sup> BSC " es una herramienta revolucionaria para movilizar a la gente hacia el pleno cumplimiento de la misión a través de canalizar las energías, habilidades y conocimientos específicos de la gente en la organización hacia el logro de metas estratégicas de largo plazo" (Norton, 1996)

#### 4.5.5 ISO 9004<sup>42</sup>

Recoge las mejores prácticas para la gestión de proyectos integrando gestión de conocimiento innovación y ciclo de vida, tiene como objetivo el desarrollo sostenible de una organización mejorando la satisfacción de los clientes, la norma ISO basada en los principios de gestión de calidad tiene relación con otras normas como la ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 realizando recomendaciones para potencializar la organización en general

### 4.6 Valoración De Expertos

Como factor determinante para el desarrollo del cuarto objetivo de la investigación, se plantea una encuesta de valoración a cuatro (4) expertos de la universidad Militar Nueva Granada (magister). Con el propósito de exponer la matriz resultante de la investigación ante su juicio, y validar si los aspectos tenidos en cuenta para el desarrollo del trabajo de grado cumplen con las expectativas para la implementación de la I4.0 en las empresas de la sabana Occidente de Bogotá.

La evaluación de un juicio de expertos es considerada como un método de validación, que consiste en solicitar a una serie de personas cuya trayectoria acredita la experiencia en el tema relacionado, para opinar y orientar el conocimiento con su participación.

---

<sup>42</sup> ISO: (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO).



## Capítulo 5: Resultados

En el presente capítulo se exponen los datos obtenidos del instrumento de investigación, con el que se busca establecer el nivel de madurez tecnológico en el que se encuentra la provincia Sabana Occidente. Identificando las limitantes o desafíos que retrasan la toma de decisión hacia una transformación. De igual manera se seleccionan las variables resultantes de la investigación con la intención de proponer un modelo ajustado que se acondicione a las necesidades de las empresas para brindar una mayor flexibilidad y optimización de los sistemas productivos.

De acuerdo con lo anterior y entendiendo que se necesita consolidar una provincia de industrias sostenibles, se buscará cubrir de una manera general la adopción a la industria 4.0 desde una etapa inicial, con el propósito de brindar una guía a través de la metodología lean manufacturing que permita establecer canales de comunicación eficientes entre procesos generando oportunidades y habilidades de mejora para potencializar las fortalezas e iniciar con el proceso de transformación a la industrialización.

### 5.1 Resultado Y Contenido De La Encuesta

#### *5.1.1 Información Básica De La Muestra*

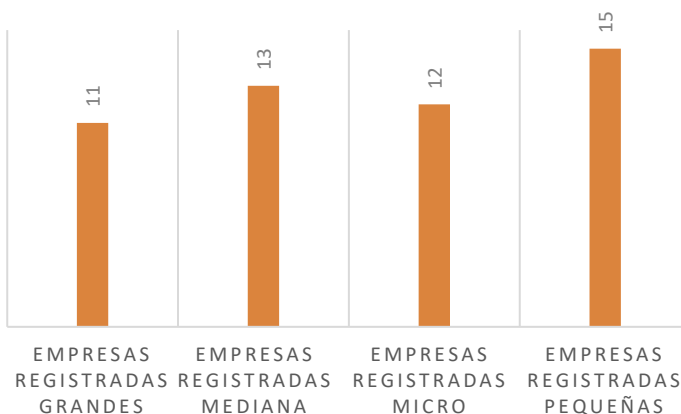
La encuesta se realizó en base al marco muestral, que de manera aleatoria determino para los 4 tamaños de empresas un numero 233 compañías , de las cuales dieron contestación al instrumento de investigación 51 personas pertenecientes a organizaciones de la provincia Sabana occidente , las cuales se investigaran a profundidad para identificar el nivel de recursos

tecnológicos, planes de innovación y desarrollo, metodologías aplicadas, e inversiones de recursos para mejorar la productividad de la región. El número de empresas por estrato se puede evidenciar en la figura 11.

Empresa: Con el objetivo de categorizar la muestra, se preguntó a los encuestados el nombre de la organización para la cual están laborando, la cual corresponde con la información del muestreo estatificado confirmando que pertenecen al sector manufacturero y que hacen parte de algún municipio de la provincia sabana Occidente. Según la CCF la sabana occidente tiene un cubrimiento industrial por excelencia, “donde se concentra la mayor parte de plantas de producción de alto desempeño, que actúan como importantes fuentes de empleo para los habitantes de la región” (CCF, 2019).

### Figura 12

*Respuesta Al Instrumento De Investigación Por Estrato*



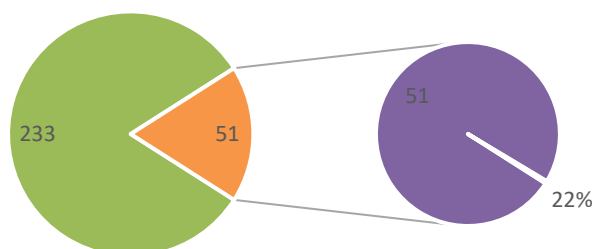
*Nota: El grafico relaciona el número de empresas registradas en la muestra, Fuente: Elaboración propia*

Un total de 51 empresas dieron su opinión frente a la encuesta generada para las empresas del sector, que corresponde al 22% de la población de estudio. Como se denota en la figura 12. Sin embargo, al realizar el envío de la encuesta a la base de datos de la CCF, varias de

las personas encuestadas se encontraban laborando en nuevas empresas, las cuales dieron contestación confirmando la participación en el sector de la manufactura. Estas empresas hacen parte del total mencionado.

**Figura 13**

*Población Resultante Del Instrumento De Investigación*

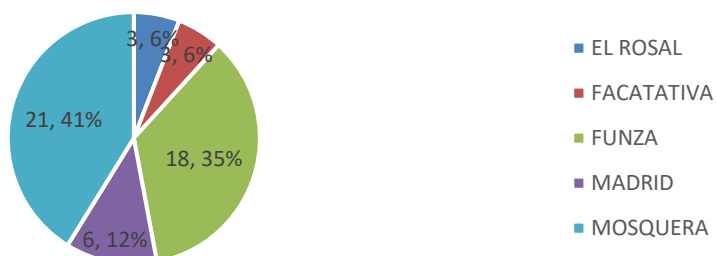


*Nota: El gráfico relaciona el número de empresas registradas en la base de datos y las confirmadas en la muestra, Fuente: Elaboración propia*

Se puede evidenciar que la participación se concentra en una mayor parte en los municipios de Funza, Madrid y Mosquera, Seguidos con una participación igualitaria del municipio de El rosal y Facatativá.

**Figura 14**

*Respuesta por municipio al instrumento de investigación*



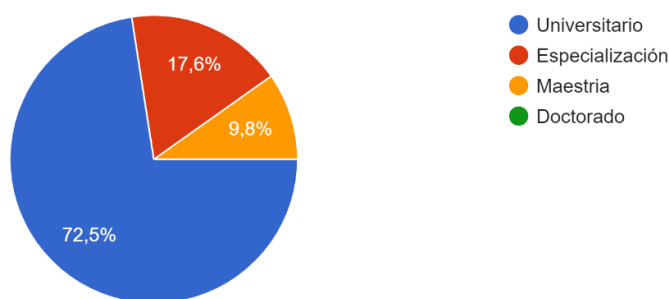
*Nota: El gráfico relaciona el porcentaje de participación industrial por municipio, Fuente: Elaboración propia*

Nivel de escolaridad: Este indicador muestra el nivel educativo alcanzado por la población que tiene incidencia en el desarrollo del proyecto, porque es posible identificar el conocimiento sobre el tema de la investigación y la fuerza laboral capacitada en actividades de innovación y desarrollo. De lo anterior se identifica que la respuesta “universitario” representa una frecuencia relativamente mayor con un 72.5%, seguido por un nivel de especialización correspondiente a un 17.6%. Y finalmente un 9.8 % de maestrantes.

De esta manera se identifica que la población sobre la cual los procesos tienen mayor incidencia es el universitario. Es importante tener presente que en los municipios de la provincia solo se cuenta con un grupo reducido de tres instituciones de educación superior para el avance de estudios de pregrado. Por lo que puede ser evidente el % de participación del nivel universitario.

### Figura 15

*Respuesta A Nivel De Escolaridad O Perfil Educativo*



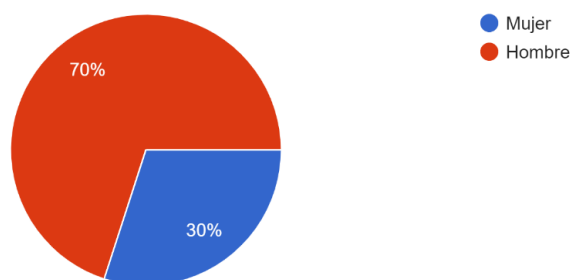
*Nota: El grafico relaciona el nivel de educativo por perfil profesional, Fuente: Elaboración propia*

Sexo: Indicador de mercado laboral, que se aplica al tamaño de la muestra, con el objetivo de identificar la fuerza de trabajo según el sexo. La fuerza más relevante la identifica el hombre con un 70% de participación, con una población de fuerza laboral femenina de 30%.

coincidiendo con el porcentaje de participación de la población económicamente activa que refiere a la fuerza laboral de la provincia. (CCF, 2019)

### Figura 16

#### *Respuesta De Información A Sexo O Genero*

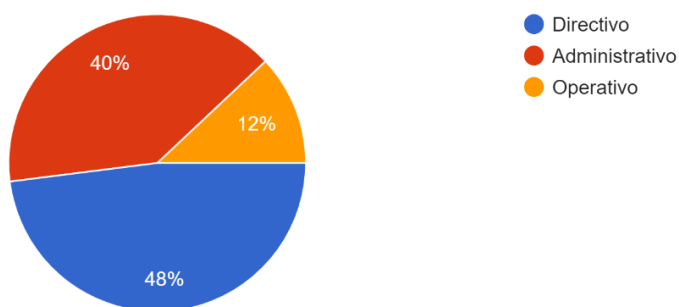


*Nota: El grafico relaciona el porcentaje de personal femenino y masculino que labora en la provincia Sabana occidente, Fuente: Elaboración propia*

Cargo en la organización: Dando continuidad a la recopilación de datos generales se solicitó indicar el cargo, o labor que desempeña dentro de la organización y el 48% es de cargo directivo y seguidamente administrativo con 40 % de participación, lo que indica que las respuestas obtenidas en su mayoría están representadas por cargos ejecutivos no operativos que corresponden a un 12%.

### Figura 17

#### *Respuesta Al Cargo o Función*

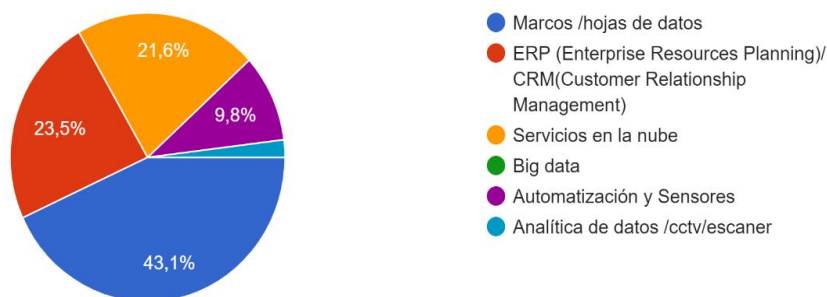


*Nota: El grafico relaciona el porcentaje de personal según su cargo y toma de decisión en la provincia Sabana occidente, Fuente: Elaboración propia*

Nivel de gestión de la información: indicadores básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación en las empresas que obedece al interés de hacer seguimiento al proceso de informatización de la economía, Según las estadísticas el 43.1% hace uso de hojas de Excel o marcos y el 23.5% hace uso de almacenamiento de la información en la nube, lo que sugiere que solo el 21.6% de la población encuestada inicio su acercamiento hacia la transformación digital. Y solo el 9.8% hace uso de productos de automatización.

**Figura 18**

*Herramientas De Productividad Que Emplean Actualmente*

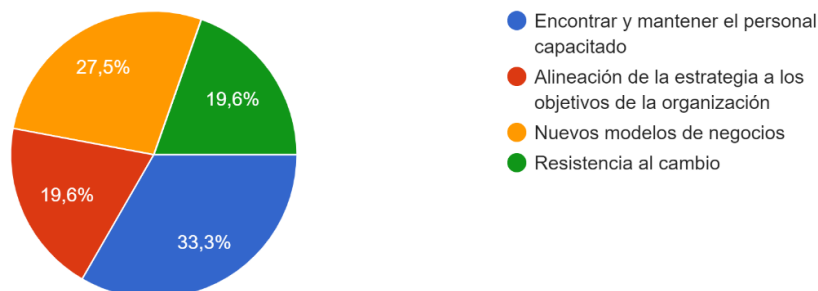


*Nota: El grafico relaciona el porcentaje de herramientas o procesos que usan actualmente en la industria para el desarrollo de las actividades cotidianas, Fuente: Elaboración propia*

Desafíos de transformación digital: Los desafíos, se refieren a las posibles limitantes que se pueden presentar para concebir la idea de realizar la transición a industria 4.0. Las respuestas de los encuestados informan que el 33.3% le preocupa el encontrar y mantener el personal capacitado, seguido del 2.5% que expresa que los nuevos modelos de negocios los obliga a ser más competitivos. Sin embargo, el 19.6% de la población informa que la resistencia al cambio puede ser un factor influyente en el uso de nuevas tecnologías. y finalmente el 19.6% de la población refiere que su desafío es integrar los objetivos organizacionales a la estrategia.

**Figura 19**

*Desafíos Operativos Comunes Para Su Transición A Una Transformación Digital*



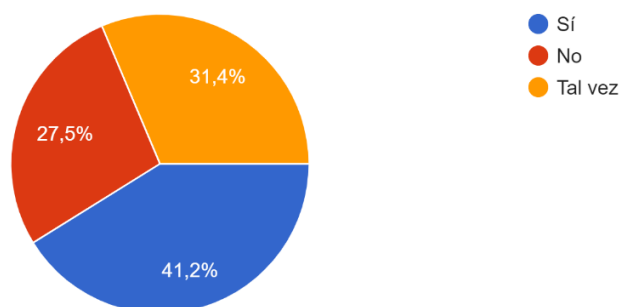
*Nota: En el grafico se relaciona los desafíos operativos a los que se enfrenta el sector para su avance a una transformación digital, Fuente: Elaboración propia*

Inversión a futuro en I+D: El 31,4% de los encuestados no tiene contemplado realizar inversión en tiempo y en presupuesto para mejorar la productividad de las empresas, tan solo el 41,2% ve de manera optimista la necesidad de invertir en investigación y desarrollo.

Sin embargo, el 2,5% de la población no tiene definida su postura, por lo que se puede interpretar que, aunque tengan la intención de aprobar tiempo o presupuesto hay limitantes en su decisión que pueden generar retrasos en su proceso de transformación.

**Figura 20**

*Inversión En Tiempo Y Presupuesto Para Actividades De I+D*

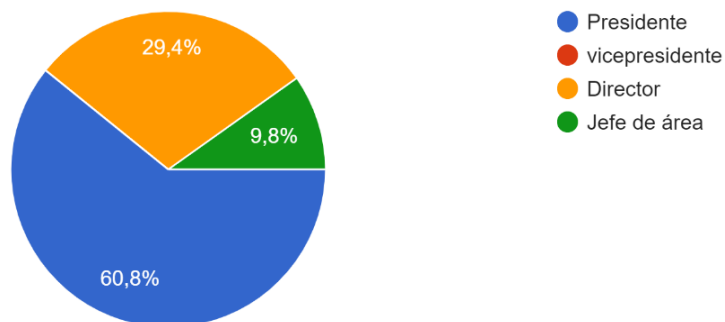


*Nota: En el grafico se relaciona el interés que muestran algunos directivos, en la inversión a futuro en actividades de investigación y desarrollo, Fuente: Elaboración propia*

Perfil de decisión para innovar: La mayoría de los encuestados equivalentes al 60.8% identificaron que la decisión de innovar está a cargo del presidente de la organización, y como segundo al mando con una participación del 29.4% en un cargo directivo, sin embargo, el 9.8% de la población refiere a el cargo de jefe de área que puede tener participación en los planes de innovación y desarrollo. Se puede comprender que la decisión de inversión en industrialización y en actividades de I+D tiene un gran componente económico por lo que estará sujeto a los presupuestos que designen para mejorar. pero el comportamiento del mercado exige el desarrollo de producto a una velocidad mayor, por lo que será indispensable buscar las herramientas adecuadas para hacer frente a las nuevas tendencias que requieren de nuevas tecnologías.

**Figura 21**

*Decisión Al Interior De Las Organizaciones Para Innovar*



*Nota: En el gráfico se relaciona el perfil decisor en las futuras estrategias de investigación y desarrollo,*

*Fuente: Elaboración propia*

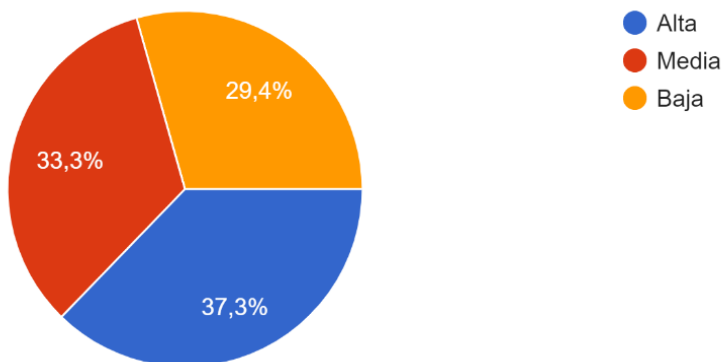
Nivel de decisión: En la respuesta anterior se evidencio mayor participación del cargo “presidente “como responsable y altamente involucrado en la toma de decisiones, en esta consulta el 37.3% de los encuestados informan que tienen un alto nivel en la toma de decisión, seguido del 33.3% que refiere no tener influencia en la toma de decisiones para invertir en



nuevas tecnologías. El 29.4% tiene participación de manera consultiva pero no influye en la decisión de adquirir o implementar nuevas tecnologías.

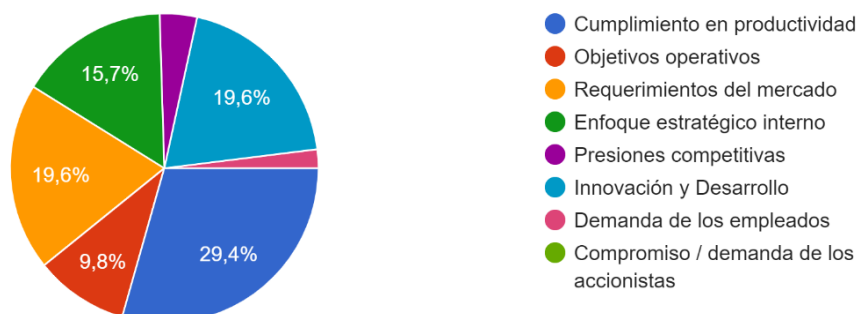
**Figura 22**

*Nivel De Decisión Para Inversión Relacionada Con Transformación*



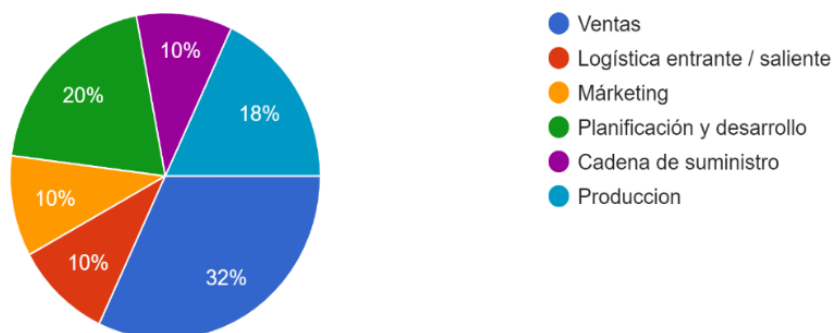
*Nota: En el grafico se relaciona el nivel de decisión que está relacionado con el perfil decisor para la aprobación de nuevas de investigación y desarrollo, Fuente: Elaboración propia*

Factores que impulsan las iniciativas de transformación digital : La búsqueda de la transformación debe integrar de manera eficiente diferentes áreas con el propósito de realizar un incremento en el uso de las nuevas tecnologías que de manera estratégica puede llegar a suplir las necesidades de las empresas a esta respuesta el 29,4% de los encuestados refiere a que su iniciativa esta soportada sobre el cumplimiento de productividad de su empresa , mientras que el 19.6% informa que sus iniciativas se originan por el requerimiento del mercado con un porcentaje igualitario de participación en iniciativas de innovación y desarrollo. De igual forma el 15.7% refieren a que sus iniciativas son generadas por el enfoque estratégico a la cultura organizacional y para finalizar 9.8% de la población refiere que los empleados solicitan o demandan de mejoramiento continuo.

**Figura 23***Factores Que Impulsan Las Iniciativas De Transformación Digital*

*Nota: En el grafico se establece el porcentaje de participación por objetivos empresariales para la adopción de nuevas tecnologías e inversión a investigación y desarrollo, Fuente: Elaboración propia*

Áreas de concentración de esfuerzos: Para identificar cuáles son las áreas de mayor necesidad para la población, se pidió a los encuestados seleccionar área de su organización en la que actualmente se aplican los esfuerzos de transformación digital. Para la mayoría de los encuestados con un 32% de participación refieren a que sus esfuerzos se concentran en las ventas, seguido de un 20% que la implementa en la etapa de planificación, y con 18% que informa que concentra sus esfuerzos en área de producción. Sin embargo, hay un porcentaje igualitario para 3 áreas con un 10% para la cadena de suministro, logística y marketing.

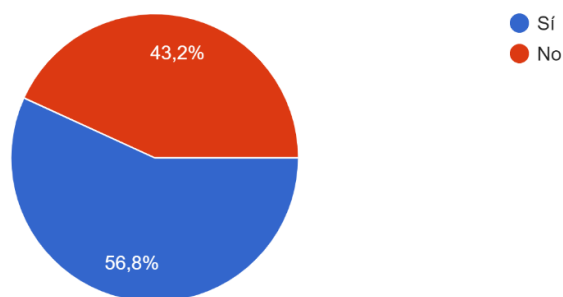
**Figura 24***Áreas De Concentración De Esfuerzos De Transformación Digital*

*Nota: En el grafico se establece el porcentaje de áreas o departamentos que requieren del uso de nuevas tecnologías e inversión a investigación y desarrollo, Fuente: Elaboración propia*

Toma de decisión en tiempo real: Se consulto a los encuestados si cuenta en su organización con tecnología que permita utilizar los datos para la toma de decisiones en tiempo real, a esta respuesta de si o no, el 56,8% refiere que, si tiene las herramientas para tomar decisiones en tiempo real, y el 43,2% que no tiene herramientas para la toma de decisiones inmediatas.

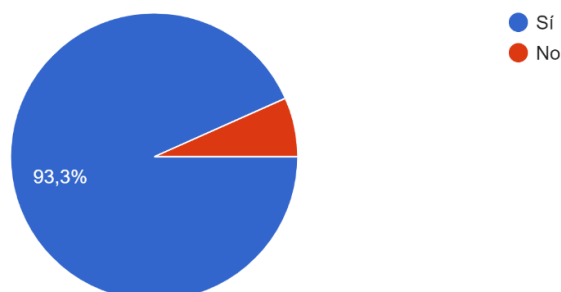
### **Figura 25**

*Toma De Decisión En Tiempo Real*



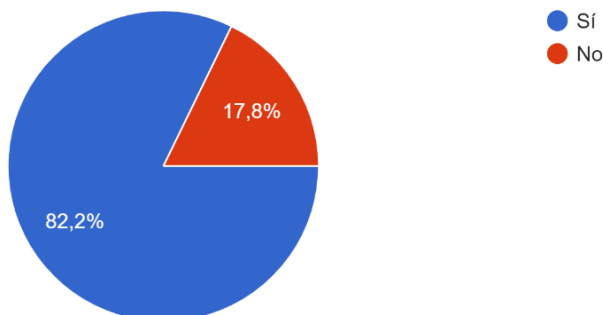
*Nota: En el grafico se establece el porcentaje de conectividad actual, Fuente: Elaboración propia*

Interés en incrementar la productividad: Se le pregunto a los encuestados si tienen interés en incrementar su productividad, y el 93,3% de la población tiene una respuesta afirmativa frente a la necesidad de mejorar la productividad, mientras que el 6,7 % manifiesta que no es su prioridad.

**Figura 26***Interés En Incrementar La Productividad*

*Nota: En el grafico se establece el porcentaje de interés en hacer uso de nuevas tecnologías y en iniciar proceso de investigación y desarrollo para fortalecer su organización, Fuente: Elaboración propia*

Participación en planes de desarrollo conjunto: con el objetivo de conocer el nivel de participación de las empresas en algún plan de desarrollo conjunto, la mayoría de las empresas equivalentes al 82.2% contestó afirmativamente que, si le interesa participar, lo que es algo positivo porque se requiere la concentración de esfuerzos para llevar adelante una estrategia a nivel provincia. el 17.8% manifiestan que no y puede ser a temor de compartir sus planes o desarrollos con la comunidad.

**Figura 27***Interés En Participación De Planes De Desarrollo Conjunto*

*Nota: En el grafico se establece el porcentaje de interés en hacer uso de las propuestas del gobierno y en compartir las mejores prácticas en beneficio del sector Fuente: Elaboración propia*

### 5.1.2 Margen De Error Del Instrumento De Investigación

El margen de error obtenido de la contestación de las encuestas indica la medida de los datos frente a las opiniones de la población objeto de estudio, presentando un margen de error frente al total de la población de un 13.12%

Se utilizo la fórmula de error para población finita, considerando los valores de la población, la varianza y el valor de la muestra obtenida. Los datos fueron representados sobre la formula y para cada estrato se generó el margen de error, como se puede visualizar en tabla 18.

$$e = \sqrt{\frac{p*q*z^2}{n}} * \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

$$e = \sqrt{\frac{50*50*3.8416}{51}} * \sqrt{\frac{588-51}{588-1}}$$

$$e = \sqrt{172.2273}$$

$$e = 131.1\%$$

**Tabla 18**

*Margen De Error Por Estrato O Tamaño De Empresa*

VARIABLES	Total	Grande	Mediana	Micro	Pequeña
q	50	50	50	50	50
p	50	50	50	50	50
Z= 1.96*-1.96	3.8416	3.8416	3.8416	3.8416	3.8416
Margen de error	13.1%	19.7%	24.9%	27.9%	23.9%
N	588	19	77	364	128
n	51	11	13	12	15
N-1	587	18	76	363	127
N-n	537	8	64	352	113

## 5.2 Conclusiones De La Herramienta De Investigación

Para el total de las 51 empresas que dieron sus apreciaciones frente a las consultas formuladas, se ve el interés por incrementar el nivel de productividad, y de pertenecer algún grupo que pueda orientar y fortalecer sus conocimientos, así mismo se puede percibir como la responsabilidad de las iniciativas de I 4.0 recaen sobre los cargos directivos impactando la toma de decisiones frente a inversiones en desarrollo e investigación y adquisición de tecnología.

De este modo se puede concluir que las empresas deben fortalecer su nivel tecnológico estructurando de manera eficiente las áreas donde requieren mejorar la productividad proporcionando espacios de investigación y desarrollo que potencialicen los niveles de educación para llevar adelante los retos del futuro.

De acuerdo con lo manifestado se centralizan las variables con el objetivo de proponer una metodología que tenga presente las áreas de acción, los desafíos actuales, el nivel tecnológico y las iniciativas para su inmersión a una industria de manufactura digital. Se seleccionarán los pilares tecnológicos que puedan cubrir las 5 variables descritas en las iniciativas resultantes del instrumento de investigación, de acuerdo con la tabla

**Tabla 19**

*Numero De Variables Resultantes Del Instrumento De Investigación*

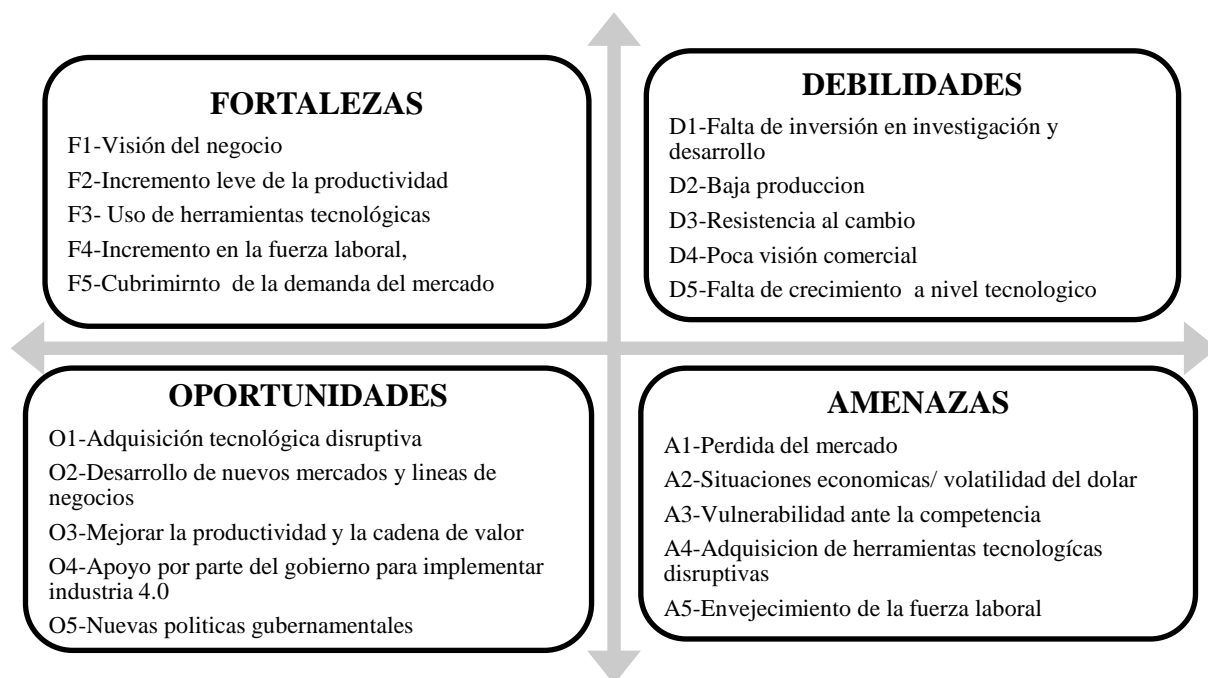
AREAS	DESAFIOS	TECNOLOGIA ACTUAL	INICIATIVAS
Ventas	Nuevos modelos de negocios	ERP	Productividad
Marketing	Resistencia al cambio	Almacenamiento nube	Innovación y desarrollo
Planificación y desarrollo	Personal capacitado	Hojas de datos	Requerimiento del mercado
Producción	Alineación a los objetivos – cultura		Enfoque a la cultura organizacional
Dirección	Inversión para desarrollar estrategias		

### 5.3 Matriz DOFA

Herramienta seleccionada para analizar las características internas y las situaciones externas que afectan a las empresas de la provincia, se realizó el análisis de la matriz DOFA, que nos permite identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del proyecto de investigación. Examinando todas las posibles variables para proponer una serie de estrategias que permitan apalancar con nuestras fortalezas y oportunidades el desarrollo de nuestro objetivo, contrarrestando las debilidades y amenazas.

**Figura 28**

*Matriz DOFA*



Esas características internas y externas que se identificaron y que influyen de manera positiva y negativa en el desarrollo de las industrias manufactureras. Ahora bien, no es suficiente con identificar estos factores y por eso, el análisis DOFA nos permite plantear unas estrategias.

### ***5.3.1 Líneas De Acción Y Estrategia Pares de Éxito y adaptación***

#### **5.3.1.1 Pares De Éxito =Fortalezas + Oportunidades.**

F1+O1: Las empresas de la Sabana occidente deben estructurar la visión del negocio realizando inversiones en nuevas tecnologías disruptivas que permita realizar una transformación al interior de la organización garantizando el cubrimiento de la demanda en beneficio del consumidor. Es posible que a la velocidad que el mercado evoluciona, las empresas tiendan a involucionar tecnológicamente al punto de quedar desactualizadas cubriendo solo una pequeña parte del mercado tradicional. Aquí juega un papel indispensable la I4.0 cuando propone un panorama de una nueva manufactura conectada y sostenible que genere nuevos productos y nuevos modelos de negocio posicionando cada día más a las organizaciones y a la provincia por su acercamiento directo al consumidor.

F2+O2: Se requiere de una alta solicitud de alternativas tecnológicas para incrementar la productividad y mejorar la calidad de los productos y así cubrir las necesidades o demandas de nuevos mercados y negocios. Los consumidores actuales exigen productos personalizados con altos niveles de calidad que entiendan la necesidad y que puedan generar experiencia. Y esto se debe al conocimiento adquirido por el consumidor sobre los productos, a su relación con las marcas e interacción con las redes sociales generando un consumidor seguro de lo que necesita.

F3+O3: Se debe fomentar el uso de herramientas tecnológicas para incrementar la interacción de las personas con nuevos dispositivos elevando su nivel de conocimiento y confianza sobre su implementación. Logrando una mejor comunicación y control en toda la cadena productiva. Para lograra una mejora continua y optimar la cadena de valor de la organización es necesario contar con una fuerza laboral crítica y eficiente que sea capaz de



integrarse en el nuevo mundo digital adquiriendo nuevas competencias y habilidades generando nuevas actividades de control, planificación y desarrollo.

F4+O4: Con las estrategias propuestas por el gobierno y la gobernación para la inmersión a nuevas tecnologías de la I4.0. se generará una nueva fuerza laboral enfocada en los conocimientos de la industrialización con la posibilidad de mejorar la apertura de nuevos modelos de negocios con los que se pueda competir de manera igualitaria con los mercados globales. La actual estrategia del gobierno es la de incrementar el valor económico en los sectores industriales impulsando el concepto de revolución industrial en el país por lo que establece dentro de sus planes de desarrollo el sumarse a la iniciativa incorporando nuevos programas de educación superior que puedan brindar las herramientas para migrar de manera definitiva a una industria conectada.

F5+O5: Es necesario contar con políticas Gubernamentales que fortalezcan el sector de la manufactura para estimular el desarrollo de nuevos sectores productivos, de igual manera cubrir nuevas áreas de mercado generando más oportunidades de empleo en las áreas rurales en las que no se cuenta aún con conectividad. Con las políticas que se generen para la adopción a la estrategia se podrá contar con un proceso de aprendizaje en I4.0, acelerando el nivel de I+D en las que se debe establecer un nivel de preparación continuas sobre el uso de las nuevas herramientas tecnológicas. estableciendo una gobernanza con normas que acompañen el proceso de transformación.

### **5.3.1.2 Pares De Adaptación = Debilidades +Oportunidades.**

D1+O1: El temor de invertir recursos en la adquisición de nuevas herramientas disruptivas es debido a que se desconoce el desarrollo en búsqueda de innovar en nuevas

oportunidades de negocio y/o nuevos productos. La falta de innovación es quizás la forma más fácil de perder reconocimiento en el mercado, por lo que el área de I+D concentra sus esfuerzos en crear y desarrollar productos que satisfagan la demanda de los consumidores creando ventajas competitivas frente a la competencia.

D2+O2: Es vital mejorar los niveles de producción para suplir las demandas de clientes que buscan productos más ajustados a sus necesidades, de no atender estos requerimientos se puede perder participación en el mercado que es cada día más competitivo. El cliente actual busca eficiencias entorno a todas las características de los productos y a su experiencia de compra por lo que es necesario mantener su fidelidad con un tiempo de entrega satisfactorio, una atención y comunicación especializada y una amplia disponibilidad para su atención. Esto implica el desarrollo de diferentes estrategias para conectar la demanda del cliente a la producción de la organización.

D3+O3: Es necesario trabajar de manera conjunta y hablar un lenguaje común entre dispositivos y personas, con el propósito de adquirir habilidades y destrezas para el uso efectivo de nuevos elementos tecnológicos, de esta manera buscar alternativas de progreso continuo. El nivel de comunicación de los procesos y dispositivos estará sustentado a través de las TIC's con el uso de los sistemas de integración horizontal y vertical que permitirán entender el comportamiento en tiempo real de los procesos dentro de la organización, la información que se genere de los sistemas será la fuente necesaria para identificar propuestas de mejora en los procesos que requieran de algún ajuste operacional.

D4+O4: Es preciso que las empresas encaminen su visión o estrategia comercial al desarrollo propuesto por el gobierno para focalizar esfuerzos en el desarrollo de industrias sostenibles. Las iniciativas del gobierno están centralizadas en mejorar la productividad para

estar preparados frente a las posibles contingencias o emergencias como la actual del COVID 19, por lo que establece como prioridad en sus planes de desarrollo la implementación de la transformación digital y la transición a I4.0 de manera inmediata presentando portales o clústeres para adquirir la información necesaria para su adopción.

D5+O5: Es primordial determinar una metodología de trabajado que integre los proceso y la información para establecer procedimientos y adoptarlos a las políticas establecidas por la gobernación de Cundinamarca. De esta manera encaminar la ruta a la industrialización buscando fortalecer el crecimiento como región del sector de la manufactura. El proceso de industrialización es un proyecto a gran escala que requiere de la disposición de toda la organización para estructurar una metodología que proporcione seguridad en el cambio a realizar, por lo que es importante tener presente las iniciativas departamentales participando activamente en los planes de I+D para buscar alternativas generales que proporciones crecimiento a la provincia.

### **5.3.1.3 Pares De Reacción = Fortalezas+ Amenazas.**

F1-A1: Se requiere de alinear la visión de la organización a la estrategia de industrialización para continuar vigentes de manera competitiva en el mercado. Industria 4.0 es un nuevo paradigma, que solo se logra con la participación de todas las personas de la organización y es por qué parte de la visión estratégica comparte la misma finalidad de mantenerse activo entre los nuevos mercados globalizados. por lo que se debe conocer el nivel de madurez y el nivel de tecnología que se requiere para alcanzar una industria sostenible y conectada.

F2-A2: Se deben buscar planes de contingencia que permitan mantener los niveles de productividad aun con la volatilidad e inestabilidad que produce la globalización. Las empresas deben estar preparadas a los cambios de demanda, buscando la manera de mejorar sus procesos y productos de tal modo que el impacto sea soportado sin generar inseguridad. El objetivo de la industria 4.0 es generar una industria sostenible y flexible que pueda adaptarse a cualquier situación.

F3-A3: Para incrementar la participación de la organización es necesario hacer uso de herramientas que proporcionen mejoras con respecto al tiempo de entrega, personalización, etc. Los sistemas de integración de la industria 4.0 asociados a los dispositivos y maquinas, permiten identificar los cuellos de botella y predecir los problemas que se puedan presentar durante el proceso de producción, por lo que es necesario el apoyo de las personas para programar los procesos con los estándares necesarios para garantizar un producto con la mejor calidad.

F4-A4: Se demandará de nuevos perfiles capaces de solucionar problemas complejos que se pueden generar por la adquisición de maquinaria o dispositivos tecnológicos. El mantener la mano de obra calificada es el temor más grande de cualquier empresa y se debe al tiempo que con lleva la curva de aprendizaje de empleado; pero esa curva depende del entrenamiento que proponga el empresario en asignar nuevos retos y el permitir un plan de carrera dentro de la organización. Un alto nivel de conocimiento de los procesos, alineado a un nivel de optimo del uso de las herramientas tecnológicas permitirá un avance significativo en el desarrollo de las habilidades y destrezas laborales. Pensar en fortalecer las universidades de la provincia con programas en Data scientist, Digital twin y machine learning podría mejorar el nivel de adaptación a los nuevos requerimientos de la industrialización.

F5-A5: Por lo general en las empresas tradicionales no se estandariza un procedimiento que facilite a futuro la transferencia de conocimiento, esto debido a la falta de recursos tecnológicos que dificulta el almacenamiento de la información, por lo que es casi imposible retroalimentar a la nueva fuerza laboral sobre el estado de un proceso, un cliente o un producto. En esta nueva era digital, toda información es valiosa y su análisis permite detectar oportunidades de mejora para satisfacer los requerimientos de los clientes y mantener vigente la operación.

#### **5.3.1.4 Pares De Riesgo = Debilidades + Amenazas.**

D1+A1: Se demanda de un presupuesto de inversión dedicado a áreas de I+D que permitan identificar cuáles son las tecnologías necesarias para incrementar la productividad y potencializar la demanda en la búsqueda de nuevos mercados. Es necesario el tiempo destinado a crear valor con la fabricación de nuevos productos, servicios o nuevas unidades de negocio, que generen ventajas competitivas y permitan vislumbrar un crecimiento económico sostenible.

D2+A2: Se debe investigar la forma de robustecer el sector de la manufactura, mejorando el nivel de productividad con planes a futuro que permitan librar los posibles cambios que se puedan generar por la volatilidad del dólar o el cambio en la tendencia del mercado. Es necesario definir una estrategia flexible que permita a través de la innovación y la adquisición de nuevo conocimiento, aumentar la rentabilidad de la organización y sus ventas. De acuerdo con lo anterior se debe estimular el sector de la manufactura fomentando a través de clúster o asociaciones el nivel de participación de las empresas frente a la industrialización para potencializar la provincia como un impulsor económico.

D3+A3: La resistencia al cambio es un factor que se debe trabajar en toda la organización para garantizar el éxito de la transformación a una manufactura conectada. De lo contrario es muy probable que se pierda la participación en el mercado y no se pueda competir en las mismas condiciones con las empresas que son cada vez más competitivas. El temor que se genera al usar nuevos sistemas o implementar nuevas tecnologías es debido a los hábitos desarrollados durante años en la ejecución de una actividad, pero lo que las personas desconocen es que las herramientas están diseñadas para seguir siendo dirigidas por las personas, pero aun nivel más analítico y propositivo.

D4+A4: Se debe en caminar la visión estratégica de las organizaciones a la adquisición de nuevas herramientas disruptivas, que les permita adquirir un mejor entendimiento de su potencial en pro de contribuir con el desarrollo y mejoramiento del sector en la provincia. La Sabana Occidente está compuesta de 8 municipios de los cuales 4 tienen una mayor participación económica en el sector de la manufactura. Como iniciativa a nivel departamental, la industrialización está incluida en el plan de desarrollo, lo que permitirá generar oportunidades de negocios y activar económicamente los municipios y hacerlos competitivos en el tiempo.

D5+A5: Es necesario fortalecer la fuerza laboral garantizando un entrenamiento continuo con una transferencia de conocimiento actualizada que permita el dominio de las herramientas tecnológicas conforme avanza la tecnología. De esta forma se podrá pensar en requerir de una manera más enfocada el uso de nuevas tecnologías que permitan tomar medidas en la adopción o transición a la industria 4.0. Es fundamental el desarrollo de un trabajo colaborativo entre dispositivos y personas, pero llevar a cabo para la ejecución de estos nuevos retos, se deben desarrollar habilidades y destrezas que aporten de manera efectiva conocimiento a la fuerza

laboral proporcionando un sistema de aprendizaje desarrollado en beneficio de la organización y del empleado.

### 5.3.2 Líneas De Acción Y Estrategias Priorizadas

**Tabla 20**

*Matriz DOFA*

	Fortalezas	Debilidades
	<p>F1-Visión del negocio            F2-Incremento leve de la productividad            F3- Uso de herramientas tecnológicas            F4-Incremento en la fuerza laboral,            F5-Cubrimiento de la demanda del mercado</p>	<p>D1-Falta de inversión en investigación y desarrollo            D2-Baja producción            D3-Resistencia al cambio            D4-Poca visión comercial            D5-Falta de crecimiento a nivel tecnológico</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p>O1-Adquisición tecnológica disruptiva            O2-Desarrollo de nuevos mercados y líneas de negocios            O3-Mejorar la productividad y la cadena de valor            O4-Apoyo por parte del gobierno para implementar industria 4.0            O5-Nuevas políticas gubernamentales</p>	<p><b>Estrategia F+O</b></p> <p>Con las estrategias propuestas por el gobierno y la gobernación para la inmersión a nuevas tecnologías de la I4.0. se generará una nueva fuerza laboral enfocada en los conocimientos de la industrialización con la posibilidad de mejorar la apertura de nuevos modelos de negocios con los que se pueda competir de manera igualitaria con los mercados globales. La actual estrategia del gobierno es la de incrementar el valor económico en los sectores industriales impulsando el concepto de revolución industrial en el país por lo que establece dentro de sus planes de desarrollo el sumarse a la iniciativa incorporando nuevos programas de educación superior que puedan brindar las herramientas para migrar de manera definitiva a una industria conectada.</p> <p>Es necesario contar con políticas Gubernamentales que fortalezcan el sector de la manufactura para estimular el desarrollo de nuevos sectores productivos, de igual manera cubrir nuevas áreas de mercado generando más oportunidades de empleo en las áreas rurales en las que no se cuenta aún con conectividad. Con las políticas que se generen para la adopción a la estrategia</p>	<p><b>Estrategia D+O</b></p> <p>Es vital mejorar los niveles de producción para suplir las demandas de clientes que buscan productos más ajustados a sus necesidades, de no atender estos requerimientos se puede perder participación en el mercado que es cada día más competitivo. El cliente actual busca eficiencias entorno a todas las características de los productos y a su experiencia de compra por lo que es necesario mantener su fidelidad con un tiempo de entrega satisfactorio, una atención y comunicación especializada y una amplia disponibilidad para su atención. Esto implica el desarrollo de diferentes estrategias para conectar la demanda del cliente a la producción de la organización.</p> <p>Es necesario fortalecer la fuerza laboral garantizando un entrenamiento continuo con una transferencia de conocimiento actualizada que permita el dominio de las herramientas tecnológicas conforme avanza la tecnología. De esta forma se podrá pensar en requerir de una manera más enfocada el uso de nuevas tecnologías que permitan tomar medidas en la adopción o transición a la industria 4.0. Es fundamental el desarrollo de un trabajo colaborativo entre dispositivos y personas, pero llevar a cabo para la ejecución de</p>

	<p>se podrá contar con un proceso de aprendizaje en I4.0, acelerando el nivel de I+D en las que se debe establecer un nivel de preparación continuas sobre el uso de las nuevas herramientas tecnológicas. estableciendo una gobernanza con normas que acompañen el proceso de transformación.</p>	<p>estos nuevos retos, se deben desarrollar habilidades y destrezas que aporten de manera efectiva conocimiento a la fuerza laboral proporcionando un sistema de aprendizaje desarrollado en beneficio de la organización y del empleado.</p>
<p><b>Amenazas</b></p> <p>A1-Perdida del mercado  A2-Situaciones económicas/  volatilidad del dólar  A3-Vulnerabilidad ante la  competencia  A4-Adquisición de herramientas  tecnológicas disruptivas  A5-Envejecimiento de la fuerza  laboral</p>	<p><b>Estrategia F+A</b></p> <p>Se deben buscar planes de contingencia que permitan mantener los niveles de productividad aun con la volatilidad e inestabilidad que produce la globalización. Las empresas deben estar preparadas a los cambios de demanda, buscando la manera de mejorar sus procesos y productos de tal modo que el impacto sea soportado sin generar inseguridad. El objetivo de la industria 4.0 es generar una industria sostenible y flexible que pueda adaptarse a cualquier situación.</p> <p>Se demandará de nuevos perfiles capaces de solucionar problemas complejos que se pueden generar por la adquisición de maquinaria o dispositivos tecnológicos. El mantener la mano de obra calificada es el temor más grande de cualquier empresa y se debe al tiempo que con lleva la curva de aprendizaje de empleado; pero esa curva depende del entrenamiento que proponga el empresario en asignar nuevos retos y el permitir un plan de carrera dentro de la organización. Un alto nivel de conocimiento de los procesos, alineado a un nivel de optimo del uso de las herramientas tecnológicas permitirá un avance significativo en el desarrollo de las habilidades y destrezas laborales. Pensar en fortalecer las universidades de la provincia con programas en Data scientist, Digital twin y machine learning podría mejorar el nivel de adaptación a los nuevos requerimientos de la industrialización.</p>	<p><b>Estrategia D+A</b></p> <p>Se debe investigar la forma de robustecer el sector de la manufactura, mejorando el nivel de productividad con planes a futuro que permitan librar los posibles cambios que se puedan generar por la volatilidad del dólar o el cambio en la tendencia del mercado. Es necesario definir una estrategia flexible que permita a través de la innovación y la adquisición de nuevo conocimiento, aumentar la rentabilidad de la organización y sus ventas. De acuerdo con lo anterior se debe estimular el sector de la manufactura fomentando a través de clúster o asociaciones el nivel de participación de las empresas frente a la industrialización para potencializar la provincia como un impulsor económico.</p> <p>Es necesario fortalecer la fuerza laboral garantizando un entrenamiento continuo con una transferencia de conocimiento actualizada que permita el dominio de las herramientas tecnológicas conforme avanza la tecnología. De esta forma se podrá pensar en requerir de una manera más enfocada el uso de nuevas tecnologías que permitan tomar medidas en la adopción o transición a la industria 4.0. Es fundamental el desarrollo de un trabajo colaborativo entre dispositivos y personas, pero llevar a cabo para la ejecución de estos nuevos retos, se deben desarrollar habilidades y destrezas que aporten de manera efectiva conocimiento a la fuerza laboral proporcionando un sistema de aprendizaje desarrollado en beneficio de la organización y del empleado.</p>

Seleccionando y priorizando las líneas de acción se seleccionan las siguientes estrategias con las que se desarrollara el plan de trabajo tratando de centralizar los temas de mayor impacto.



### ***5.3.3 Plan De Trabajo***

A partir de las estrategias, se estructura el plan de trabajo que tiene como propósito establecerlos mecanismos para poder iniciar el proceso de inmersión a el uso de los pilares tecnológicos. Teniendo en cuenta el plan departamental de desarrollo 2020-2024 "Región que progresa y las iniciativas propuestas por el gobierno nacional se proyectan las siguientes actividades.

**a)** Es importante entender que el proyecto de industrialización es un factor determinante para mejorar la competitividad de la economía y la industria. Sin una alineación de la cultura organizacional a este nuevo propósito, será muy difícil mejorar a largo plazo los vacíos que se puedan generar a nivel empresarial por la acción tardía de sumarse a la estrategia.

**b)** Para poder permanecer vigente en el mercado, se debe entender la necesidad del usuario y buscar satisfacer las demandas del mercado generando productos o mejorando los existentes con las variables de personalización y tiempo. Sin embargo, llegar a este nivel requiere de un análisis de los procesos productivos para buscar la flexibilidad y la velocidad de una manufactura inteligente.

**c)** La mano de obra o la fuerza laboral gracias a uso de nuevas tecnologías es cada vez más dinámica, por lo que se deben buscar soluciones de fácil adaptación con el que puedan abordar diferentes entornos o áreas y capacitarlos de manera continua para afianzar sus aptitudes y fomentar la participación en procesos de innovación gracias a una nueva forma de adquirir conocimiento.

## 5.4 Diagrama De Flujo

Diagrama enfocado a la metodología de selección de los pilares de la I4.0 apoyada en la madurez de las herramientas de lean manufacturing, cuya filosofía que ha logrado proporcionar una excelencia operacional a través de los años mejorando la competitividad y la productividad de las empresas. Con las 15 herramientas de lean seleccionadas se pretende establecer un estándar para orientar la transición de las empresas a una manufactura conectada y encaminada a la mejora continua.

Las herramientas de lean tienen unos objetivos definidos, que se deben alinear a los pilares que se requieran incorporar con la finalidad de alcanzar una sostenibilidad a largo plazo que permita mejorar los indicadores de calidad y de producción para lograr el cumplimiento de los propósitos organizacionales. El diagrama de flujo presenta las herramientas de selección, las finalidades de los pilares y las herramientas de lean manufacturing para estructurar una metodología para cada sector o tamaño de empresa.

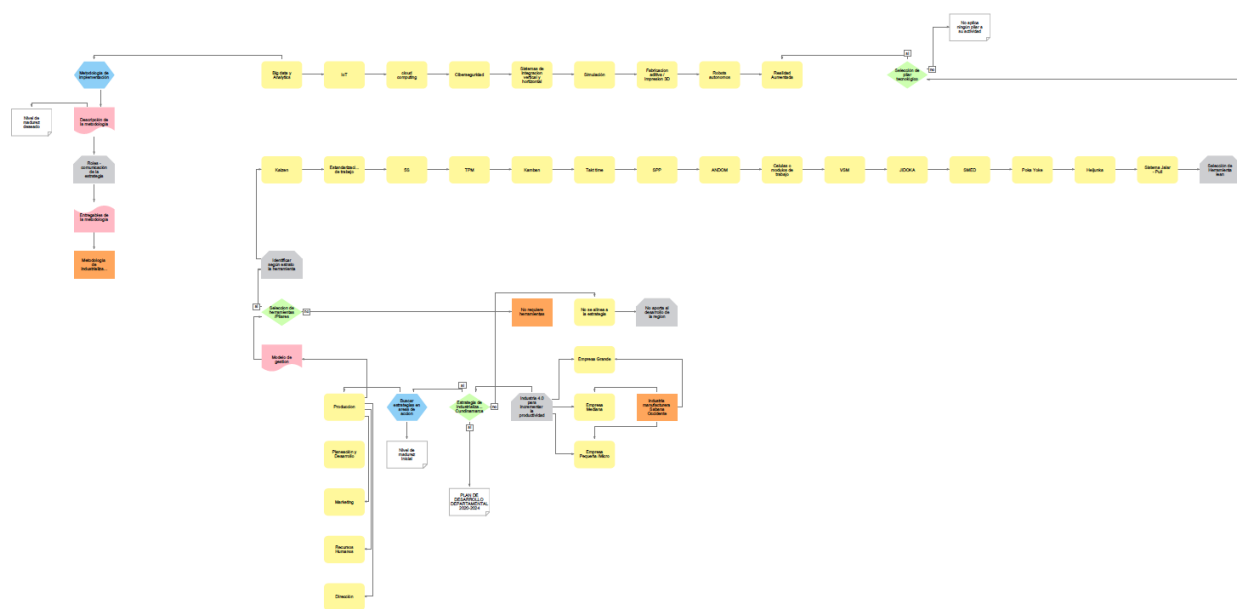
El diagrama está enfocado a los 3 sectores o tamaños de empresa establecidos en la investigación (ver figura 29), buscando integrar las estrategias departamentales a las estrategias organizacionales aprovechando las amplias ventajas competitivas que brinda la provincia sabana occidente, como lo son su ubicación geográfica, su gran afluencia de industrias y los diferentes sectores económicos. Aunque la actividad manufacturera se concentra con mayor participación en 4 municipios como son Funza, Mosquera, Madrid y Facatativá, el modelo ideal tiene como propósito manejar un nivel de productividad general, lo que implica que los 3 municipios (Bojacá, Zipacón y Subachoque) con menos participación en desarrollo, serán los municipios

bases, en los que se estructurara el modelo de adaptación a el uso de nuevas herramientas disruptivas.

Como lo menciona Ana Botín en el prólogo del libro Klaus Schwab, fundador del World Economic Forum FEM, “una vez que el engranaje de este proceso comienza a funcionar la industria, la economía y la sociedad se transforman a toda velocidad” (Schwab, La cuarta revolución industrial , 2016). De acuerdo con lo anterior se estructura el diagrama enfocado a 5 áreas de la organización en la que se centralizan la mayoría de los procesos, para presentar una serie de herramientas que facilitarían la incorporación de los pilares de la I4.0 con los que se busca mejorar la productividad, la calidad de vida y el nivel de conocimiento de los empleados.

**Figura 29**

*Diagrama De Flujo De Selección De Pilares Y Metodología*



Nota: Visualizar en el Anexo 4 el diagrama de flujo y el alcance de cada herramienta y pilar relacionado.

## 5.5 Nivel De Madurez PMMM De La Provincia Sabana Occidente

Al realizar el análisis de los modelos de madurez, se optó por seleccionar el modelo, Project Management Maturity Model con el que se evalúa el nivel actual de las empresas de manufactura frente a la industrialización. Con el propósito de establecer una hoja de ruta para la inmersión y selección de las nuevas herramientas tecnológicas.

No obstante, los desafíos o barreras detectadas en la población objeto de estudio presentan como resultado de la caracterización, las posibles causas por las cuales las empresas sienten temor al querer integrar sus procesos a la industria 4.0. Son varias las dificultades por lo que el sector ve con una visión a largo plazo el optar por soluciones de infraestructura tecnológica que garanticen la continuidad de sus operaciones. Las dificultades se concentran en las siguientes circunstancias como son: La falta de conocimientos sobre el uso de nuevas herramientas tecnológicas, el nivel de inversión o presupuesto para optar por un cambio y las posibles soluciones sin dimensionamiento o sin acompañamiento.

La implementación de procesos al interior de las empresas puede ser algo necesario pero difícil de desarrollar si no se tiene claro el objetivo de incrementar el nivel de productividad y competitividad para mejorar la participación frente a los cambios constantes del mercado. teniendo claro las necesidades en cada área o enfocándolas a el objetivo o visión corporativa se iniciará la búsqueda del nivel de madurez de la población.

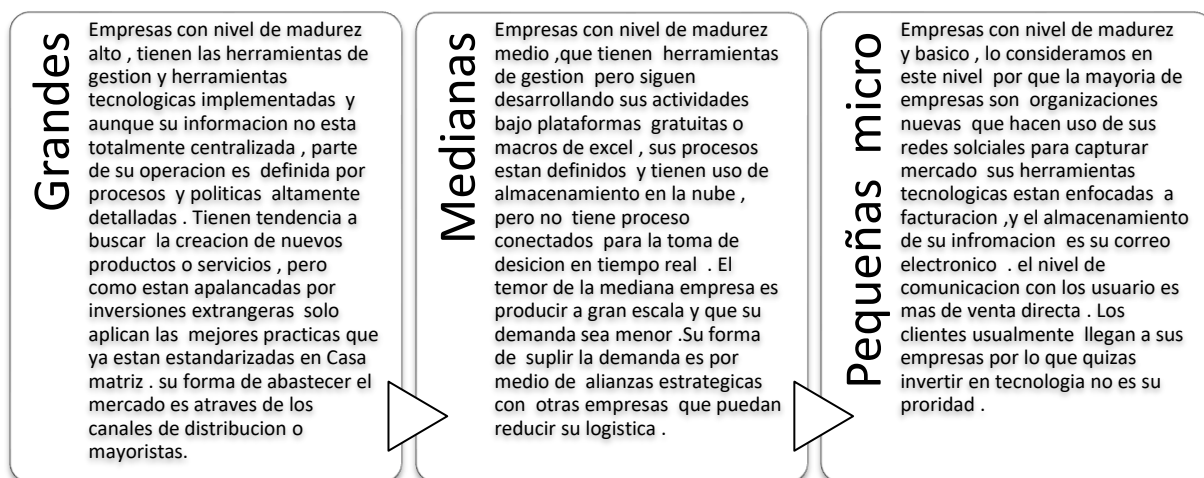
Para la estructuración del modelo se configuró una metodología que consiste en 3 fases.

Condiciones actuales: En base a la información de la encuesta, el sector de la manufactura está actualmente en 3 diferentes niveles de madurez. Sin embargo, la industria 4.0

no es solo la adquisición de herramientas de gestión o dispositivos tecnológicos va más allá de generar eficiencia en todos los aspectos del negocio. Partiendo entonces del nivel actual de madurez por sector se define el siguiente esquema. Ver figura 26

**Figura 30**

*Nivel De Madurez Actual Del Sector Por Estrato*



**Metodologías de implementación:** Se requiere de un análisis del escenario inicial del sector de la manufactura, para determinar la posición futura de las empresas en el mercado, y a través de un análisis de madurez, proponer un modelo que integre las características de los procesos que serán definidos en pro de mejorar la productividad de la provincia Sabana Occidente.

**Criterios de selección:** Los criterios de categorización permitirán adaptar el modelo a la necesidad de cada empresa considerando aspectos importantes como ubicación, oportunidades y fortalezas para incrementar la competitividad. A partir de los resultados de la encuesta es

importante destacar que la situación actual del sector de la manufactura facilito determinar un plan de transformación,

- Proceso inicial: Etapa en la que las empresas comprenden los términos y la temática de la estrategia para adquirir un conocimiento básico para iniciar la metodología.
- Estándares y procesos estructurados: En este nivel se establecen procedimientos y se identifican las áreas de proceso para construir un modelo de comunicación que incluye el monitoreo y control del uso de nuevas tecnologías.
- Procesos: La empresa requiere de la integración de todas las áreas para evaluar el avance y dominio de la metodología, se identifica un área de gerencia de proyectos en la que se estructuran competencias y habilidades para asegurar los niveles de calidad.
- Benchmarking: Se realiza un análisis de las mejores prácticas internas o externas que puedan generar valor a la estrategia
- Optimización: Etapa de evaluación de resultados obtenidos y define como estrategia una metodología tomando como referencia métodos o técnicas para mejorar el nivel de competitividad, recopilando las lecciones aprendidas y generando espacios para la transferencia de conocimiento

Para iniciar la metodología se define la estructura de las áreas a vincular para buscar una manufactura conectada.

**Figura 31**

*Nivel De Jerarquía Propuesto Para El Modelo*



Para que las organizaciones o empresas inicien su proceso de adopción al uso de nuevas tecnologías es necesario definir el alcance de las áreas resultantes de las variables del instrumento de investigación, de esta manera se facilitara buscar los pilares que asociados a las áreas se puedan adoptar para estructurar la estrategia. Tras la verificación de las áreas de mayor uso de tecnológico, se señalaron como resultado las áreas marketing, producción, planificación y desarrollo. y se expuso como factores de crecimiento la productividad y la competitividad. Parámetros para todas las organizaciones que requieren mejorar su estructura organizacional y el grado de información orientada a mejorar todas las áreas del negocio. Para considerar en la implementación de la industria 4.0 en una empresa la formación y la cualificación debe adaptarse a las nuevas exigencias de este enfoque interdisciplinario.

Dirección: área encargada de establecer las políticas y estrategias de planeación e inmersión a industria 4.0 que permitan gestionar y asignar adecuadamente los recursos humanos y financieros para lograr la rentabilidad y la productividad esperada bajo el cumplimiento de los objetivos estratégicos, generando bienestar para clientes, empleados y accionistas. La ejecución de las etapas depende de la gerencia y de los sistemas productivos en los que se debe buscar métodos para crear sinergia y compromiso. Se requiere facilidad de acceso a la información y de adaptación al objetivo integrándolo a la visión de la organización, creando así el mejoramiento de procesos, capacitación del talento humano, y un modelo de referenciación para el sector manufacturero.

planificación y desarrollo: área definida para la realización y organización de todas las actividades relacionadas en dar cumplimiento del objetivo. según la organización internacional del trabajo – OIT “la planificación estratégica para el cumplimiento proporciona un mecanismo adicional para que todas las inspecciones del trabajo puedan beneficiarse del modelo estratégico de cumplimiento” (OIT, 2017), este caso refiere a la fabricación de un producto o al desarrollo de un proyecto que es verificado en cada etapa de su elaboración. con la gestión respectiva de supervisión monitoreo y control para garantizar la calidad en el tiempo estimado de acuerdo con los pedidos que surjan de los clientes con los que se busca generar relación a largo plazo para trabajar estratégicamente con el suministro de nuevas tecnologías y la adquisición de nuevas fuentes de conocimiento.

Producción: área específica para la elaboración o fabricación de los requerimientos de los clientes “con la función de cumplir con diferentes requerimientos de ordenes de producción. Permite individualizar el diseño y permite cambios de última hora” (Caimán, Gilede, & Giraldo, 2018) de igual manera tiene incidencia sobre la adquisición de materias primas, maquinaria,



materiales y recursos tecnológicos. Determinando los controles necesarios que aseguren la calidad del producto, el cumplimiento de las normas técnicas y los tiempos de entrega establecidos. En esta área se realizará la búsqueda de procesos ajustados a la necesidad del cliente que puedan adaptarse a las tendencias globales del mercado, incorporando o mejorando productos que cubran o generen un valor añadido en donde se requiere de interfases o dispositivos tecnológicos para desarrollar procesos más eficientes

Marketing: Área de la organización destinada a examinar y adquirir herramientas de fidelización de clientes integrando las diferentes tecnologías digitales para fortalecer la experiencia de los consumidores frente a las marcas. Según el autor (Philip, Hermawan, & Iwan, 2018) en su libro nos contextualiza que “Marketing 4.0 aprovecha la conectividad de máquina a máquina (M2M) y la inteligencia artificial para mejorar la productividad de marketing mientras aprovecha la conectividad de persona a persona para fortalecer el compromiso del cliente”. involucra desde la relación comercial, ingeniería, innovación y desarrollo, márketing, ventas con los que se pretenden potencializar los canales de comunicación entre ventas y distribución, mejorar la búsqueda de clientes potenciales y vender productos diseñados a la necesidad del cliente para garantizar la fidelización.

Recursos humanos: área determinada para optimizar la planeación y administración de talento humano con base en el balance entre las prioridades del negocio, del cliente y su gente, garantizando las competencias del personal con programas de capacitación, desempeño y compensación, desarrolladas para mejorar la productividad y la gestión del conocimiento en los procesos operativos. Con el objetivo de innovar en el desarrollo de nuevos productos integrando todos los departamentos de la organización desde su proceso de inicio hasta su proceso de suministro y distribución.

## 5.6 Pilares Tecnológicos

Para las áreas definidas anteriormente y con el objetivo de iniciar una adecuada selección de los pilares que se pueden ir adoptando a la estrategia de industria 4.0 se presentan las características por las cuales se escoge el pilar y finalmente se consolidan para llevarlos al modelo de gestión. sin embargo, es importante enfatizar en la búsqueda de una gran recopilación de datos que pueda ser interpretado para el desarrollo de nuevas oportunidades orientando una producción mejorada.

### 5.6.1 *Big Data y analytics*

Pilar fundamental para la implementación a industria 4.0 utilizado para la captura, análisis y almacenamiento de la información en un lapso razonable. Dependiendo la necesidad de cada empresa para algunas puede influir el factor de velocidad, volumen o variabilidad. (Aguilar, 2018), de acuerdo a lo anterior la información puede ser suministrada por numerosas fuentes que capturan y generan datos , por ejemplo al interior de la organizaciones se puede obtener información a través de medios sociales, la comunicación entre dispositivos , transacciones o datos obtenidos de los sistemas biométricos o CCTV que hacen parte de su infraestructura . Es importante tener presente las variables que el termino de BigData relaciona, para poder generar un análisis conocido como las 3V para visualizar y comprender el análisis de los datos.

**Volumen:** Refiere a la cantidad de información que se genera de ciertos números de dispositivos principalmente de los que se usan al interior de la organización.

**Variación:** Tipos de datos que deben ser clasificados para ser interpretados en la adaptación de una aplicación

**Velocidad:** flujo constante de datos el cual debe ser procesado en un determinado tiempo o en tiempo real

**Tabla 21***BigData Y Su Aporte Organizacional*

Pilar tecnológico	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Big data	Toma de decisiones Recopilación y almacenamiento de la información Conocimiento del cliente Conocimiento del mercado Experiencia del cliente Fidelización del cliente Registro nuevos leads Segmentación del mercado Ciclo de vida del producto Evaluaciones de producto Perfilar estrategias Información de mayor calidad	Pilar con alto grado de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Dirección Planificación y desarrollo Producción Marketing Recursos Humanos

**5.6.2 Robos Autónomos**

Maquinas programables con presencia en todo tipo de industria y se define como la tecnología que comprende el diseño, construcción, implementación y funcionamiento de los robots con un mayor grado de flexibilidad y facilidad para trabajar sin supervisión humana. pero altamente diseñados para realizar trabajos en conjunto de manera colaborativa con el objetivo de automatizar procesos o tareas para mejorar el nivel de producción.

**Tabla 22***Robots Autónomos Y Su Aporte Organizacional*

Pilar tecnológico	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Robos autónomos	Trabajó colaborativo con el operario Sistemas de fuerza para actividades en condiciones extremas Flexibilidad en las tareas Intercambio de información M2M Cambios en la producción Incremento de la producción	Pilar con grado de potencial medio para ajustar al modelo debido a que implica un nivel mayor de conocimiento en la industrialización para su incorporación  Áreas: Producción Planificación y desarrollo

### 5.6.3 Sistemas De Integración Horizontal Y Vertical

Escenario de colaboración entre todas las áreas generando redes de integración de datos para mejorar la interacción de la fuerza laboral con la industria apalancando dicha relación con herramientas de gestión o plataformas que facilitan la evolución y el mejoramiento de la cadena de valor por tener un proceso totalmente conectado.

**Tabla 23**

#### *Sistemas De Integración Vertical Y Horizontal, Y Su Aporte Organizacional*

Pilar tecnológico	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Sistemas de integración horizontal y vertical	Integración de todas las áreas de la Organización Cadena de valor automatizada Funcionamiento como un todo Fortalecimiento de los productos Mayor cobertura del mercado SCM, ERP, CRM, CMS Valor agregado	Pilar con alto grado de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Dirección Planificación y desarrollo Producción Marketing Recursos Humanos

### 5.6.4 Simulación

Modelo virtual usado en el área de ingeniería para la ejecución de pruebas en productos, materiales y procesos adquiriendo información de la simulación para analizar la productividad antes de realizar actividades para optimizar las características de los productos o procesos a desarrollar identificando las posibles fallas en la etapa de fabricación.

**Tabla 24**

#### *Simulación Y Su Aporte Organizacional*

Pilar tecnológico	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Simulación	Intervención antes de ejecución Facilita la forma de decisión Predice el funcionamiento de una maquina o dispositivo Elaboración de un producto Solución de fallas	Pilar con grado medio de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Producción

### 5.6.5 Ciberseguridad

Según Luis Aguilar en su libro, “la ciberseguridad es el conjunto de herramientas políticas, conceptos de seguridad, salvaguardas de seguridad, directrices, métodos de gestión de riesgos, acciones, formación, prácticas idóneas, seguros, y tecnologías que pueden utilizarse para proteger los activos de la organización y los usuarios en el ciber entorno”. Los riesgos asociados a la adopción de la industria 4.0 deben ser actualizados conforme a la evolución de sector y la adopción a la estrategia.

**Tabla 25**

#### *Ciberseguridad Y Su Aporte Organizacional*

Pilar	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Ciberseguridad	Protección de la información Comunicación segura Gestión de identidad Transacciones seguras Acceso a máquinas y usuarios	Pilar con alto grado de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Dirección Planificación y desarrollo Producción Marketing Recursos Humanos

### 5.6.6 La Nube

Según el instituto federal de los estados unidos -NIST. Es un modelo que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos. El nuevo modelo de Informática es un conjunto de hardware y software con el nombre de Cloud Computing que refiere a un acuerdo de nivel de servicios para establecer los niveles de rendimiento disponibilidad ofrecidos al usuario a través de diferentes dispositivos constituyendo en considerable ahorro y mejor eficiencia que el sistema tradicional de información.

**Tabla 26**

La nube y su aporte organizacional

Pilar	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
La nube	Menor uso del tiempo en informes Reducción de costos Recuperación de información Ingreso a plataforma desde cualquier lugar y dispositivo Mayor capacidad de almacenamiento Tecnología actualizada	Pilar con alto grado de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Dirección Planificación y desarrollo Producción

**5.6.7 Fabricación Aditiva**

Es un conjunto de tecnologías o un nuevo “Método de fabricación diseñado para la creación de prototipos ligeros y complejos (Aguilar, 2018). La impresión 3D ofrece enormes ventajas para reproducir piezas y objetos a través de la adición de materiales, cuya fabricación con lleva cierta dificultad, ya sea por la especificidad y complejidad de su diseño.

**Tabla 27***Fabricación Aditiva Y Su Aporte Organizacional*

Pilar	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Fabricación aditiva	Permite diferenciar o personalizar cada producto sin aumentar su costo Fabricación bajo demanda y escalable Fabricación de productos nuevos Cadena de suministro Mayor personalización Máximo uso de los materiales Reducción en la huella operativa	Pilar con grado medio de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Dirección Planificación y desarrollo Producción

**5.6.8 Realidad aumentada**

Consiste en mezclar la realidad con el mundo virtual de modo que el usuario pueda experimentar un entorno gráfico en tiempo real para fomentar la toma de decisiones y capacitar según procedimientos a empleados y estudiantes para mejorar el sistema de preparación. “Que

combinan la simulación, el modelado y la virtualización permitiendo nuevas fórmulas para el diseño de productos y la organización de los procesos” (Basco, Beliz, Coatz, & Garner, Industria 4.0: fabricando el futuro, 2018)

**Tabla 28**

*Realidad Aumentada Y Su Aporte Organizacional*

Pilar	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Realidad aumentada	Optimización de diseños Entrenamiento y formación de operarios Asistencia y solución a fallos Mejora de procesos Reducción de tiempo	Pilar con alto grado de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Planificación y desarrollo Producción Recursos Humanos

**5.6.9 Internet de las cosas**

El termino fue otorgado por el “británico Kevin Ashton donde su concepto se fundamenta en el proceso de conectar todas las cosas que nos rodean con la finalidad de poner conectarlas para saber su posición o estado en cualquier momento, así como aportarnos información sobre el entorno que nos rodea” (Aguilar, 2018). La I4.0 necesita de la interacción de sensores, actuadores, chips, RFID, NFC, M2M etc. Para elevar el nivel de automatización por lo que se hace necesario para mejorar la conectividad de los dispositivos usar IOT que es una solución universal que permite mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos productivos.

**Tabla 29**

*Internet De Las Cosas Y Su Aporte Organizacional*

Pilar	Acciones a nivel organizacional	Nivel de adopción
Internet de las cosas	Conexión Comunicación entre dispositivos Gestión autónoma Ciclos de vida Uso de cualquier protocolo de comunicación Incremento en niveles de seguridad	Pilar con alto grado de potencial para ajustar al modelo  Áreas: Dirección Planificación y desarrollo

Todas las organizaciones requieren mejorar su estructura organizacional, sus sistemas de información, actualizar sus recursos y buscar habilidades para mejorar la comunicación y el grado de información orientada a mejorar todas las áreas del negocio. El desarrollo del modelo será encaminado a el uso de las tecnologías disruptivas con el que se propone alcanzar niveles más altos de conectividad; haciendo uso de los datos para mejorar los procesos, y fomentando la tomar decisiones basada en el análisis y en la simulación para perfeccionar la capacidad de adaptación a diferentes escenarios. De igual manera se debe permitir una integración y colaboración de toda la fuerza laboral para adaptarse a un nuevo cambio tecnológico como una oportunidad de innovar y de contribuir con el conocimiento. Industria 4.0 requiere de una serie de compromisos a nivel gerencial y directivo para estructurar procesos, desarrollados por un equipo multidisciplinario, en el que cada recurso tecnológico estará encaminado a ejecutar una actividad en el proceso de transformación.

## **5.7 Lean Manufacturing**

La metodología Lean Manufacturing es un modelo adaptado a la metodología desarrollada por Sakichi Toyoda “manufactura esbelta”, que refiere a las técnicas y herramientas de planificación usadas para reducir al mínimo todas las actividades que no generan valor entre operaciones de líneas o procesos. Que, alineada a los objetivos de industrialización, transforma de una manera más eficiente la colaboración de trabajos y actividades entre máquinas y personas



en la búsqueda de cumplir con el propósito de incrementar la productividad haciendo uso de las nuevas tecnologías.

Según el ingeniero Luis Socconini. Lean manufacturing se define como un “proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no genera valor en un proceso, pero si costo y trabajo” (Socconini, 2019).

Debido al brote o enfermedad actual del coronavirus, las empresas han buscado alternativas para hacerle frente y continuar con el desarrollo de sus actividades, las cuales se concentran en herramientas digitales que han facilitado la ejecución de sus operaciones de manera remota, la cual es soportada a través de mecanismos como el teletrabajo que permite garantizar la continuidad de la operación y la estabilidad de sus colaboradores. Dada la condición de preservar el estado de salud bajo el confinamiento o estado de cuarentena, la entrada de la tecnología ha impulsado cambios tecnológicos que hacen parte fundamental de la industria 4.0

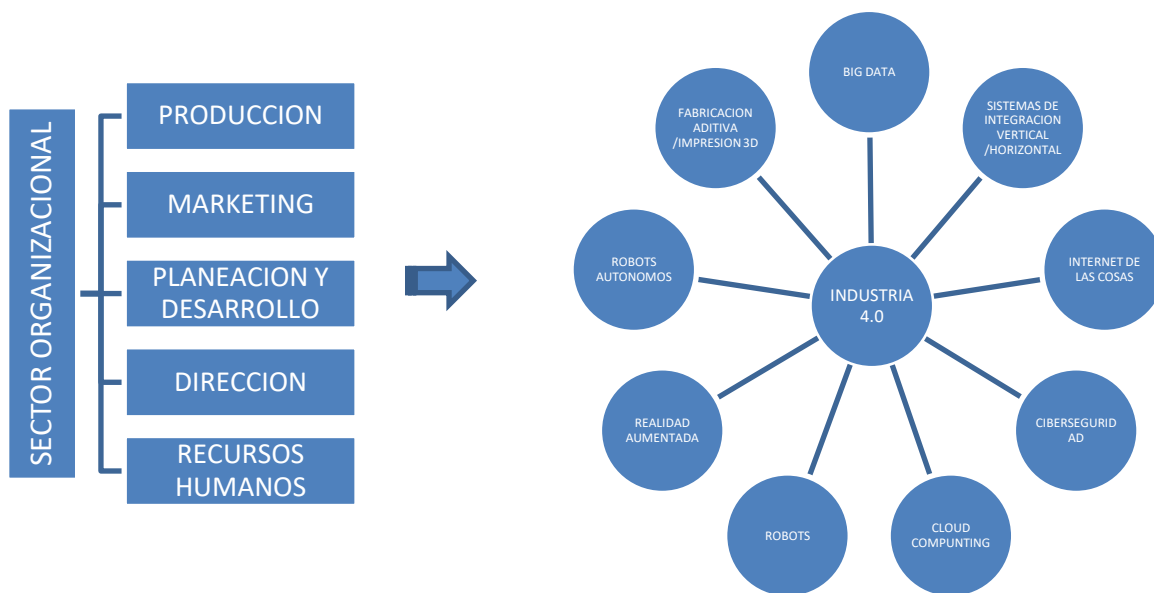
De acuerdo con lo anterior, para iniciar el proceso hacia la manufactura lean, se debe tener presente el nivel de madurez adquirido para avanzar al nivel deseado, por lo que se presenta un método enfocado en intensificar la vitalidad empresarial, buscando de manera prioritaria el aumento de la productividad dentro de una organización. Para el desarrollo de un proyecto o la fabricación de un producto, se concentra una alta demanda de recursos económicos para los factores denominados como las 5 M, que hacen referencia a la adquisición de materiales o materias primas, maquinaria, mano de obra, metodología y medio ambiente.

Estos factores están directamente relacionados con todas las áreas de la organización, por lo que se debe definir el pilar tecnológico que se ajuste en cada proceso y que sea capaz de brindar información real para mantener un control del tiempo usado en la fabricación de los

productos. Así mismo realizar un seguimiento de los costos asociados a su fabricación, el desempeño en la ejecución de las actividades, la fuerza laboral y los efectos relacionados al medio ambiente resultado de la fabricación del Cord de negocio.

**Figura 32**

*Nivel de Proceso Vs Industria 4.0*



Con el acercamiento a los pilares seleccionados se presenta una relación en cada herramienta lean, explicando el alcance entre procesos y personas, que garantizará a través del uso de la información las mejores propuestas para cada sector de la organización, partiendo de un nivel de madurez en el que todos tienen acceso al Internet y al uso de herramientas de almacenamiento. Las definiciones de las herramientas fueron tomadas de los libros de Luis Socconini y Sebastián Brau expertos en lean manufacturing.

**Tabla 30***Herramienta KAIZEN, Aplicación En La I4.0*

KAIZEN	INDUSTRIA 4.0
<p>Compuesta por 2 palabras</p> <p>KAI “cambio” ZEN “bueno/mejor”</p> <p>Refiere a la metodología de mejora continua, cuyo objetivo consiste en incrementar la productividad controlando el proceso de producción mediante la reducción del tiempo de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, los métodos de trabajo por operación y la eliminación de desperdicios en cualquiera de sus formas.</p>	<p>La I4.0 promueve la agilidad de los procesos con un componente asociado a la TD y busca mejorar las técnicas de manufactura con soluciones inteligentes que generen una nueva transformación respecto a la mejora continua.</p> <p>Gracias al internet de las cosas, al BigData, es a inmediata la comunicación M2M que permite identificar en tiempo real los indicadores de productividad y efectividad en la operación, garantizando el uso necesario del tiempo, recursos y materiales requeridos en el proceso</p> <p>Nuevos mercados, modelos de negocio, que de manera estratégica se pueden apoyar en la herramienta madurada de Kaizen</p>

**Tabla 31***Herramienta Trabajo Estandarizado, Aplicación En La I4.0*

TRABAJO ESTANDARIZADO	INDUSTRIA 4.0
<p>Es un conjunto de procedimientos y prácticas de trabajo exitosas que se establecen como estándar, buscando la manera más eficiente, fácil y simple de fabricar productos siempre de la misma manera. Creando secuencias que garanticen las condiciones necesarias para cumplir con los estándares y así lograr la excelencia operacional.</p>	<p>La industrialización contiene 9 pilares que gracias a su flexibilidad permiten realizar un ajuste en cada proceso, entre ellas el almacenamiento masivo de grandes volúmenes de datos y el nivel seguridad y protección de la información.</p> <p>Es importante la estandarización en la implementación de I4.0 para coordinar todas las actividades e iniciativas que permitan establecer la hoja de ruta para la incorporación masiva de la tecnología en toda la cadena de valor de la organización.</p>

**Tabla 32***Herramienta 5S, Aplicación En La I4.0*

5 S	INDUSTRIA 4.0
<p>Metodología que proviene de las 5 palabras japonesas en las cuales se concentra la eficiencia de las personas en su área de trabajo creando una hoja de ruta para mantener buenos hábitos de comportamiento e interacción social. Creando un entorno de trabajo Limpio, ordenado, eficiente y productivo haciéndolos también más seguros.</p> <p>Seiri - Clasificar: Realizar la clasificación de las herramientas necesarias en el área de trabajo, eliminando lo que no se requiera en las actividades-</p> <p>Seiton - Orden: Eficiencia en el almacenamiento de las herramientas de trabajo, delimitando las ubicaciones determinadas para los productos.</p> <p>Seiso - Limpieza: Proceso de limpieza de máquinas, herramientas y área de trabajo, garantizando un área adecuada de trabajo</p> <p>Seiketsu - Estandarizar: Mantener las actividades realizadas de limpieza, orden y clasificación, ara establecer rutinas adecuadas en la cultura</p> <p>Shitsuke - Disciplina: Establecer la disciplina en las actividades, garantizando el cumplimiento de las actividades anteriores, contribuyendo con un ambiente más seguro en las áreas de producción, debe fomentar su implementación constante a través del control</p>	<p>La estrategia de I4.0 depende del compromiso de toda la organización, por lo que es indispensable mantener nuestros lugares o estaciones de trabajo ordenados y limpios para garantizar un ambiente óptimo para el desarrollo de nuestras actividades.</p> <p>Con el uso de las TIC's nuestros trabajos requieren día a día de mayor análisis, y en el caso de áreas operativas de más información de los dispositivos. Por lo que es necesario el uso de esta metodología Lean, para fortalecer el correcto almacenamiento de la información y garantizando su uso de manera permanente.</p> <p>Para tener información valiosa en nuestro sistema, es preciso acreditar la calidad de la información que se almacena, respetando la organización y el acceso a ella. Programando una depuración de la información que se convierte en obsoleta, así como la información que no genera valor a la organización.</p>

**Tabla 33***Herramientas TPM, Aplicación En La I4.0*

TPM (Total Productive Maintenance)	INDUSTRIA 4.0
Filosofía japonesa enfocada en reducir las fallas no programadas durante el ciclo de producción, cuyo objetivo es mejorar la	El proceso de transformación a una manufactura conectada requiere de toda la organización para focalizar esfuerzos en el

---

eficiencia en el sistema de la manufactura involucrando a toda la fuerza laboral de la organización, creando un programa de mantenimiento a nivel organizacional basado en 8 pilares.

1. Mejora enfocada o Método Kaizen: Proceso de mejora continua para el avance de actividades reduciendo las posibles fallas o pérdidas durante el desarrollo productivo.

2. Mantenimiento autónomo: Es una actividad en donde el operario de acuerdo con su nivel de conocimiento se apropia del cuidado y mantenimiento de los objetos de trabajo.

3. Mantenimiento programado: Conjunto de Actividades determinadas para construir un plan de cero errores o fallos para evitar que se detenga la producción de las actividades.

4. Mantenimiento de calidad: El objetivo es mantener la maquinaria en óptimas condiciones para que se puedan generar productos sin defectos.

5. Prevención del Mantenimiento: Actividad que se ejecuta en la fase de diseño para las empresas que requieren de nueva tecnología para el desarrollo de sus actividades.

6. Mantenimiento de áreas soporte: Actividades de capacitación y de mejora y para proponer de manera conjunta el desarrollo de nuevas soluciones para fortalecer la cadena de valor.

7. Polivalencia y desarrollo de actividades: Planificación en la transferencia de conocimiento, y plan de aprendizaje en el uso de herramientas para adquirir experiencia.

8. Seguridad y entorno: Pilar que busca eliminar los accidentes y minimizar el impacto generado de la producción, concientizando a la organización en lo importante de los análisis de riesgos y cuidado del medio ambiente.

---

cumplimiento de los objetivos organizacionales, el objetivo es llegar a la excelencia operacional verificando el cumplimiento de los KPI y midiendo nuestro OEE.

Para la implementación de I4.0 se requerirá de la metodología TPM para mantener los equipos, maquinaria, servidores, sistemas, redes, en condiciones óptimas de operación.

Debido al cambio o TD el mantenimiento también tendrá una asistencia en tiempo real, a través de software de gestión o plataformas colaborativas, se estará en la capacidad de identificar fallas, y verificar incluso las condiciones de las maquinas antes y después de su respectiva operación, por lo que se integra una nueva tendencia en el mantenimiento con la supervisión a remota de los procesos.

Es posible realizar los mantenimientos enfocados a:

Gestión de reportes: información en tiempo real para la generación reportes de fallas para dar atención inmediata algún proceso.

Gestión administrativa: Realizara el análisis de indicadores de cumplimiento sobre toda la cadena productiva

Gestión de inventario: puede realizar un análisis de la disponibilidad de producto vs las nuevas órdenes de compra o demanda de los consumidores.

Gestión de mejora continua se concentrará en realizar propuestas de mejora en basándose en la información adquirida.

**Tabla 34***Herramienta Kamban, Aplicación En La I4.0*

KAMBAN	INDUSTRIA 4.0
Fue desarrollado por Taiichi Ohno, en Toyota, y el termino Kanban viene del japonés que traduce tarjeta con signos o señal visual; la cual es considerada como una herramienta o sistema de información que conecta de manera sistematizada los procesos de la cadena de producción. por medio de tarjetas las cuales son utilizadas para informar a los trabajadores lo que están produciendo y lo que a futuro van a producir.	Para saber el nivel de productividad de las empresas se establecen diferentes mecanismos como los sistemas de orientación transversal y horizontal, las cuales permite identificar el nivel de cumplimiento frente a los indicadores de establecidos. De igual manera gracias a la transformación digital existen la herramienta online para las empresas que aún no tienen acceso a un CRM o ERP.

**Tabla 35***Herramienta Takt Time, Aplicación En La I4.0*

TAKT TIME	INDUSTRIA 4.0
Takt es una palabra en alemán “Taktzeit” que significa “ritmo” y es una herramienta con la que se busca satisfacer o justar la producción a la demanda de los clientes. Controlando y validando las características de los productos tanto en calidad, tiempo de entrega y precio de acuerdo con los requerimientos de los consumidores. Su objetivo es evitar la sobreproducción anticipándose a las ventas o a la velocidad en la que se requieren los productos. El takt time es el resultado de dividir el tiempo disponible de fabricación, entre la cantidad de esos productos requeridos	La industria 4.0 tiene como propósito mejorar la cadena de valor de las empresas, realizando un análisis de la demanda y enfocándose en los requerimientos personalizados de los clientes y los nuevos mercados.  Gracias a la información en tiempo real, se puede predecir la cantidad de productos a fabricar y cuales por demanda se deben mantener listos para entregar.  Esta información de los consumidores se obtiene de los sistemas de integración horizontal y vertical o por el uso de plataformas de compra digital. La industria 4.0 requerirá de la madurez de las herramientas de takt time para definir la base en los tiempos de producción inicial.
$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{volumen de demanda de cliente}}$ <p>Es importante el tiempo Takt en la producción, porque permite establecer unos objetivos reales de fabricación que periten orientar a los operarios donde se deben centralizar sus esfuerzos.</p>	

**Tabla 36***Herramientas SPP, Aplicación En La I4.0*

SPP Sistemas de participación personal	INDUSTRIA 4.0
“Es el conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permite canalizar eficientemente todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de las empresas” (hernandez & vizan, 2013)	Industria 4.0 es una iniciativa de transformación de la manufactura, por lo que será indispensable los sistemas de participación personal que contribuyan a buscar soluciones o ideas que a través de los pilares de I4.0 permitan incrementar la productividad de la organización y el desempeño a nivel industrial

**Tabla 37***Herramienta ANDOM, Aplicación En La I4.0*

ANDOM	INDUSTRIA 4.0
Andom es un término japonés que significa “señal” y es una herramienta de gestión visual que permite identificar el estado de la producción en un área determinada, verificando si hay alguna anomalía que afecte la calidad y la continuidad de la operación.	En todos los procesos en los que se realiza el uso de máquinas, dispositivos o incluso Robots, se requerirá de señales visuales o sonoras que permitan identificar el estado de un proceso o la verificación de calidad de un producto.
El Andon es activado de manera automática deteniendo la producción para evitar más errores.	Con las TIC’s estos sistemas Andom se pueden conectar a los sistemas informáticos de la compañía por lo que en tiempo real se podrán generar informes del número de paradas por fallo y determinar las acciones correctivas para que no se vuelvan a presentar.

**Tabla 38***Herramientas Células O Módulos De Trabajo, Aplicación En La I4.0*

CÉLULAS O MÓDULOS DE TRABAJO	INDUSTRIA 4.0
Es una estrategia determinada como la unión o agrupación de estaciones de trabajo, máquinas o equipos que trabajan de manera coordinada creando un ensamble progresivo para la elaboración de productos con un flujo	Parte del proceso de industrialización es realizar una conectividad de todas las áreas de la organización incluyendo maquinaria y dispositivos, con el propósito de conocer el estado actual de toda la operación. Por lo

continuo y eficiente. Los módulos de trabajo se conforman para adquirir mayor velocidad y mínimo manejo de materiales, puede alcanzar beneficios substanciales en reducción de costos, mejorando el tiempo de entrega y reducción de inventario.

que las células de trabajo serán indispensables cuando se inicie el proceso de adopción a la metodología, pues estarán encargadas de coordinar el nivel de información requerido de cada proceso para mejorar la velocidad en los procesos productivos.

**Tabla 39**

*Herramientas VSM, Aplicación En La I4.0*

VSM (Mapa Del Flujo De Valor)	INDUSTRIA 4.0
Es una herramienta visual que se usa para identificar y examinar todas las actividades relacionadas con la planeación y fabricación de un producto. Tiene como propósito encontrar mejoras productivas en toda la cadena de valor minimizando los desperdicios y sus causas.	Aunque en la industria 4.0 se pueden realizar modelos y simular ambientes complejos, en su etapa de implementación es de gran utilidad apoyar la transición en la herramienta VSM por lo que es vital conocer y entender los procesos de producción para buscar y proponer estrategias de mejora productiva.
Es un instrumento documental que establece un lenguaje común para una mejor efectividad de los procesos y del personal en el desarrollo de las actividades, de acuerdo con lo anterior podrán focalizar los esfuerzos en los procesos que requieran atención o más fallos.	Estas herramientas documentales pasaran ahora a ser digitales para cuidar el medio ambiente y garantizar el acceso a todos los interesados. Apoyando a futuro esta herramienta con BigData, IoT, Cloud computing, RA, etc.
Value Stream Map tiene como objetivo primordial, “proveer el valor óptimo al cliente por medio de la creación del valor en los procesos y minimizando los desperdicios”	I4.0 igual que el VMS tiene como propósito mejorar la cadena de valor de los productos y procesos.

**Tabla 40**

*Herramienta JIKODA, Aplicación En La I4.0*

JIKODA	INDUSTRIA 4.0
El método “Jikoda2 es una metodología japonesa que tiene como objetivo el autocontrol de calidad a través de un proceso autónomo en caso de irregularidades. Este proceso puede ser manual o automatizado.	El objetivo de la I4.0 es la de mantener los estándares de calidad y los niveles de producción correctos, por lo que requiere de la información de los dispositivos para identificar las irregularidades que se puedan



pero en el caso de ser manual el operario detiene la producción cada vez que detecte un problema.	presentar y realizar las acciones necesarios para garantizar que no se presentara de nuevo la misma dificultad. en este caso Jikoda está inmerso en el objetivo de industrialización.
---	---

**Tabla 41**

*Herramienta SMED, Aplicación En La I4.0*

SMED Cambio rápido de herramientas	INDUSTRIA 4.0
Por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), Es definida como un conjunto de técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de herramientas o maquinas en menor tiempo, Buscando la reducción de desperdicio del tiempo en un digito de minuto. Su propósito es incrementar la capacidad productiva y mayor flexibilidad frente a los cambios de la demanda.	El proceso de industrialización esta sostenido bajo un modelo flexible, lo que permite adaptarse a la demanda del mercado y gracias a la comunicación en cadena de los procesos y dispositivos, se podrá establecer los tiempos de parada de maquinaria y cambios en ordenes de producción. Se estará en la capacidad de fabricar 1 unidad o diferentes lotes de diferentes productos.

**Tabla 42**

*Herramienta POKA YOKE, Aplicación En La I4.0*

POKA YOKE	INDUSTRIA 4.0
Poka-yoke proviene de los términos japoneses Poka “Errores imprevistos” y Yokeru “Acción de evitar” y fue perfeccionada por Shigeo Shingo en 1960, la cual refiere a una técnica o mecanismo de calidad que significa a prueba de errores, esta herramienta fue desarrollada para prevenir la causa de los errores antes de que sucedan, o a hacerlos evidentes para que sean advertidos por los operarios y sean corregidos a tiempo. Su implementación permite una retroalimentación adecuada para la toma de decisiones de manera inmediata y su finalidad es la de eliminar los defectos de un producto previniendo o corrigiendo los errores.	Debido a la comunicación entre máquinas y dispositivos toda la información se recepción en tiempo real, facilitando la toma de decisiones frente a los errores que se puedan presentar. Sin embargo, no todas las empresas tienen sus sistemas operativos conectados por lo que se requiera de la herramienta Poka Yoke para aquellos sistemas productivos donde la colaboración humana es necesaria.  Otra manera de prevenir errores o defectos es simulando dicha actividad, con el objetivo de verificar cambios y tomar acciones frente a lo que aún no se fabrica.

**Tabla 43***Herramienta HEIJUNKA, Aplicación En La I4.0*

HEIJUNKA (Producción nivelada)	INDUSTRIA 4.0
El significado de “Hijunka” significa elevación o transformación en un nivel plano, y su método permite solventar el comportamiento de la demanda del mercado, produciendo en pequeños lotes de diferentes modelos que se procesan en la misma línea de producción, requiriendo tiempos de cambios mucho más rápidos, con entregas a una mayor frecuencia.	Esta herramienta lea está muy relacionada con la fabricación aditiva o impresión 3D. debido a que se fabrican piezas en pequeñas cantidades bajo diferentes tipos de productos. lo que permite tener una relación de Heijunka con los pilares de I4.0 mencionados.

**Tabla 44***Herramienta SISTEMA JALAR, Aplicación En La I4.0*

SISTEMA JALAR	INDUSTRIA 4.0
Esta estrategia consiste en producir solo los productos necesarios para reducir el desperdicio de cualquier proceso de producción. La aplicación de un sistema Pull permite comenzar una nueva orden de producción solo cuando exista una demanda de producto por parte del cliente. De esta manera se reducen los gastos generales y se optimizan los costos de almacenamiento. Por lo que solo se hace uso del material requerido de la operación anterior.	Uno de los retos de la industria 4.0 es presentar ahorros significativos en el proceso productivo. Esto incluye mano de obra, proveedores, logística y clientes los cuales de manera organizada deberán suministrar la información en el tiempo indicado para iniciar la producción requerida. por lo que solo se dispondrá la fabricación cuando se cuenten con los elementos necesario para autorizarla su elaboración.

Teniendo en cuenta los principios de la metodología lean y las herramientas seleccionadas, se expone el siguiente modelo:

**Proceso inicial**

Para el inicio de la adopción a la estrategia se debe tener presente que se requiere una inversión en tiempo, dinero y recursos adicionales para mantener el personal y evitar a futuro

vacíos de conocimiento. Por lo que se debe seleccionar el área o el proceso (identifique sobre las áreas de proceso dirección, marketing, planeación y desarrollo, recursos humanos y producción), que pueda generar un incremento positivo a esas actividades recurrentes que pueden mejorar su velocidad. De igual manera toda la organización debe estar comprometida con la transformación respaldando la operación en todo su ciclo de vida.

Se debe tener la información clara del proceso a mejorar, para iniciar la investigación y el desarrollo de la metodología.

- El seguimiento y apoyo continuo de la dirección durante la etapa de planificación, es clave para orientar el control de las actividades programadas. por lo que deben estructurar informes e iniciativas para las actividades o áreas de trabajo, para realizar seguimientos diarios del avance de la metodología en la que se debe verificar el entendimiento del proceso y del método aplicar. (puede apoyarse en las en diagrama de flujo verificando el alcance de cada herramienta lean).

### **Estándares y procesos estructurados**

- Se debe continuar con la capacitación e invitación a todo el personal, informando los beneficios de adquirir nuevas herramientas que faciliten el desarrollo de sus actividades y potencialicen sus capacidades en la generación de procesos e informes más críticos que permitan buscar mejoras continuamente. También se deben dar a conocer los profesionales, ya que su entorno se convierte en una oportunidad de mejora a adquirir nuevas destrezas y habilidades para el desempeño de su trabajo. (Bajo la metodología lean seleccione la herramienta de trabajo colaborativo y documental que permita su correcto almacenamiento y consulta).

## Procesos

- Se debe informar la valoración inicial o el nivel de madurez actual y hacia que nivel de madurez se pretende llegar. todos deben saber en dónde están y cuál es su ruta de éxito dando a conocer el plan de transformación, los respectivos equipos de trabajo y exteriorizando los objetivos a corto mediano y largo plazo. (identifique el nivel de madurez actual conforme al definido en la figura 29, y explore el nivel a desarrollar).
- Los equipos de trabajo se definen para garantizar la continuidad de las actividades al interior de la organización, en donde se delegan las responsabilidades en las áreas seleccionadas con el propósito de realizar el seguimiento a el resultado del modelo propuesto. Se requiere delegar 1 persona de todos los departamentos ya sea de producción, recursos humanos, planeación y desarrollo. Y estas personas serán las encargadas de dar respuestas a las consultas generadas del modelo para guiar de manera efectiva al cumplimiento de las estrategias planteadas. (bajo la metodología lean proponga células de trabajo o SPP)
- Definir la metodología lean, seleccionando las herramientas que se adecuen en sus procesos buscando la manera de crear disciplina en su adopción.

Con la metodología aplicada, se recopila la información necesaria para identificar cuales herramientas tecnológicas son necesarias para iniciar la implementación del pilar seleccionado. y posteriormente crear una serie de indicadores para poder evaluar el resultado de la herramienta vs lo definido en el plan de trabajo. de esta manera poder cuantificar el rendimiento en tiempo, calidad, productividad, etc. (permita que todo personal este enterado de la evolución de su proceso, el % de efectividad de la metodología aplica)

### **Benchmarking**

Como parte del proceso se debe documentar toda las practicas establecida para la ejecución de las actividades, realizando un histórico de las actividades que en algún momento aportaron valor a la operación. (cree estándares, y la documentación necesaria para delimitar el alcance de las actividades y permita el acceso a su consulta)

### **Optimización**

- Iniciar la transición de la metodología lean a la industrialización, evaluando y documentando donde se ejecutan las mejoras y en qué áreas no se ve un aporte para centralizar esfuerzos en potencializar esa área o proceso. Tener como referencia el nivel de madurez que se requiere para pensar en un modelo de manufactura sostenible.
- Mantener una evaluación periódica desde el área de planeación y desarrollo verificando las áreas de mayor impacto y las nuevas oportunidades de mejora en las que se debe continuar adaptando y probando para llegar a la excelencia operacional deseada. (realice el monitoreo y control apoyándose en las herramientas de lena manufacturing, verificando que todas las áreas o procesos estén trabajando sobre la misma metodología)

## **5.8 Matriz De Integración De I4.0**

Para facilitar a las empresas de manufactura la selección de los pilares de la industria 4.0, se diseñó una matriz de integración, en donde que podrá consultar, la metodología lea manufacturing que apoyada en la herramienta de las 5m acota las áreas o procesos en los que puede aportar la metodología seleccionada. Adicionalmente se elige el nivel de influencia de las herramientas lean vs su aplicación en cada pilar tecnológico para finalmente definir por estrato y o tamaño de empresa cual sería el nivel de madurez inicial y el óptimo a desarrollar.

Partiendo de la clasificación realizada para los 3 niveles de madurez mencionados en la figura 29. Se establece por estrato una serie de metodologías que pueden ser implementadas para posteriormente buscar su alineación a los objetivos propuestos.

La matriz resultante, está directamente relacionada con el nivel de adaptación actual de las industrias al uso de las herramientas lean en cada proceso productivo. Son usadas con el propósito de generar una pauta para llegar a cierto nivel de madurez garantizando un correcto uso en la herramienta de selección. La cual fue diseñada para mejorar la velocidad de elección de uno o más pilares que permitan mejorar las condiciones iniciales de una organización bajo la estructura de gerencia de proyectos.

La metodología lean usada en la matriz se encuentra apoyada en el uso de la metodología de las 5M la cual se complementa con la adquisición del registro o demanda de maquinaria, mano de obra, método, medio ambiente y materia prima para entender cuáles serían los recursos o herramientas requeridas para iniciar la adopción de industrialización. Que facilitara la ubicación en el nivel de inicio para pensar en implementación de I4.0

Durante la investigación se logró validar el porcentaje actual del uso de las tecnologías, donde 51 empresas con un 43.1% registraron un uso básico con la red de internet debido a la nueva modalidad de trabajo remoto generada por la emergencia sanitaria y a la instalación de dispositivos o sensores para ejecución de tareas a través de una dirección IP. Por consiguiente, se analizó el entorno de los procesos productivos recurrentes, seleccionando las herramientas lean más efectivas en búsqueda de beneficios para la adaptación de las nuevas herramientas tecnológicas.

Para la selección del pilar de I4.0 se tuvo en consideración el tipo de proceso, la inversión en recursos y su finalidad en cuanto a productividad, buscando fortalecer las áreas de la

organización, con un impacto positivo y constante que aporte fundamentalmente crecimiento y maduración del pilar seleccionado. Cada pilar se encuentra valorado con un nivel de jerarquía que indica la categoría de su aplicación para asegurar la transición del proceso.

La asignación de cada (+) fue generada para cada pilar, con el objetivo de informar cual es el nivel de aporte necesario (+) mediano (++)o mayor(+++) para guiar de manera consecutiva el uso de pilares necesarios para evolucionar paso a paso y buscar mejoras en la modificación o eliminación de un proceso existente para lograr un resultado más ágil o de mayor calidad.

El nivel de madurez definido por las características de las empresas de la provincia fue asociado al instrumento de investigación y según el fundamento teórico de cada pilar, se calificó con el grado de importancia e interés generado por las empresa de la manufactura relacionando el interés entorno al tipo de producción (continua o en serie) , la forma de producción (automatizada o manual) y el tipo de maquinaria (automática o manual), buscando orientar el objetivo de industrialización a procesos autónomos que faciliten el desarrollo de la manufactura conectada ,incentivando a través de la investigación y el desarrollo el uso de nuevas tecnologías para la generación de valor, buscando fortalecer la comunicación a un nivel organizacional para fortalecer la visión estrategia del negocio.

Figura 33

## Matriz De Integración A 14.0

	5M	PILARES DE LA INDUSTRIA 4.0										Nivel De madurez
		Big data y analytics	IoT	cloud computing	Sistemas de integración vertical y horizontal	Cibersseguridad	Simulación	Fabricación aditiva o impresión 3D	Robots autónomos	Realidad aumentada		
LEAN MANUFACTURING												
	Kaizen	M-Me-Mo-Mp	+++	+	++	+++	+	+	+	+	+++	1
	Estandarización de trabajo	M-Me-Mo-Ma	+++	+++	+++	++		+	+	++	+++	1
	5S - Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuk	M-Me-Mo-Ma-Mp	+	+	+	+	+	+	+	+	++	1
	TQM -Total Quality Management	M-Me-Mo-Ma-Mp	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1
	TPM	M-Me-Mo	+	+	+	+	+	+				2
	Kamban	M-Mo-Mp	+	+		+				+		2
	Takt time	M-Me	+++	+	+	+++	+		+		+	2
	SPP Sistemas de participación del personal	M-Mo	+			+						2
	ANDON	M-Mo	+	+	+	+						2
	Células o módulos de trabajo	Me-Mo	+		+	+						2
	VSM Value stream mapping	M-Me-Mo	+			+		+				3
	JIDOKA Verificación del proceso	M-Me-Mo-Ma	+++	+	+++	++	+	+	+	+	+	3
	SMED Single Minute Exchange of Dies	M-Mo-Mp	+		+				+			3
	Poka Yoke	M-Mo	+	+		+		+		+		3
	Heijunka	M-Mo_	+++	+++	+++	+++	+	+	+		++	3
Sistema Jalar - Pull	M-Mo	+			+		+				3	

+++ Mayor aporte	++ Mediano aporte	+ Aporte necesario
Nivel de madurez bajo	Nivel de madurez medio	Nivel de madurez bajo
Empresa pequeña y microempresa	Empresa Mediana	Empresa grande

La provincia sabana occidente está distribuida en 8 municipios, unos con una mayor participación en el sector manufacturero, por lo que se establece el manejo de la información de la matriz bajo estas premisas:

Empresas pequeñas y micro: Empresas del sector pueden o no invertir en tecnología, lo importante es su visión al futuro respecto a su supervivencia e investigación a nuevos mercados, Puede desarrollar su negocio de una forma más eficiente aplicando los pilares de la industria 4.0 como BigData y el internet de las cosas en sus actividades cotidianas para buscar una adaptación a los requerimientos de los consumidores. Estas herramientas podrán ayudar a realizar un análisis



de su competitividad debido a que las dos herramientas trabajan de forma paralela , generando un indicador del número de clientes que visitan sus instalaciones por día , detallando cuáles de esos clientes visitan su empresa habitualmente, e informando cuales de esos clientes son potenciales o estratégicos, y de esta manera seguir investigando y analizando un poco más a profundidad como en sus intereses e intervalos de compra para estar preparado a esa demanda , su geolocalización por si a futuro se piensa integrar una logística para el envío de los productos a la puerta de su casa , porque son infinitas las posibilidades de desarrollo para las pequeñas y micro empresas que pueden mejorar su potencial apalancándose en las propuestas desarrolladas en el plan de desarrollo. De esta manera pueden implementar las metodologías propuestas en el nivel de madurez 1, para la sección de empresa pequeña y micro, eligiendo según su actividad económica las herramientas lean que más le aporten o favorezcan al desarrollo de sus objetivos organizacionales.

Empresas Medianas: Las empresas medianas por su fuerza laboral, ya conocen el desarrollo de un trabajo colaborativo, por lo que ya tienen como base el uso de Big data y de dispositivos o sensores conectados a una IOT. Estos dos pilares son la base para la implementación de la I4.0, teniendo claro su necesidad en este tamaño de empresa , se inicia la protección de la información que incluye toda la información que genera la empresa y que se almacena para realizar los análisis y estrategias de mercado en donde nos podemos ayudar con el almacenamiento de la información en la nube para que podamos tener una respuesta en tiempo real y un almacenamiento dedicado a las actividades que se generan de los sistemas de integración vertical y horizontal, que son los que gestionan y administran las operaciones en las empresas, el CRM y el ERP , permiten realizar una conexión de los procesos con un dominio centralizado de la operación .

Debido al almacenamiento de la información en la nube, los riesgos asociados a la pérdida o ataques para la adquisición de la información genera inseguridad , por lo que se adiciona el pilar de cloud computing , que nos permite mantener , y salvaguardar la información, La industria mediana tiene un departamento de ingeniería o de planificación y desarrollo , en donde puede simular la fabricación de un producto ,identificar mejoras en un producto existente antes de realizar su lanzamiento, con el propósito de medir su impacto y tomar decisiones frente a los comentarios o expectativas de los consumidores , de esta manera los 5 pilares garantizan una conexión segura entre los proceso donde se puede iniciar una arquitectura de datos conectada en todas las áreas del proceso.

Pueden implementar las metodologías propuestas en el nivel de madurez 2, para la sección de empresas medianas, seleccionando según su actividad económica las herramientas lean que le aporten al desarrollo de sus objetivos organizacionales. Teniendo en cuenta las herramientas operativas que agregarían mayor valor a su estrategia.

Empresas Grandes: Las grandes empresas hacen uso de los 5 pilares mencionados en la pequeña y mediana empresa, pero son la base para iniciar una transformación a un nivel de automatización más operativo y autónomo , por lo que las empresas de la provincia deben enfocarse en fortalecer los procesos automatizados y en realizar las conexiones entre procedimientos para alcanzar una comunicación general que favorezca el desarrollo de análisis para buscar mejoras en reducción de tiempos, reducir fallas y monitorear avances . Estas posibles soluciones deben generar menor reducciones de impacto al ambiente por lo que se requiriera del proceso de investigación y desarrollo para buscar soluciones que mejoren la calidad del ambiente y de la población en general.

En este tamaño de organización se pueden aplicar todos los pilares de la I4.0 siempre y cuando aporten mejoras en los procesos o en el planteamiento de estrategias futuras. el análisis de uso de cada herramienta dependerá de la necesidad de la empresa para buscar optimizar recursos, tiempos, maquinaria etc. Las herramientas aplicadas deben ayudar a fortalecer las áreas de Ventas, marketing, Recursos humanos, Producción y dirección buscando una nueva manufactura conectada a través del cubrimiento de las áreas de mayor impacto en la organización.

## 5.8 Resultado Juicio De Expertos

Una vez elaborado el instrumento, se procede a solicitar la revisión de expertos cuya experiencia, nivel educativo y formación acreditan su nivel de conocimiento para evaluar el enfoque de la investigación y su aporte a la sociedad.

### 5.8.1 Valoración de la Matriz De Integración De I4.0

Para dar cumplimiento al cuarto objetivo de la investigación, se realizaron 3 consultas a 4 expertos pertenecientes a la Universidad Militar Nueva Granada, para validar si los aspectos tenidos en cuenta para el desarrollo del trabajo de grado cumplen con las expectativas de la investigación cuyo alcance corresponde a el “Diseño De Un Modelo De Gestión De Proyectos Con La Integración De Industria 4.0 Para Mejorar La Productividad De La Industria Manufacturera En La Región Occidental De La Sabana De Bogotá “

1. Presentación de la matriz, tiene como propósito, La correcta selección de los pilares de la Industria 4.0, que soportadas sobre la madurez de las metodologías lean manufacturing y el modelo de gestión de riesgos de las 5M, faciliten la adquisición de conocimientos para adquirir y seleccionar el nivel de madurez actual y requerido según el tamaño y necesidades de una empresa de manufactura. ¿Según la imagen presentada, considera que es claro el propósito de la matriz? Como se puede denotar en la figura 32.

RTA 1. Experto 1-2-3 y 4

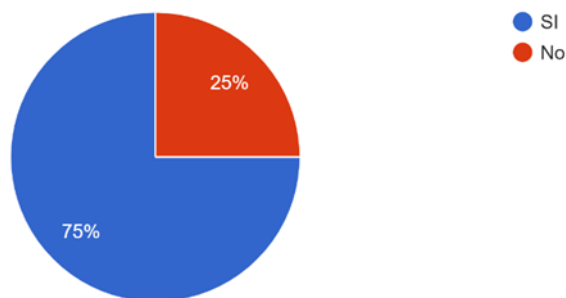
Como resultado de la primera consulta el 75% de los encuestados confirma de manera positiva, que si considera que es clara el propósito de la matriz que consiste en la correcta selección de los pilares de la Industria 4.0, que soportadas sobre la madurez de las metodologías lean manufacturing y el modelo de gestión de riesgos de las 5M, faciliten la adquisición de

conocimientos para adquirir y seleccionar el nivel de madurez actual y requerido según el tamaño y necesidades de una empresa de manufactura. Como se puede observar en la figura 33.

Mientras que el 25% sugiere que no es clara. sin embargo, esta respuesta es consecuencia de una sugerencia que realiza el experto en donde expone una visión más amplia de lo que para él puede ser más comprensible. 4 respuestas

### Figura 34

Valoración De La Matriz De Integración De Industria 4.0



2. Apreciaría sus observaciones frente a la matriz presentada, con el propósito de establecer una herramienta que facilite el uso de los pilares tecnológicos en cualquier tamaño de empresa. 4 respuestas

RTA 2- Experto 1: La matriz permite identificar su objetivo claramente. Por otra parte, tomando en cuenta la realidad en la producción colombiana, hay un alto porcentaje de empresas que operan sin siquiera un computador. ¿Quisiera saber, estás teniéndolo en cuenta? Desde mi experiencia, cómo Máster en Logística Integral, en la cual hice la tesis titulada "Caracterización de la Cadena de Suministro a empresas de Automatización en Bogotá", en la cual desarrollé un modelo SCOR y lo evalué a través de Lógica Difusa, considero y he venido encontrando carencia de interés en la modificación de operaciones o implementación de las tecnologías de la

I4.0 por parte de los empresarios colombianos. Encuentro como tu trabajo como un buen medio para la reducción del desinterés.

RTA 2- Experto 2: Estoy de acuerdo con la matriz resultante, no realizaría cambios, ya que está enfocada el objetivo de la investigación.

RTA 2- Experto 3: La metodología propuesta permitió identificar las prácticas más usadas por los autores consultados de lean manufacturing, con lo cual se estructuró un modelo ajustado a las prácticas más efectivas para reducir las mudas, de tal manera que el flujo de producción sea más ágil. El modelo propuesto de la metodología de implementación de lean manufacturing se desarrolló con el uso de las herramientas IDEF0, adaptadas al contexto industrial en Colombia, y es consecuente con los aspectos funcionales propios de las prácticas y herramientas de lean manufacturing las cuales se requieren para lograr que el paso a paso de la implementación y la integración visual y funcional de ellas por medio de la gestión de procesos de negocio [BPM] se configure como un arreglo ordenado, lógico y que visibilice los componentes del modelo. De esta manera, se identifican cuáles son los elementos de entrada que alimentan el proceso, a su vez, se establecen los mecanismos de soporte para la gestión de dicho proceso y también se describen los controles o restricciones que tiene este. Así, finalmente, se indican cuáles son las salidas o los resultados del proceso actual. De acuerdo con lo anterior, hacer visibles las relaciones e interacciones del modelo genera un factor de cohesión con la metodología propuesta, dado que dirección a la secuencia de pasos desde la identificación de las características expuestas en los puntos críticos asociados a la reducción de desperdicios, ajustes, estandarización y demás aspectos que inciden o impactan en el negocio. Bajo este marco de referencia, se establece la retroalimentación de cada proceso asociado con la implementación y el modelo, cada líder de área, sobre la base de Kaizen, puede incluir herramientas que van desde el

control estadístico, indicadores y gráficas que permiten a los operarios conocer de primera mano la retroalimentación sobre las mejoras efectuadas. Por otra parte, el equipo de mejora deberá organizar unas reuniones periódicas para socializar los avances, las mejoras o los ajustes realizados. De ahí que, recomiendo que: El éxito de cualquier proyecto de mejoramiento depende del compromiso de los empleados y la continuidad de la gerencia en las etapas de planificación, seguimiento y toma de acciones, la ventaja de manufactura esbelta radica en el poder de generar resultados con pocas semanas de implementación y en la creación de un espacio de interacción productiva entre trabajadores y directivos fortaleciendo el desarrollo de ideas y facilitando la implementación de los cambios.

Lograr que la filosofía Lean se vuelva parte vital del sistema organizacional, que los empleados la apliquen en cada una de sus acciones e integren de igual manera a cualquier personal nuevo. Que el personal del taller se sienta empoderado para tomar acciones de mejora referente a sus actividades cuando sean necesarias.

Determinar personas encargadas del control de las propuestas a fin de que se realice un seguimiento que puedan detectar posibles oportunidades de mejora de forma oportuna en caso de que no se estén realizando las actividades propuestas y para mostrar resultados del avance de estas. Capacitar al personal involucrado sobre la importancia de los equipos y herramientas como recurso para la consecución de los objetivos del área, y que por tanto su correcto uso y mantenimiento efectivo ayudaran al desarrollo y crecimiento de la empresa.

RTA 2- Experto 4 Sería una buena opción simplificar la matriz o dividirla. De igual manera colocar una breve descripción o explicación para entender cómo se obtienen los valores finales de madurez.

3. Sobre las herramientas de Lean Manufacturing seleccionadas, considera usted, ¿que están todas las requeridas para mejorar los procesos productivos al interior de las empresas? o debería incluir algo más? 4 respuestas

RTA - Experto 1: Considero que están las necesarias

RTA - Experto 2: Encuentro las herramientas precisas. Por este momento no veo requerimiento de alguna otra.

RTA 3- Experto 3: Se encuentran las herramientas principales, si fuese necesario agregar otra, podría realizarse como una subcategoría no a priori, así no habría que modificar la matriz presentada.

RTA 3- Experto 4. Se deberá incluir: SMD: Esta es una técnica cuyo principal objetivo es reducir el tiempo que tardan los empleados en cambiar el utillaje de herramientas y máquinas. Gracias a él se pueden fabricar lotes pequeños, lo que supone un gran punto a favor para adaptarse de forma precisa a cualquier tipo de imprevisto que surge durante el proceso productivo.

HOSHIN KANRI: Esta es una herramienta que permite alinear los objetivos de la compañía en su conjunto con el trabajo que se lleva a cabo en el taller. De esta manera, cada una de las acciones que tiene lugar en el taller supone un paso más para que la empresa alcance sus objetivos. Favorece en gran medida la comunicación entre los mandos y los empleados y mejora la productividad ya que todas las partes tienen una dirección clara.

### ***5.8.2 Conclusiones De La Valoración***

Para dar respuesta a las sugerencias realizadas por los expertos en cada una de las consultas, se realiza una verificación en el documento, indicando si se encuentran ya



relacionadas o si por el contrario se deben incluir como soporte para sustentar las recomendaciones realizadas.

Como conclusión de la primera consulta, el presente trabajo de investigación se desarrolla con el propósito de establecer mecanismos de implementación que permitan adoptar de una manera asertiva, la selección del pilar según el tamaño de empresa, por esta razón atendiendo todas las consideraciones para la primera consulta el 75% está de acuerdo con que la matriz propuesta cumple con el objetivo de la investigación.

Para la segunda consulta, hay un alto porcentaje de empresas y personas que operan sin siquiera un computador. ¿Quisiera saber, estás teniéndolo en cuenta? La respuesta es sí, se considera dentro de la investigación que en la sabana occidente y Cundinamarca existen aún personas de áreas rurales y urbanas que no cuentan aun con acceso a internet. Porque sus actividades comerciales están asociadas a empleos del comercio minorista o al comercio al detal. No obstante, de acuerdo con los indicadores básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación. El principal no uso del internet, se debe a un 16% por altos costos del servicio, 13.3 % no existe aún, una total cobertura de operadores telefónicos para ciertas áreas, y 28,3% lo que genera una barrera un poco más compleja y refiere a la falta de capacitación para el uso de los computadores o nuevas tecnologías. De esta manera se hace innecesario la adquisición de computadores o equipos. Parte de plan de desarrollo departamental habla sobre la inversión de unos 35 mil millones de pesos para nueva infraestructura que fortalezca la autopista digital de Cundinamarca. de esta manera el cubrimiento llegaría a ser total para mejorar no solo la conectividad para fines empresariales, sino también para fines educativos. Es necesario tener en cuenta que el proceso de transformación digital aplica para

cualquier tamaño de empresa y sector, por eso en la matriz desarrollada se presenta una guía para el identificar el nivel de conectividad deseado y el nivel inicial.

Adicionalmente como un cambio tecnológico en los procesos de actividad comercial, la constitución política de Colombia en el DECRETO 2242 DE 2015 se reglamentan las condiciones de expedición e interoperabilidad de la factura electrónica, con fines de masificación y control fiscal. Definiendo la factura electrónica como un documento de soporte para la compra de bienes o servicios. lo cual estableció un cambio casi de manera inmediata para que los empresarios iniciaran su proceso de emisión de una factura digital, motivo por el que las empresas migraron en un término de 2 años a involucrarse en procesos más ágiles, sistematizados controlados bajo un concepto de conciencia ambiental.

Con respecto al desinterés de los empresarios puede surgir de factores externos a sus actividades comerciales como la falta de infraestructura y orientación tecnológica, y esto puede ser consecuencia de la falta de prestación del servicio de internet con una calidad y velocidad mayor. Como también puede ser el resultado de buscar mejoras en procesos productivos a corto plazo, lo que puede generar el conformismo como se refleja en el trabajo de investigación. Que pudo evidenciar que los empresarios realizan mayores contrataciones para incrementar el nivel productivo, y no el nivel investigativo. Lo que imposibilita crear, desarrollar e innovar en nuevos productos y/o mercados.

El trabajo de investigación pretende generar herramientas que faciliten de manera acertada, la selección de un pilar tecnológico, para que, de forma estratégica y efectiva a través de su uso, se establezca una base sólida para incorporar a futuros o nuevos pilares hasta cimentar una manufactura conectada.

La tercera sugerencia, se refiere a la metodología IDEFO, como una metodología alternativa. sin embargo, la implementación de industria 4.0 está conectada tanto en proceso como en modelo, gracias a los beneficios del internet de las cosas. De este modo dentro de la investigación se plantea un modelo de selección de herramientas (lean manufacturing) que de manera conjunta crearán una base sólida para determinar las entradas y salidas de un proceso con una evaluación de mejora continua permanente.

Para obtener los valores finales de madurez, se estableció una tabla de valores en la que se identifica la inversión inicial en infraestructura y en mano de obra calificada de I+D, en la que se puede sugerir la ubicación actual y la deseada para que sea parte del objetivo antes y durante la fase de planificación y de desarrollo. El nivel de madurez que se refleja en la matriz esta discriminado en la figura 29. y ubicada según el orden como grande (3), mediana (2) y pequeña / microempresa (1).

Sobre la tercera consulta: Los encuestados presentan afinidad y confirman que las herramientas de lean manufacturing están seleccionadas de manera precisa, y ante la sugerencia de un experto de adicionar SMD y HOSHIN KANRI, se puede justificar visualizando en la matriz resultante de la investigación, que se encuentran incluidas de manera general como SMED y Células o módulos de trabajo. De acuerdo con lo anterior las herramientas de lean manufacturing estarían en su totalidad aportando a través de sus metodologías generación de valor en los procesos establecidos para afrontar los retos operacionales y adquirir una mayor probabilidad de éxito en la inmersión a la industria 4.0.

## Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

Debido a la influencia de la emergencia de salud pública COVID-19 y a las presiones imprevistas causadas por la rápida transformación y evolución a las nuevas tendencias globales, las empresas de la sabana occidente iniciaron su proceso de transformación estableciendo como primera medida la implementación de teletrabajo, como opción al aislamiento preventivo, generando a la fecha; una nueva dinámica laboral. No obstante, estos cambios se venían vislumbrando con la implementación de la cuarta revolución industrial o I4.0. términos que se mencionaban de manera reiterativa en los planes de transformación digital del gobierno nacional.

Actualmente la Industria 4.0 se define, como un nuevo modelo o estrategia de acción que, al integrarse con nuevas tecnologías, facilita el avance de un proceso, centralizando todas las actividades repetitivas de una organización, en un desarrollo automatizado y controlado que de manera paralela establece metodologías de investigación y desarrollo, necesarias para diseñar y proponer nuevas mejoras productivas en beneficio de la empresa y de la calidad de vida de sus empleados .El proceso de transformación es único para cada empresa y dependerá de las necesidades de cada organización para ir evolucionando e impulsando un nuevo entorno laboral.

De aquí nace la necesaria incorporación de nuevos perfiles profesionales, y la mayor asesoría y dirección de expertos en proyectos, que, con su visión global y su alto grado de responsabilidad y competencias, aporten significativamente en la transformación de la manufactura. logrando una mayor eficiencia e innovando progresivamente, para evolucionar las tendencias productivas del sector de la manufactura en la región occidental de la sabana de

**Bogotá D.C,**

Como conclusión de los objetivos propuestos:

El análisis de la estructura, características y evolución del sector industrial o caracterización de la sabana occidente, fue construida a partir de la información obtenida por la Cámara de comercio de Facatativá y a través del estudio socioeconómico de la provincia sabana occidente. En donde se pudo evidenciar el potencial de los ocho municipios en cuanto a infraestructura, transporte, servicios públicos, conectividad e infraestructura TIC y producción agrícola. Su actividad económica se concentra en 4 municipios, los cuales abastecen a toda la provincia suministrando los productos al interior y a otras provincias para mejorar su costo de vida. Actualmente tiene un cubrimiento parcial en educación superior que no ha permitido incrementar el desempeño laboral de las actividades industriales, debido a que la especialidad de los programas se enfoca al desarrollo de actividades administrativas, financieras y agrícolas. pensando en mejorar las habilidades en la creación de microempresas para la activación del comercio. Es de resaltar que la provincia ha tenido un avance significativo en crecimiento industrial y que se ha venido preparando tecnológicamente en mejorar las condiciones de su población para este cambio necesario de industrialización.

Al ejecutar la valoración de I+D al interior de las empresas, se pudo concluir que, aunque todas tienen un sistema jerárquico definido y hay áreas estructuradas de I+D, solo están enfocadas en su gran mayoría en buscar las mejores prácticas sobre los productos existentes que han mantenido la producción en curso, desarrollando planes a corto y mediano plazo para solventar las necesidades del momento. Pero es determinante el buscar mejoras a largo plazo que permitan adquirir cierta preparación ante cualquier cambio, fortaleciendo las empresas en crear

productos con verdaderos cambios que generen impactos positivos a la sociedad y al a medio ambiente enfocando de manera permanente a la creación de una cultura de e-learning que fomente en todo momento al interior de la organización el aprendizaje continuo para mejorar la ruta de éxito.

La industria 4.0 tiene el potencial para mejorar las condiciones del entorno de trabajo y para ello se seleccionaron los pilares acordes a cada tamaño de empresa estableciendo los parámetros bases que se requieren para el inicio de la transformación. Es importante aclarar que la provincia tiene como objetivo el desarrollo de empresas e industrias sostenibles que contribuyan de manera continua con el desarrollo económico y social de la región por lo que los pilares adaptados con mayor impacto y necesidad de implementar es Big Data , IOT y iCloud computing , los 3 pilares facilitan el desarrollo de procesos inteligentes para fortalecer los procesos y desarrollar nuevas ventajas para continuar vigentes y competitivos frente a los nuevos mercados y esto dependerá de la calidad de los análisis que se realicen sobre la adquisición de la información adquirida a través de dispositivos , máquinas y procesos por lo que se debe tener presente que el proceso de industrialización fomenta de manera integral el mejoramiento de la cadena valor y la cultura organizacional proyectando las siguientes aplicaciones:

- La Industria 4.0 busca interrelacionarse de forma autónoma para brindar excelencia en el servicio por medio de la integración de maquinaria y procesos.
- La inclusión de las empresas a la nueva forma de operar requiere transmisión de información que habilite el entendimiento y la práctica de la nueva modalidad de ejecutar actividades productivas.
- Las empresas deben tener una preparación previa a su solicitud para iniciar en esquemas de industria 4.0, así garantizar su desarrollo en un nuevo módelo productivo.

- El personal o fuerza laboral debe poseer conocimientos tecnológicos tanto para áreas administrativas como operativas, así como la disposición de alcanzar nuevos conocimientos y habilidades que permitan desarrollar las actividades eficientemente.
- El proceso de investigación y desarrollo debe cimentar la adquisición de nuevos servicios y productos, analizando desde el punto de vista tecnológico y sustentable su aporte a la sociedad.
- La administración de proveedores y clientes deben operar bajo cadenas integradas y sincronizadas. donde los resultados exponen el ambiente propicio para implementar procesos automatizados que por medio de sensores y/o datos genera un análisis, para una mejor toma de decisiones.
- Impacto en innovación, en el sentido que la metodología permite el proceso de investigación y desarrollo de nuevos escenarios para fomentar áreas de mejora productiva en toda la cadena de valor.

Al evaluar el modelo metodológico de inmersión sobre el uso de nuevas tecnologías se pudo evidenciar que la implementación de la industria 4.0 en la provincia, debe ser un esfuerzo conjunto que facilite su aplicación según el tamaño de empresa, nivel de infraestructura., y nivel de cobertura de los servicios de internet, El proceso de industrialización debe iniciar para recuperar de manera exitosa el tiempo de aislamiento, producto de la emergencia de salud. por lo que se debe establecer una participación progresiva y activa de la industria dentro de la estructura productiva del departamento por lo que el resultado de la matriz es un punto de partida disponible para llevar a cabo la selección y uso de los pilares tecnológicos.

### Recomendaciones:

Estamos iniciando la inmersión de industria 4.0 en Colombia, cuando ya se habla de industria 5.0 en países europeos, en donde fabricantes tecnológicos, buscan un nuevo paso, para seguir innovando. Muy seguramente la sabana occidente de Bogotá, se preparará, estudiará y aplicará como recuperar su nivel de producción post pandemia, adoptando y asimilando las propuestas que trae consigo la I4.0 como el punto de partida a una manufactura conectada. Por lo que se recomienda iniciar en el estudio de esta nueva propuesta de industrialización para continuar competitivos frente a los nuevos desarrollos y propuestas de mejora.

Actualmente no hay duda, que gracias a los pilares de la industria 4.0, las tecnologías han evolucionado en beneficio del cliente y la industria, Sin embargo, la clave de su implementación se centra en la ciberseguridad. Está demostrado que la seguridad es un ‘must’ en cualquier ámbito industrial y que todas las inversiones tecnológicas deben ir acompañadas de sistemas robustos que impidan el robo de la información o que expongan la privacidad o la actividad de las empresas manufactureras en la región occidental de la sabana de Bogotá D.C, Por lo que se recomienda profundizar en este pilar fundamental para establecer una infraestructura solida frente a amenazas digitales. También se debe verificar el nivel de infraestructura tecnología, la cual debe soportar y cumplir con los requerimientos necesarios para suplir la demanda y la interconexión de procesos, por lo que se debe contar con un departamento de IT, que pueda respaldar las exigencias de la recopilación de la información a través de los protocolos de comunicación.



Las empresas de la sabana occidente de Bogotá, se enfrentaran a cambios en infraestructura vial debido a los proyectos de inversión aprobados por el gobierno nacional como el Regiotran , que facilitaran los accesos a los municipios de las provincias , los cuales también consumirán parte de la infraestructura actual tanto en conectividad como en infraestructura física y de datos , por lo que se debe robustecer la red móvil , a redes de cuarta o quinta generación que mejoren la velocidad de conexión, permitan mayor conectividad de dispositivos y usuarios a la red y que ratifiquen una cobertura total de la provincia .

La sabana de Occidente de Bogotá debe mejorar su nivel de conectividad entre municipios, con el propósito de transferir información y conocimiento que fomente el desarrollo en los municipios donde aún no se establece un gran impacto industrial generando en las pequeñas y grandes empresas la necesidad de desarrollar procesos conectados para forjar crecimiento tecnológico y buscar nuevas oportunidades que permitan competir con mercados globales.

Desde otro contexto, es necesario que las empresas manufactureras de la sabana de Bogotá D.C, tengan en cuenta los marcos sociales, políticos y éticos que la sociedad necesita para realizar un uso adecuado de estas tecnologías. Formando ciudadanos de bien con perfiles profesionales gerenciales, dispuestos a innovar y sacar todo el provecho de la nueva revolución industrial, a la vez, que generen alianzas estratégicas con empresas industriales que permitan adquirir experiencia con empresas de países industrializados que faciliten la exploración de nuevas ventajas competitivas para el desarrollo y sostenibilidad del sector.

No cabe duda de que el cambio de tecnología es continua y que va a una velocidad incalculable , lo importantes es hacer un buen uso de los nuevos habilitadores tecnológicos, que de una manera ética , permita beneficiar , social , económica y ambiental , centrandó su objetivo en proponer una mayor eficiencia energética y una disminución en desperdicios y contaminación, de esta manera aprovechar la tecnología , para innovar en nuevas propuestas que regeneren conciencia en la sociedad para mejorar la calidad de vida disminuyendo la huella de carbono , realizando una gestión apropiada de los residuos utilizando materiales reciclables o biodegradables y buscando propuestas de mejora para un mejor uso adecuado del agua o sustitución . de esta forma buscar estrategias que de forma colaborativa permitan estructurar una nueva industria sostenible.

## Referencias

“La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza. Estudios de casos, Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/95) (2018).

Aguilar, L. J. (2018). *Industria 4.0 La cuarta revolucion industrial* . Bogota: Alfaomega colombiana S.A.

ANDI. (2015). *Estrategia para una nueva industrializacion*. (B. M. Restrepo, Ed.) Bogotá, Colombia: La casa Lineto.

ANDI. (2017). *Estrategia para una nueva industrialización II* (Bruce Mac Master ,Iimelda Restrepo ed.). Bogotá: Casa lineto.

ANDI, L. A. (2020). *Balance 2019 y perspectivas 2020 para la ANDI*. Bogota: Andi.

Ángel, D. A. (2 de 7 de 2016). Los Tiempos Modernos de la Productividad. *Acuerdos- Revista Derecho Económico Internacional*, 11. Obtenido de [http://acuerdosrevista.mincit.gov.co/images/Ed\\_4/pdf/a1.pdf](http://acuerdosrevista.mincit.gov.co/images/Ed_4/pdf/a1.pdf)

Ángel, J. E. (2016). *PLAN DE DESARROLLO CUNDINAMARCA - unidos podemos mas 2016-2020*. Cundinamarca : Gobernacion de cundinamarca .

Barragan, R. (2003). *Guia para la formulacion de protectos de investigacion* . Bolivia: Offset Boliviana Ltda .

Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*.

Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo BID.

Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (s.f.). *Industria 4.0 - fabricando el futuro*.

Argentina: Banco interamericano de desarrollo BID.

Caimán, P. J., Gilede, J. D., & Giraldo, D. C. (2018). *INDUSTRIA 4.0 Y TENDENCIAS EN*

*LA INGENIERÍA INDUSTRIAL. XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial:*

*Actualidad y Nuevas Tendencias 2018* (pág. 10). Bogota: Red Internacional de

Investigadores en Ingeniería Industrial <RedI4> y la Universidad Militar Nueva Granada

(Col.

CCF, C. d. (2019). *Socio Economico 2019 - Noroccidente Cundinamarquès*. Facatativa:

Dirección de Desarrollo Institucional-Dirección de Promoción y Desarrollo.

CONPES 3975, C. N. (2019). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL*

*E INTELIGENCIA 3975*. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN ,

Bogotá. Obtenido de [https://www.mintic.gov.co/portal/604/articulos-](https://www.mintic.gov.co/portal/604/articulos-107147_recurso_1.pdf)

107147\_recurso\_1.pdf

contributors, D. I. (2018). *The Industry 4.0 paradox*. United States: Aditi Rao, Junko Kaji,

Blythe Hurley, Rupesh Bhat, and Abrar Khan.

DANE. (2019). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica*. Bogota : Departamento

Administrativo Nacional de Estadística.

Dankhe, G. L. (1986). *Investigacion y comunicacion* . Mac Graw Hill.

Delgado, A. (2016). Digitalízate cómo digitalizar tu empresa. En A. Delgado, *Digitalízate cómo digitalizar tu empresa* (pág. 293). Ecoe ediciones Ltda .

Excellence, I. (2020). *ISOTools Excellence*. Obtenido de ISOTools es la plataforma tecnológica:  
<https://www.isotools.org/soluciones/procesos/kpis-indicadores/>

Gonzalez, D. M. (2017). *La industria 4.0 en Alemania* . España: Oficina economica y comercial de la embajada de España en Berlín.

González, D. M. (2017). *La industria 4.0 en alemania Diciembre 2017*. Berlin : Icx.

Grinnell, R. (2018). *Social Work Research and Evaluation: Foundations of Evidence-Based Practice (Inglés) 11th Edición*. Oxford : Eleventt Edition.

hernandez, J. c., & vizan, A. (2013). *Lean manufacturing conceptos técnicas e implantación*. Madrid: Fundacion EOI.

MINCIT, M. d. (2020). *Perfiles Económicos Departamentales*. Ministerio de comercio industria y turismo, Cundinamarca. Cundinamarca: Oficina de Estudios Económicos. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=5382c2c2-7959-4304-b59e-ae0600e29391>

MINCOMERCIO. (6 de 6 de 2019). *Ministerio de Comercio, Industria y Turismo*. Obtenido de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo:  
<https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/industria/gobierno-expide-nueva-clasificacion-de-empresas-a>

- MONTAÑEZ-CARRILLO, L. y.-G.-P. (2017). A PROPÓSITO DE LOS MODELOS DE MADUREZ. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XXV (2), 20.
- Moreno, J. C. (2015). Indicadores de innovación tecnológica en el sector industrial colombiano. *Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia*, 16.
- Norton, K. R. (1996). *The Balanced ScoreCard: Translating Strategy into Action*. Boston: Harvard Business School Press.
- OIT, O. I. (2017). *Orientaciones de la OIT para la planeación estratégica para el cumplimiento de inspecciones de trabajo*. Switzerland: International Labour Office .
- Philip, K., Hermawan, K., & Iwan, S. (2018). *Marketing 4.0 Transforma tu estrategia para atraer al consumidor digital* (Vol. 2). Mexico: LID.
- Pinzón, S. (10 de 2019). La transformación digital, una oportunidad para la productividad. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Home/Noticia/15543-la-transformacion-digital-una-oportunidad>
- planeacion, D. N. (2 de 12 de 2015). CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. *POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2015-2025*, 15. Bogota, Colombia. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf>
- PMI, P. M. (2017). *Guía de PMBOK Sexta edición*. Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute. Obtenido de [www.PMI.org](http://www.PMI.org)

- Porter, M. E. (1998). *Ser competitivos nuevas aportaciones y conclusiones*. Bilbao: Ediciones deusto.
- Prado, A. O., Cervantes, O. R., & Valera, J. A. (2018). *Procesos de manufactura 1*. México: Universidad Nacional autónoma de México.
- Quintero, J. C. (30 de 8 de 2018). *ANDI*. Obtenido de La Asociación Nacional de Empresarios de Colombia : <http://www.andi.com.co/Home/Noticia/1202-la-innovacion-y-el-emprendimiento-se-tom>
- Riftkin, J. (2011). *La tercera revolucion industrisl . Còmo el poder lateral esta transformano la energia y cambiando el mundo .* Barcelona: Paidos.
- Romàn, J. I. (2016). *Industria 4.0 : La transformacion digital de la industria*. Conferencia de directores y decanos de ingenieria informatica - CODDII. Bilbao: Conferencia de directores y decanos de ingenieria informàtica - CODDII.
- Ruta N. (2019). Gobierno colombiano se compromete a impulsar emprendimientos de Industria 4.0. *Reportero industrial*, 2.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodologia de la investigacion sexta edicion .* Mexico: Mc Graw Hill.
- Schmid, S. K. (2014). *Manufactura, ingenieria y tecnologia 7ª Edicion*. Illinois: Pearson.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolucion industrial .* Suiza: World Economic Forum.
- Schwab, K. (14 de Enero de 2016). *World economic forum .* Obtenido de Foreign Affairs: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

SEI, S. E. (2020). *SEI*. Obtenido de [www.sei.cmu.edu](http://www.sei.cmu.edu)

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing paso a paso*. Barcelona: Marge books.

Telukdarie, Buhulaiga, Bag, Gupta, & Luo, &. (2018). Implementación de Industry 4.0 para multinacionales. *Elsevier*, 13.

UMNG. (2017). *facultad de estudios a distancia*. Obtenido de

[http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/odin/odin\\_desktop.php?path=Li4vb3Zhc y9hZG1pbmlzdHJhY2lubl9lbXBvZXNhcy9zZW1pbmFyaW9fZGVfZ3JhZG8vdW5pZGFkXzUv#slide\\_1](http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/odin/odin_desktop.php?path=Li4vb3Zhc y9hZG1pbmlzdHJhY2lubl9lbXBvZXNhcy9zZW1pbmFyaW9fZGVfZ3JhZG8vdW5pZGFkXzUv#slide_1)

USC, M. S. (2020). *USC University of Southern California*. Obtenido de USC University of Southern California: [www.marshall.usc.edu/personnel/larry-greiner](http://www.marshall.usc.edu/personnel/larry-greiner)

Val, J. L. (2016). INDUSTRIA 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA. *Revista Deusto Ingeniería*, 3.

Vecchio, J. F., Paternina, F. J., & Miranda, C. H. (2015). La computación en la nube: un modelo. *Prospectiva- Universidad autónoma del caribe*, 7.

Wikipedia. (4 de 6 de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de Manufactura:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Manufactura>



## **Anexos**

Anexo 1 Marco muestral Estratificado

Anexo 2 Instrumento de investigación

Anexo 3 Encuesta Sabana Occidente

Anexo 4 Matriz de integración de industria 4.0

Anexo 4.1 Formulario de valoración

Anexo 4.2 Valoración matriz para el uso de los pilares de la I4.0 en la S.O De Bogotá

Anexo 5 Descarga de información del instrumento de investigación

Anexo 6 Diagrama de procesos