

Centro de Enseñanza Técnica y Superior

Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja California
según Acuerdo de fecha 10 de octubre de 1983



BC 4.0: Un análisis del estado y la industria

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

Ing. Paola Itzel Ceseña Romero

Director:

Dra. Dalia Holanda Chávez García
Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad)

Ensenada, Baja California, México
2019

BC 4.0: Un análisis del estado y la industria

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en
Ingeniería e Innovación

Presenta:

Ing. Paola Itzel Ceseña Romero

y aprobada por el siguiente Comité

Dra. Dalia Holanda Chávez García
Directora de tesis

Dr. Gerardo Hirata Salazar
Sinodal

M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez
Sinodal

M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez
Coordinador del Posgrado en Ingeniería

-

Paola Itzel Ceseña Romero © 2019

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor

Resumen de la tesis que presenta **Paola Itzel Ceseña Romero** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería e Innovación con orientación en Sistemas y Procesos Industriales.

BC 4.0: Un análisis del estado y la industria

Resumen aprobado por:

Dra. Dalia Holanda Chávez García

La cuarta revolución industrial es algo latente alrededor del mundo, países como Alemania, China o Estados Unidos, están creando iniciativas con el fin de crecer tecnológicamente aprovechando la combinación de tecnologías que conforman la industria 4.0 como la robótica, la manufactura aditiva o la nube, convirtiendo a las empresas en fábricas inteligentes que integran los sistemas físicos cibernéticos.

En esta tesis, se propone una herramienta de diagnóstico para el estado de Baja California, (B.C.) con el fin de aprovechar los beneficios que conlleva esta revolución, como: competitividad, incremento de productividad, mejor gestión, optimización, etc.

Por estas razones, se decidió el crear una herramienta de diagnóstico dedicada a las empresas del Estado de B. C. Dicha herramienta denominada "BC 4.0" tiene como fin el brindar un diagnóstico a las industrias participantes una vez llenado un cuestionario compartido por la plataforma de *Google forms* que consta de 54 preguntas (con 178 reactivos), que se dividen en seis categorías según los 19 parámetros a considerar, en los cuales se distribuyen las 12 tecnologías de la industria 4.0.

En el ya mencionado diagnóstico se brinda información acerca de las debilidades y fortalezas de la empresa en base a sus respuestas, así mismo se detecta en qué nivel de industria 4.0 se encuentra la empresa de acuerdo a los niveles designados por la BC 4.0, del 0 al 5 (inconsciente, consciente, principiante, parcial, estandarizado y optimizado).

Así mismo, utilizando las respuestas de los participantes de manera anónima, se calcula un promedio de las respuestas para dar un estimado del nivel de Industria 4.0, así como sus fortalezas y debilidades. Como resultado se obtuvo un nivel 1, es decir inconsciente por parte del estado, sin embargo, se detectó que destaca en las categorías enfocadas en gestión y difusión acerca del tema.

Palabras clave: Industria 4.0, Herramienta, Diagnóstico, Baja California.

Abstract of the thesis presented by **Paola Itzel Ceseña Romero** as a partial requirement to obtain the Master or Doctor of Science degree in Master in Engineering and Innovation with orientation Industrial systems and processes

BC 4.0: An analysis of the state and industry

Abstract approved by:

Dra. Dalia Holanda Chávez García

The fourth industrial revolution is something latent around the world, countries like Germany, China or the United States, are creating initiatives to grow technologically, taking advantage of the combination of technologies that make industry 4.0 such as robotics, additive manufacturing or the cloud, turning to companies in smart factories that integrate cybernetic physical systems.

A diagnostic tool is proposed for the state of Baja California, (B.C.) in order to take advantage of the benefits that this revolution entails, such as: competitiveness, increased productivity, better management, optimization, etc.

For these reasons, it was decided to create a diagnostic tool dedicated to the companies of the State of B.C. This tool called "BC 4.0" aims to provide a diagnosis to the participating industries once a questionnaire shared by the Google forms platform has been filled out consisting of 54 questions (with 178 reagents), which are divided into six categories according to the 19 parameters to consider, in which the 12 technologies of industry 4.0 are distributed.

In the aforementioned diagnosis, information is provided about the weaknesses and strengths of the company based on their responses, as well as what level of industry 4.0 the company is in according to the levels designated by BC 4.0, of 0 to 5 (unconscious, conscious, beginner, partial, standardized and optimized).

Likewise, using the responses of the participants anonymously, an average of the responses is calculated to give an estimate of the level of Industry 4.0, as well as their strengths and weaknesses. As a result, a level 1 was obtained by the state, that is to say unconscious, however, it was detected that it stands out in the categories focused on management and dissemination on the subject.

Keywords: Industry 4.0, Tool, Diagnostic, Baja California.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres: Oscar Ceseña y María de Jesús Romero, los cuales me han apoyado a lo largo de mis estudios y han sido la inspiración para culminar lo que en un momento parecía algo imposible.

Gracias por su amor, consejos y compañía.

Agradecimiento

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCAyT) con número de becaria: 858845/627877 y a El Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad) por su patrocinio para la realización de este proyecto de tesis.

Agradezco a mi directora de tesis la Dra. Dalia Holanda Chávez García, por haberme brindado su orientación y conocimiento, así como también haberme tenido la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis. Así mismo agradezco al Mtro. Abiud Flores Valentín por sus valiosas observaciones que hicieron posible un análisis más detallado en el tema.

Agradezco a mi colega y amiga la Mtra. Cecilia Michelle Talancón, por haberme motivado a continuar con mis estudios y apoyarme durante todo el transcurso de esta etapa, que a pesar de que no ha sido fácil, siempre estuviste para apoyarme.

Tabla de contenido

Lista de figuras	ix
Lista de tablas	x
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	6
1.1.1. Revoluciones en la industria	6
1.1.1.1. Industria 1.0	6
1.1.1.2. Industria 2.0	7
1.1.1.3. Industria 3.0	7
1.1.2. Industria 4.0.....	7
1.2. Planteamiento Del Problema.....	9
1.3. Justificación	10
1.4. Preguntas De Investigación.....	10
1.5. Planteamiento De Hipótesis	10
1.6. Objetivos	10
1.6.1. Objetivo General.....	10
1.6.2. Objetivos Específicos	10
1.7. Diseño de investigación	10
1.8. Población	11
1.9. Producto a entregar.....	12
1.10. Criterios de éxito.....	12
Capítulo 2. Marco Teórico.....	13
2.1. Tecnologías Industria 4.0	13
2.1.1 La nube	13
2.1.2 Seguridad informática.....	14
2.1.3 Internet de las cosas.....	14
2.1.4 Blockchain	15
2.1.5 Sistemas.....	15
2.1.5.1. Sistemas de integración.....	15
2.1.5.2. Softwares.....	17
2.1.6 Big data	18
2.1.7 Simulación.....	19
2.1.8 Inteligencia artificial	19
2.1.9. Realidad Aumentada / Realidad Virtual.....	19

2.1.9	Robótica	20
2.1.10	Manufactura aditiva	21
2.1.11	Materiales avanzados.....	22
2.2	Industria 4.0 Alrededor del mundo.....	24
2.2.1.	Alemania.....	24
2.2.2.	Canadá.....	27
2.2.3.	España	28
2.2.4.	México	28
Capítulo 3 Metodología.....		30
3.1.	Etapas “BC 4.0”.....	30
3.1.1.	Formular prototipo	30
3.1.2.	Recolección de datos	32
3.1.3.	Análisis.....	34
3.1.3.1.	Ejemplo.....	36
3.1.4.	Diagnóstico.....	38
3.1.5.	Mejoras.....	38
3.1.6.	El estado	40
3.2.	Cronograma.....	41
Capítulo 4. Resultados y Discusiones.....		42
4.1.	Participantes	42
4.1.1.	Participante 2.....	42
4.1.2.	Participante 4.....	44
4.2.	El Estado	47
Capítulo 5. Conclusiones		50
Trabajo a futuro		50
Referencias bibliográficas.....		51
Anexos		55

Lista de figuras

Figura	Página
Figura 1 Tecnologías de la industria 4.0	2
Figura 2 Brújula de McKinsey (McKinsey & Company, 2015).....	5
Figura 3 Categorías de la I4.0	13
Figura 4 Sistemas de integración	16
Figura 5 Ejemplo de materiales termocrómicos	22
Figura 6 Clasificación de los materiales inteligentes en función del estímulo y respuesta (sensores).....	23
Figura 7 Clasificación de los materiales inteligentes en función del estímulo y respuesta (actuadores)....	24
Figura 8 Enfoque de la industria 4.0	26
Figura 9 Etapas de BC 4.0	30
Figura 10 Tecnologías De La Cuarta Revolución NL4.0 (Nuevo León 4.0, 2017).....	32
Figura 11 Indicadores BC 4.0	33
Figura 12 Primer prototipo de la BC 4.0.....	39
Figura 13 Etapa final de la BC 4.0.....	40
Figura 14 Cronograma de actividades.....	41
Figura 15 Porcentaje por categoría, participante 2	43
Figura 16 Puntaje real y máximos de los parámetros, participante 2	43
Figura 17 Parámetros destacados, participante 2	44
Figura 18 Porcentaje por categoría, participante 4	45
Figura 19 Puntaje real y máximos de los parámetros, participante 4	46
Figura 20 Parámetros destacados, participante 4	46
Figura 21 Porcentaje por categoría, promedio	48
Figura 22 Puntaje real y máximos de los parámetros, promedios.....	48
Figura 23 Parámetros destacados, promedios.....	49

Lista de tablas

Tabla

Página

Tabla 1 Clústers en Baja California (Red estatal de clústeres de Baja California, 2017)	3
Tabla 2 Revoluciones industriales	6
Tabla 3 Softwares Industria 4.0 (eclipse.org, 2017)	17
Tabla 4 Clasificación de los robots según T. M. Knasel (Garrel, 2019)	20
Tabla 5 Iniciativas referentes a la I4.0 Alrededor del mundo	25
Tabla 6 Modelos de referencia para elaborar la herramienta	31
Tabla 7 Niveles de industria 4.0	34
Tabla 8 Clasificación de la ponderación de las preguntas	35
Tabla 9 Categorías de Respuestas	35
Tabla 10 Ejemplo de identificación de puntaje para un parámetro	37
Tabla 11 Puntaje por categoría, participante 2	42
Tabla 12 Puntaje por categoría, participante 4	45
Tabla 13 Puntaje de los participantes	47
Tabla 14 Promedio categorías de los participantes	47

Capítulo 1. Introducción

El mundo entró en una era de constante cambio de una manera exponencial, las nuevas tecnologías están dominando el mercado y la automatización o las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) no son suficientes para cumplir las expectativas de clientes cada día más exigentes, debido a esto es necesario la adopción de las tecnologías que conlleva una “Cuarta Revolución Industrial” o “Industria 4.0” (I4.0).

La industria 4.0 es algo latente, grandes empresas internacionales como Schneider Electric, Ford y BMW, por mencionar algunas, están adaptando esta revolución y sus beneficios. Según un informe reciente de Accenture, las empresas de bienes de equipo pueden ahorrar 43.000 dólares por empleado al año gracias a la combinación de tecnologías como la realidad virtual y aumentada, la robótica, la inteligencia artificial o el blockchain, y las energéticas, incrementar su capitalización en 16.000 millones de dólares (Arrieta, 2017).

Con la incursión de tecnologías tales como inteligencia artificial, big data, simulación, realidad aumentada, la nube, seguridad informática, blockchain, sistemas, robótica, materiales avanzados y manufactura aditiva, como se muestra en la Figura 1, los procesos de fabricación son más eficientes para reducir el tiempo, tomar decisiones y reducir defectos (Schwab, 2016).

La incursión de estas tecnologías generarán un impacto positivo dentro de la industria, como lo menciona (Bruno, 2015) en el artículo “El futuro es ahora”, “se observarán cadenas de fabricación actuando a la vez, la reducción de los inventarios físicos generando un impacto en las cadenas logísticas globales y reducción de la huella de carbono, así mismo la disminución de los trabajos monótonos y la creación de nuevas profesiones ligadas al cambio”.

Estas estrategias aclaran que la innovación y la tecnología son un pilar importante para crecer como país y como el aprovechar herramientas como el Internet industrial de las cosas (IIoT) puede hacer que una empresa se destaque, ya que es responsable de vincular lo virtual con el mundo físico (Bloem, 2014) y proporcionar una forma de obtener una mejor visibilidad y una visión de los activos de operación de la compañía mediante la integración de las máquinas sensores, middleware, software y sistemas de almacenamiento y computación en la nube de back-end (Gilchrist, 2016).

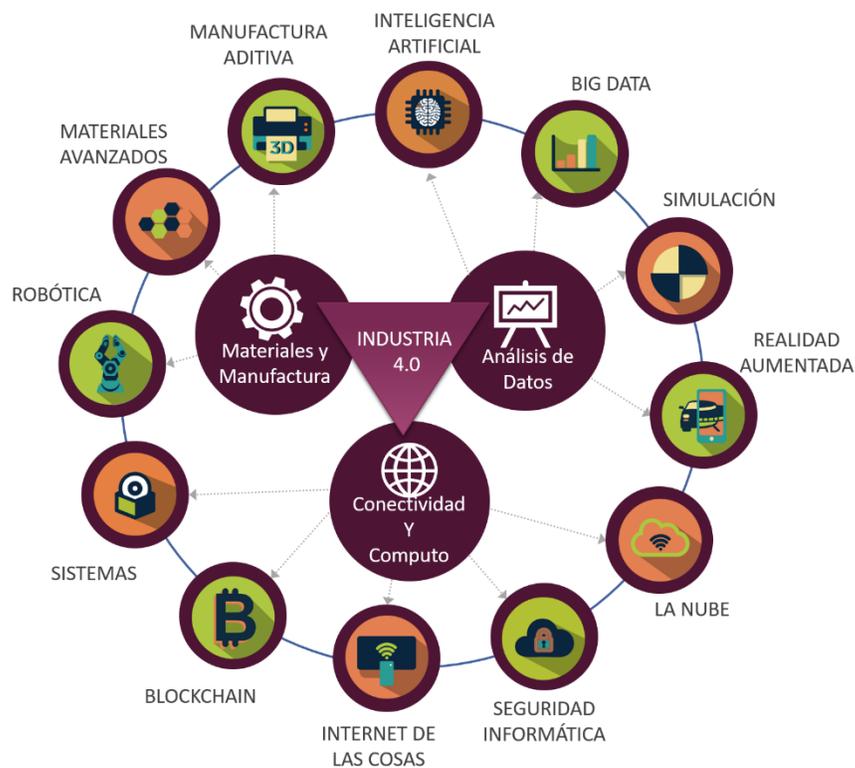


Figura 1 Tecnologías de la industria 4.0

Hoy en día hay distintos países en todo el mundo dedicados a explotar el potencial de las nuevas tecnologías y están teniendo un gran impacto en la cuarta revolución industrial, como: Alemania con "Industrie 4.0" (Industria 4.0, por su significado en alemán), estrategia alemana lanzada en 2011 que busca mantener un liderazgo tecnológico y competitivo en la industria y la manufactura (Anderl, 2014), China con el programa "Made in China" (Hecho en China, por su significado en inglés), estrategia del gobierno chino para reestructurar la industria y convertirse así en una potencia industrial y tecnológica (Sarah, 2017) y EE. UU. Con "Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC, Coalición de liderazgo de fabricación inteligente, por su significado en inglés)", creado en los Estados Unidos con el objetivo de liderar la transformación del sector industrial en un entorno en red basado en la información (Lordache, 2017).

Sin embargo, México no se queda atrás, el estado de Nuevo León ha sido parte de este movimiento creando la iniciativa Nuevo León 4.0 que tiene como objetivo impulsar el gobierno local, la academia y los empresarios locales, con el fin de entender las 12 tecnologías que construyen a la industria 4.0, donde estas se plantean en un plan estratégico para lograr resaltar al estado en cuanto a la industria manufacturera adaptando las tecnologías de acuerdo con las necesidades del estado (Sánchez, 2018). Según la más reciente encuesta sobre Perspectivas de la Alta Dirección, de la consultora KPMG, en

México, 58% de los ejecutivos consultados respondió que la mejora en la capacidad de innovación es el principal factor para aumentar las utilidades (Rozenberg, 2018).

Para poder involucrarse en este gran cambio es necesario tener un enfoque innovador, Baja California (B.C.) en el 2013 se encontraba fuerte en la fabricación de maquinaria y equipo ya que representaba el 8 % del PIB del estado, así mismo la entidad ocupaba el 3er lugar en Infraestructura académica y de investigación, 11vo en Inversión en ciencia, tecnología e innovación, 17vo en Productividad científica e innovadora y 6to en Tecnologías de la información y Comunicaciones (Secretaría de economía, 2013), dando pie para indicar que el estado de B. C. tiene el potencial para la adopción de estas tecnologías debido al enfoque de investigación e innovación en sus habitantes.

De igual manera en el estado cuenta con distintos clústeres (*concentraciones geográficas de empresas interconectadas*), para fortalecer a las empresas aprovechando sus conexiones, así como, organizaciones dentro de los mismo que forman parte de “State ICluster Network”, el cual es un ecosistema de innovación para facilitar y optimizar la vinculación de actores gubernamentales, académicos y de la industria, y su contacto con el mercado (ICluster, 2017).

De acuerdo con la “Red estatal de clústeres de Baja California”, existen 14 clústeres dentro del estado de B. C., como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1 Clústers en Baja California (*Red estatal de clústeres de Baja California, 2017*)

Clúster	Organización Clúster	Info
<i>Aeroespacial</i>	Aerospace alliance of baja california, baja aerospace cluster	victor.hidalgo@gulfstream.com, presidente@bajaaerospace.org
<i>Alumbrados Y Equipos Electrónicos</i>		
<i>Automotriz</i>		
<i>Dispositivos Médicos</i>	Asociación industrial de productos médicos de las californias	info@industriamedica.org
<i>Elaboración Y Procesamiento De Alimentos</i>	Sistema producto vid de Baja California	sistemaproductovidbc@gmail.com
<i>Hotelería Y Turismo</i>		
<i>Insumos Y Servicios Agrícolas</i>		
<i>Logística</i>	Clúster de logística de Baja California	gerardo@brizuelacenteno.com
<i>Productos De Madera</i>	Clúster mueblero Baja California	presidencia@clustermueblerobc.com

<i>Productos Químicos Derivados</i>	Clúster de bioeconomía de Baja California	pismael76@gmail.com
<i>Productos Y Servicios Para La Construcción</i>		
<i>Servicios De Apoyo A Los Negocios</i>		
<i>Servicios De Salud</i>	Clúster de servicios de salud de Baja California, clúster de turismo médico y de salud Mexicali health care	drvemont@gmail.com, analuisa@mexicalihealthcare.com
<i>Tecnologías De La Información E Instrumentación Analítica</i>		

No cabe duda de que B. C. es un estado de mucha potencia industrial, sin embargo, la vinculación de la industria, gobierno y academia, es decir, el modelo de innovación de la triple hélice forma un parte esencial para el desarrollo del estado, no obstante, es esencial que los ciudadanos vean los beneficios a largo plazo.

Para esto el gobierno debe agilizarse debido a que muchos de los avances tecnológicos no son correctamente tenidos en cuenta en el actual marco regulatorio, los reguladores deben encontrar formas de adaptarse continuamente a un nuevo entorno de rápidos cambios. Para ello, los gobiernos y los organismos reguladores necesitan colaborar estrechamente con las empresas y la sociedad civil con I fin de diseñar las transformaciones necesarias en los planos global, regional e industrial, es decir, en un mundo encaminado a plataformas digitales, los gobiernos en colaboración con la sociedad civil y las empresas, necesitan reglas para mantener la justicia, la competitividad, la equidad e incluso la propiedad intelectual, la seguridad y la fiabilidad (Schwab, 2016).

Es por eso por lo que se ha creado la herramienta de diagnóstico llamada "BC 4.0". Esta herramienta está hecha para aquellas empresas que buscan aumentar su nivel tecnológico industrial y convertirse así en una I4.0. Está diseñada para definir lo que es necesario para avanzar tecnológicamente y guiar a las empresas hacia los expertos en las tecnologías necesarias para reforzar e incrementar el potencial de su cadena de valor.

Sin embargo, este no es un proceso simple, ya que es esencial saber cuál es el nivel tecnológico de la empresa (inconsciente, consciente, principiante, parcial, estandarizado y optimizado) y muchos de ellos temen dar el siguiente paso debido a la falta de información.

La herramienta “BC 4.0” se implementó en industrias ubicadas en el estado de Baja California (BC) en el norte de México y busca brindar a la industria una manera fácil y rápida de identificar lo que se necesita para dar el siguiente paso tecnológico. Basándose en una serie de preguntas, se desea identificar una variable de respuesta para cada una de las posibles opciones de las compañías que usan la herramienta. Esta variable de respuesta contiene el nivel tecnológico de la empresa, sus fortalezas y debilidades tecnológicas, para alcanzar el siguiente nivel tecnológico.

La herramienta tiene como inspiración la brújula de Mckinsey (ver Figura 2) que tiene como objetivo categorizar las necesidades de las empresas de una manera fácil de identificarlas, así mismo para detectar cuales serían las categorías los parámetros para formar la BC 4.0, se ha realizado una investigación de cuáles serían los parámetros que mejor se aplicarían dentro de las industrias del estado para identificar su nivel de I4.0.



Figura 2 Brújula de McKinsey (McKinsey & Company, 2015)

1.1. Antecedentes

1.1.1. Revoluciones en la industria

Como nos dice Schwab en su libro, la cuarta revolución industrial, “Las revoluciones se han producido a lo largo de la historia cuando nuevas tecnologías y formas novedosas de percibir el mundo desencadenan un cambio profundo en los sistemas económicos y las estructuras sociales” (2016), es decir, necesitamos adecuarnos y aprovechar los distintos cambios tecnológicos que se van formando a lo largo de la historia con el fin de crecer económicamente.

Tabla 2 Revoluciones industriales

<i>Revolución Industrial</i>	<i>Año</i>	<i>Tecnologías</i>	<i>Metodología de Producción</i>
<i>Primera</i>	1760-1840	Maquinas a base de vapor y agua, nuevos sistemas de transporte	Producción Mecánica
<i>Segunda</i>	1870-1914	Maquinaria automatizada a base de electricidad	Producción en masa, registro de tiempos y estaciones de trabajo
<i>Tercera</i>	1950-2011	Internet de las cosas, energías renovables	Producción automatizada con el uso de electrónicos
<i>Cuarta</i>	2011- Presente	Combinación de tecnologías para la mejora de los materiales y manufactura, Análisis de datos y conectividad y computo	Sistemas físicos cibernéticos (CPS, por sus siglas en ingles)

1.1.1.1. Industria 1.0

Teniendo como elemento principal las máquinas de vapor (máquinas de embolo, motores de expansión múltiple, turbinas de vapor, motores de propulsión, etc.) y la construcción del ferrocarril (Gleason, 2018), la primera revolución industrial surgió en el año 1760 dando comienzo a la producción mecánica y los sistemas de transporte de nivel avanzado como los canales.

Iniciando en Gran Bretaña durante el siglo XVII, la primera revolución industrial tuvo aceptabilidad social por el proceso, sin traer ningún impedimento cultural. Gracias a nuevos sistemas como la locomotora de vapor, el barco de vapor, el automóvil, el avión, el telégrafo y la radio se logró pasar de los artesanos a los operadores de máquinas, creando la aparición de movimientos de la clase trabajadora y cambio en los sistemas sociales y políticos (con respecto a la distribución de la riqueza, la tierra y la propiedad) (Lele, 2019).

La primera revolución industrial no fue un periodo que se caracterizó por sus investigaciones científicas sino por los resultados imaginativos de las experiencias de los empresarios gracias al trabajo y la práctica (Dabić, 2016).

1.1.1.2. Industria 2.0

En 1870 debido a las grandes cantidades de producción surgió la segunda revolución industrial con el desarrollo de producción en masa, surgiendo técnicas para el registro de tiempos y las estaciones de trabajo, así mismo, la energía eléctrica provocó el inicio de la maquinaria automatizada (Gleason, 2018). La segunda revolución industrial produjo inventos innovadores como el teléfono, el automóvil, el avión, la bombilla eléctrica, la radio y fue testigo de un cambio en el uso de la energía del carbón a la electricidad y el petróleo (Roberts, 2015).

La segunda revolución industrial debe ser practicada por el 17% de la población mundial, ya que, 1,300 millones de personas carecen de acceso a la electricidad.

Gracias a la segunda revolución industrial surgieron cambios organizativos como la implementación de la línea de montaje de Henry Ford y los procedimientos de gestión científica basados en Frederic W. Taylor, mejor conocido como taylorismo. La fabricación industrial a gran escala (producción en masa) surgió y se desarrolló especialmente en la industria química y electrónica, así como en la ingeniería mecánica y la industria automotriz (Bartodziej, 2017).

1.1.1.3. Industria 3.0

Según (Rifkin, 2011) existían cinco pilares de la tercera revolución industrial: 1) La transición hacia la energía renovable; 2) la transformación del parque de edificios de cada continente, en microcentrales eléctricas que recojan y aprovechen *in situ* las energías renovables; 3) el despliegue de la tecnología del hidrógeno y de otros sistemas de almacenaje energético en todos los edificios y a lo largo y ancho de la red de infraestructuras, para acumular energías como las renovables, que son de flujo intermitente; 4) el uso de tecnologías de internet, para transformar la red eléctrica de cada continente en una interred de energía compartida, que funcione exactamente igual que Internet, y 5) la transición de la actual flota de transportes hacia vehículos de motor eléctrico, con alimentación de red, es decir la combinación de la tecnología del internet y las energías renovables fueron el auge de esta tercera revolución industrial.

Dicha revolución inició en la década de 1960, conocida como la revolución digital, debido a que, no impulsada por un motor físico,

Sin embargo, solo 4,000 millones de personas pueden alcanzar esta tercera revolución industrial, puesto que existe una gran cantidad de personas sin acceso a internet alrededor del mundo.

1.1.2. Industria 4.0

El término "Industria 4.0" también conocido como "Internet industrial" o "Fábrica digital", así como "Fabricación inteligente", "Fábrica inteligente" y "Fábrica del futuro", proviene de un proyecto en

el campo de la estrategia de alta tecnología del gobierno alemán. Este término se propuso por primera vez durante 2011 en la Feria de Hannover (Lele, 2019).

La industria 4.0 es una nueva forma de organización y funcionamiento de la industria, la cual, gracias al avance tecnológico, forma una conexión desde el usuario hasta la fabricación del producto (Capilla, 2017). Esta nueva revolución tiene como base la unión de distintas tecnologías como: Blockchain, Inteligencia artificial (IA), impresoras 3D, el internet de las cosas (IoT), la nube, etc. Lo cual la logra diferenciar de las revoluciones anteriores, ya que a pesar de que la mayoría de las tecnologías que la forman no son nuevas, logra adaptarlas a la industria para aprovechar lo mejor de cada una de ellas dentro de los procesos (Sharma, 2017).

Como nos menciona (Bartodziej, 2017) en su libro “La cuarta revolución industrial, ha llegado a un nuevo nivel de organización y control de toda la cadena de valor en la vida útil de los productos”, donde se vuelve indispensable un análisis de la cadena de valor para identificar los puntos clave que se puedan mejorar aplicando alguna de estas 12 tecnologías en donde sea necesario y así aprovechar su beneficios como (Gilchrist, 2016):

- Mayor competitividad de las empresas.
- Productividad incrementada
- Aumento de ingresos
- Aumento de las oportunidades de empleo, mejor gestión de recursos humanos y de TI.
- Optimización de los procesos de fabricación.
- Desarrollo de tecnologías exponenciales.
- Entrega de un mejor servicio al cliente.

El uso de las tecnologías de la industria 4.0 son una gran ventaja como empresa, según Lee (2014): “hay un crecimiento sorprendente en el avance y adopción de tecnologías de la información y redes sociales. Las redes han influido cada vez más en la percepción de los consumidores en productos innovadores, con calidad, variedad y velocidad de entrega. Esto requiere establecer las fábricas con capacidades de auto-conocimiento, auto-predicción, auto-comparación, auto-reconfiguración, y auto-mantenimiento.” Herramientas como el análisis de datos, inteligencia artificial o incluso simulaciones son de gran apoyo para lograr la autonomía de la industria esto gracias a que aportan información a las industrias vital para la toma de decisiones (Webster, 2018).

Esta nueva revolución va más allá de las máquinas y sistemas inteligentes y conectados, su alcance es mucho más amplio que los fundamentos de las revoluciones anteriores, desde la secuenciación de genes a la nanotecnología, hacia la energía renovable a la computación cuántica (Skilton, 2018), consiste en la adopción de una cultura de cambios con el fin de eliminar los trabajos monótonos al mismo tiempo que se vuelven más eficientes en cuestión tecnológica. Algunos de los elementos clave asociados con la Industria 4.0 incluyen: garantizar la interoperabilidad, la descentralización, tener análisis disponibles en tiempo real y tener servicios flexibles (Lele, 2019).

La industria 4.0 busca que las industrias construyan redes globales para la conexión de sus maquinarias, fabricas e instalaciones de almacenamiento con el fin de controlar de manera inteligente la información que desencadena la interconexión, logrando mejoras en los procesos industriales a través de la ingeniería, el uso de materiales, las cadenas de suministro y la gestión del ciclo de vida del producto, es decir, la cadena de valor horizontal, sin descuidar la integración de los procesos de fabricación vertical (ventas, logística y finanzas, entre otros) y los sistemas de TI asociados (Gilchrist, 2016).

El tsunami digital está afectando a casi todas las industrias en el mundo por más de una década, reconfigurando la economía y la sociedad, produciendo cambios disruptivos a una velocidad sin precedentes (González, 2017), por estas razones, es crucial que las industrias hagan una transición tecnológica. La idea de la Industria 4.0 es centrarse en la digitalización de extremo a extremo de todos los activos físicos y su integración en los ecosistemas digitales con socios de la cadena de valor.

Uno de los principales componentes de la I4.0 es la integración de los Sistemas Físicos Cibernéticos (por sus siglas en ingles CPS). Definido por el comité de expertos en industria 4.0 alemán como "Los sistemas que vincula directamente objetos y procesos reales (físicos) con objetos y procesos de procesamiento de información (virtuales) a través de redes de información abiertas, parcialmente globales y siempre interconectadas" (Bartodziej, 2017). La incursión de los CPS, conlleva nuevas maneras de crear valor y modelos de negocio gracias a su capacidad de monitorear los procesos físicos y al mismo tiempo analizarlos en mundo virtual para un mejor panorama de la situación en la toma de decisiones.

1.2.Planteamiento Del Problema

Dado que Baja California es considerado un estado manufacturero y con potencial de crecimiento, se puede decir que cuenta con la capacidad de adopción de la cuarta revolución industrial en las industrias, sin embargo, la mayoría de las industrias en el estado no saben cuál es el camino para convertirse en I4.0.

1.3. Justificación

Se busca crear una herramienta de diagnóstico (BC 4.0) con el fin de poder identificar en que punto de la I4.0 se encuentran las industrias participantes y así mismo detectar sus fortalezas y debilidades en cuanto a industria 4.0.

1.4. Preguntas De Investigación

En el presente estudio se aspira a responder las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los elementos que conforman la herramienta de diagnóstico BC 4.0?, ¿cuáles son las variables que arroja la BC 4.0?, ¿cuáles son las recomendaciones que nos arroja la BC 4.0? y ¿cuáles son las modificaciones necesarias para la BC 4.0?.

1.5. Planteamiento De Hipótesis

Con la herramienta BC 4.0 las empresas identifican en qué nivel de industria 4.0 se encuentran y así definen sus necesidades para alcanzar el siguiente nivel tecnológico.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Desarrollar una herramienta de diagnóstico dirigida a empresas de B. C. que busquen adentrarse en las nuevas tecnologías de la industria 4.0.

1.6.2. Objetivos Específicos

1. Diseñar la herramienta de diagnóstico “BC 4.0”.
2. Definir las variables de respuesta de la BC 4.0.
3. Identificar con base a los resultados que arroja la BC 4.0, las tecnologías de la industria 4.0 que destacan en el estado y las que necesitan reforzar.
4. Hacer las mejoras correspondientes de acuerdo con el desempeño de la BC 4.0 puesta en marcha.

1.7. Diseño de investigación

El presente estudio comprende una investigación de tipo mixta, ya que, con apoyo de cuestionarios, observación de campo y estudios descriptivos, se pretende determinar en qué nivel de industria 4.0 (inconsciente, consciente, principiante, parcial, estandarizado u optimizado) se encuentra las industrias participantes y así mismo definir el nivel del estado.

Este trabajo se define de tipo exploratorio, ya que, en la actualidad se tiene información sobre la Industria 4.0, sin embargo, muchas de las industrias en B. C. lo ven como algo inalcanzable debido a falta de información.

Cabe mencionar que para este estudio se considera como variable dependiente el nivel de I4.0 de los participantes y como variable independiente la aplicación de alguna de las tecnologías dentro de las industrias en el estado, debido a que, conforme existan más tecnologías de esta cuarta revolución aplicadas en las industrias se considerará con un nivel de industria tecnológica más avanzado (En escala de 0 al 5).

1.8.Población

De acuerdo con INEGI, en febrero del 2019 existían 927 establecimientos manufactureros activos con programa IMMEX (Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación) en Baja California (INEGI, 2019), donde están representadas importantes firmas mundiales que tienen operaciones de manufactura, dentro de las cuales se destacan (Invest in Baja, 2013).:

- Toyota
- LG Electronics
- Honeywell
- Hyundai
- Samsung
- Thomson
- Sharp
- Greatbatch
- Etc.

Se planteó la idea de la BC 4.0 y sus objetivos a empresas vinculadas con CETYS, Universidad el fin de encontrar interesados en la aplicación del prototipo dentro de su industria. Es importante destacar que por fines de confidencialidad no se pueden revelar los nombres de las empresas participantes.

La herramienta BC 4.0 fue aplicada en industrias manufactureras dentro del estado de B. C. donde se tomó .53% de industrias como muestra inicial, con el fin de dar una idea de cuál es el estado tecnológico de Baja California respecto a la industria 4.0.

1.9.Producto a entregar

- Un diagnóstico inicial que define el nivel de industria 4.0 de la industria
- Un diagnóstico extenso donde se definan los pasos a seguir para alcanzar el siguiente nivel de I4.0 de la empresa.
- Definir el nivel de I4.0 del estado de B. C. según los datos recolectados.

1.10. Criterios de éxito

El proyecto será un éxito si:

- Se brinda la información necesaria a las industrias participantes para detectar su nivel de I4.0.
- Se logra dar un diagnóstico piloto para detectar el nivel de industria 4.0 del Estado.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1. Tecnologías Industria 4.0

La industria 4.0 al ser un tema relativamente reciente suele ser foco de discusión en cuanto a los pilares que lo conforman, es decir, muchos autores concuerdan en que es la combinación de distintas tecnologías, sin embargo, para este trabajo se ha categorizado a los doce tecnologías de la cuarta revolución en tres pilares (Ver Figura 3), con el fin de resaltar el enfoque de ellas y aprovechar al máximo su función.



Figura 3 Categorías de la I4.0

A continuación, se describe cada una de las tecnologías asociadas a la industria 4.0, así como un ejemplo de aplicación de las mismas.

2.1.1 La nube

Se define a la nube como un espacio virtual de procesos y almacenamiento de datos y softwares, es decir, un conjunto de aplicaciones y servicios que brindan la facilidad de la disposición de datos en cualquier lugar y momento, mediante la conexión a internet (Vega, 2015).

Actualmente es indispensable el uso de la nube dentro de las empresas para el almacenamiento de información, ya que se tiene una recaudación de información muy extensa. La adopción de la tecnología de la nube en las organizaciones empresariales en México ha crecido en los últimos años, al pasar de 3.5% a 46%, poniendo a México en una posición competitiva en la rama de la IoT, compitiendo contra potencias mundiales como Inglaterra de las cuales el 51% de sus empresas utilizan esta tecnología (Agencias, 2013).

Actualmente existen distintas plataformas para el almacenaje de información en las empresas como *Dropbox* o *Google drive* debido al basto manejo de información que manejan las industrias hoy en día.

2.1.2 Seguridad informática

Nos encontramos en una era en la cual es indispensable el uso de aplicaciones para el respaldo de información y la comunicación, debido a esto ha surgido la necesidad de protegerse contra amenazas cibernéticas ya sea internas o externas, en base a esto surge la seguridad informática, diseñada para proteger las redes informáticas, los ordenadores, los programas y los datos de los ataques, daños o accesos no autorizados.

IBM3, una de las grandes empresas especializadas en la actualidad en ciberseguridad, considera que una organización recibe un promedio de 1.400 ciberataques por semana y a nivel mundial estima que el cibercrimen genera anualmente 440.000 millones de dólares en ganancia, y cada día se generan nuevas amenazas a las que las empresas no tienen capacidad de enfrentarse con éxito, a menos que dispongan de una buena estrategia de ciberseguridad, así como las herramientas y programas adecuados (Joyanes, 2016). Por tal motivo cada empresa debe elaborar su propio plan de seguridad informática, adecuado a sus necesidades, ya sea con recursos internos o recabando los servicios de consultoras especializadas (Garrel, 2019).

2.1.3 Internet de las cosas

El Internet industrial de las cosas proporciona una forma de obtener una mejor visibilidad y una visión de los activos de operación de la compañía, a través de la integración de las máquinas sensores, middleware, software y sistemas de almacenamiento y almacenamiento en la nube (Gilchrist, 2016).

Es una idea abstracta que captura un movimiento que comenzó cuando comenzamos a integrar la tecnología informática y de comunicación en muchas de las "cosas" que utilizamos en el hogar y el trabajo desde electrodomésticos, bombillas, sistemas de automatización, relojes, hasta nuestros automóviles y camiones, es decir, es el etiquetado y rastreo de las cosas con tecnologías de sensores de bajo costo, como los dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID) (Thames, 2017).

La tecnología RFID como aplicación en IoT con estándares aceptados en todas las industrias. Se conoce como identificación automática, ya que utiliza ondas de radiofrecuencia inalámbricas que son producidas por un campo electromagnético para transferir datos para rastrear e identificar objetos. Esta tecnología permite a los usuarios el análisis de datos recopilados de los objetos, como la temperatura, los cambios en la cantidad, tiempos, etc. con el fin de tomar decisiones eficientes y precisas (Azizi, 2019).

2.1.4 Blockchain

La palabra block es derivado del bitcoin (moneda virtual) y el cuestionamiento del papel que juega el sistema financiero (Díaz, 2019), con el blockchain se puede eliminar a los intermediarios con transacciones a base de bitcoins, usar como base de datos, notario o contratos inteligentes.

Blockchain busca (Ernst & Young LLP, 2018):

- Aumentar la velocidad, la eficiencia y la seguridad de transacciones y transferencias de propiedad de activos digitales.
- Eliminar cuellos de botella, un fenómeno asociado con servidores centrales.
- Eliminar la necesidad de que las autoridades centrales.
- Reducir el fraude y la corrupción proporcionando un servicio transparente.
- Reducir costos administrativos utilizando contratos inteligentes.

2.1.5 Sistemas

2.1.5.1. *Sistemas de integración*

Los sistemas de integración son aquellos sistemas que conectan la entrada de datos, procesamiento, e información de salida de un modo coherente y estructurado para la gestión de la empresa.

La industria 4.0 ha originado el uso de sistemas para llevar un mejor control dentro de la industria debido a la falta de comunicación entre los proveedores y los clientes en cuanto a integración digital. Por tal motivo existen distintos tipo de sistemas que ayudan a mejorar esta situación como el ERP (*Enterprise resource planning*, por sus siglas en inglés), controlando el nivel de la producción monitoreando las ordenes de compras para fabricar las cantidades adecuadas (Gilchrist, 2016), o el CRM (*Customer relationship managment*, por sus siglas en ingles), el cual está enfocado en las necesidades del cliente.

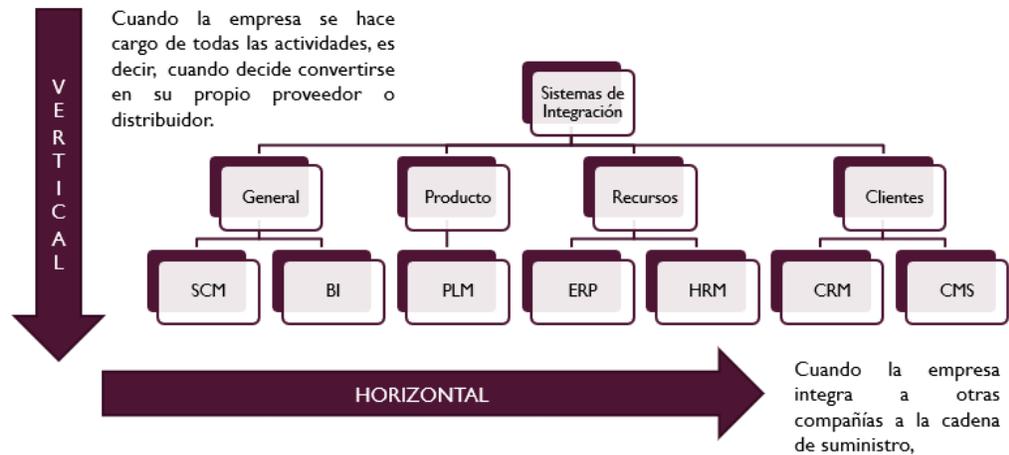


Figura 4 Sistemas de integración

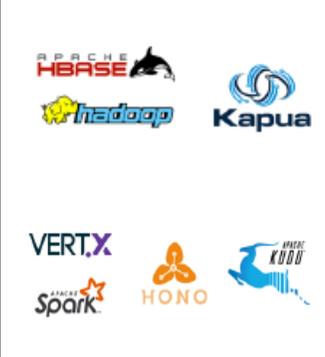
- Gestión de Cadena de Suministro (SCM): Sistema que busca que los procesos que añaden más valor a la cadena estén integrados para evitar disconformidades en uno u otro. Con él se gestionan los procesos empresariales en torno a la logística y servicio al cliente: compras, aprovisionamiento, producción, almacenamiento, preparación, distribución y postventa. Ejemplo de softwares: *Odoo, OpenBoxes y Apache OFBiz*.
- Planificación de Recursos Empresariales (ERP): Sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que, de una forma estructurada, satisface la demanda de necesidades de gestión empresarial. Ejemplo de softwares: *SAP, Oracle y Microsoft*.
- Gestión de Relaciones con los Clientes (CRM) Sistema que permite almacenar información de todos los clientes con el fin de poder analizarla para desarrollar estrategias de marketing más eficientes. Ejemplo de software: *Salesnet, Netsuite y AllProWebTools*.
- Sistema de Gestión de Contenidos (CMS): Se trata de un programa informático que permite la publicación, edición y modificación del contenido, así como el mantenimiento de un interfaz central. Ejemplo de software: *Confluence, HubSpot y Wordpress*.
- Gestión de Recursos Humanos (HRM): Sistema que se centra en la gestión de los trabajadores. Ejemplo de softwares: *BambooHR, Zoho People y Gusto HR*
- Inteligencia de Negocios (BI): Sistema que proporciona los datos necesarios e interpretados para la toma de decisiones, internos o externos. Ejemplo de software: *Cognos e Hyperion*.

- Administración del ciclo de vida de productos (PLM): Sistema de gestión de la información que puede integrar datos, procesos, sistemas empresariales y personas a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto. Ejemplo de softwares: *Arena*, *Propel* y *Teamcenter*.

2.1.5.2. Softwares

Así mismo existen muchos proyectos de código abierto que proporcionan tecnología específicamente adecuada para aplicaciones de la Industria 4.0:

Tabla 3 Softwares Industria 4.0 (*eclipse.org, 2017*)

Implementaciones Industria 4.0	Uso del software	Industria 4.0 Soluciones	Softwares
<i>Recopilación de datos</i>	Se centra en agregar datos sin procesar de diferentes puntos finales, luego filtrar y / o procesar los datos para su análisis en tiempo real o por lotes.	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares abiertos • Desarrollo de PLC • Entrada de IoT 	
<i>Seguridad</i>	Se enfoca en brindar seguridad y privacidad a la red del equipo de la fábrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de código • Autenticación de dispositivos • Control de acceso 	
<i>Gestión de dispositivos</i>	Se encarga de la instalación y configuración inicial del dispositivo, la comprobación de su estado, la actualización y la desactivación del software.	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo y configuración de dispositivos • actualización de software 	
<i>Gestión de eventos y análisis de datos</i>	Para la gestión de eventos se requiere que el software brinde enrutamiento, procesamiento y manejo de eventos. En el caso de análisis de datos se encarga de proporcionar análisis en tiempo real en la nube, proporcionar análisis orientados a lotes	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de eventos • Almacenaje de datos • Manejo de datos 	

	y almacenamiento de datos		
<i>Gestión de gemelo digital</i>	Siendo el concepto de gemelo digital la creación de una representación digital de un activo físico, el software permite una fácil integración del análisis de datos, aprendizaje automático y monitoreo que pueden estar directamente vinculados al activo físico.		

2.1.6 Big data

Hoy en día el manejo de datos de las empresas proviene de varias fuentes ocasionando grandes cantidades de datos que no deben ser ignorados, es necesario reunir todos esos datos, cotejarlos y organizarlos de manera coherente, y usar el análisis proporcionado por los conjuntos de datos para respaldar la toma de decisiones de la administración (Gilchrist, 2016).

Cuando hablamos de Big Data nos referimos al gran volumen de datos (que sobrepasan los 30 terabytes), que están disponibles en internet. La utilización adecuada del big data consiste en la combinación de datos relevantes que contiene con los datos estructurados internos de la empresa, para proporcionar tomas de decisiones estratégicas mejor estructuradas, es decir, nos ayuda aprovechar el uso de la calidad de la información que nos brinda para tener un amplio panorama de los datos (Garrel, 2019).

Esta tecnología es similar al almacenamiento de datos excepto que se enfoca en la arquitectura de datos para brindar un servicio más confiable, accesible y creíble, mientras que los datos grandes se centran en la forma de almacenar y administrar el volumen, la variedad y la velocidad de los datos (Chun, 2019).

2.1.7 Simulación

Cuando se habla de simulación, nos referimos a experimentación con un modelo en tiempo real de operaciones de planta, es decir, una proyección del proceso que permite trabajar en condiciones similares a las reales con la ayuda de softwares. La simulación no brinda la opción de simular el proceso a partir de los datos capturados, permitiendo ajustarlo y optimizarlo, sin la necesidad de aplicar los cambios en la realidad y así evitar inversiones riesgosas (Garrel, 2019).

2.1.8 Inteligencia artificial

Se refiere a la simulación del funcionamiento del cerebro humano por medio de computadoras, realizando funciones como razonamiento lógico, aprendizaje y autocorrección.

La IA se divide en dos en la general y la estrecha, donde la general se refiere a dotar a las maquinas a un amplio rango de actividades que involucran pensar y razonar, mientras que la estrecha se enfoca

en tareas muy específicas (Software Guru, 2018).

Actualmente existen aplicaciones de I.A. que le da a las maquinas la capacidad de aprender y mejorar sin ayuda del ser humano o nueva programación. Realidad aumentada y Realidad Virtual

2.1.9. Realidad Aumentada / Realidad Virtual

La Realidad Aumentada (RA) a base de sistemas permite complementar el entorno real a base de objetos digitales, dando la oportunidad de simular el modelo ofreciendo un panorama más amplio para los trabajadores al momento de la selección de las piezas en un depósito, él envió de instrucciones para la reparación de fallas a través de dispositivos móviles o la capacitación de recursos humanos en entornos virtuales (Basco A. , 2018).

Existen dos tipos de RA basadas en marcadores y sin marcador:

- Basadas en marcadores. Cuentan con una marca física (marcador activo o pasivo) en el mundo real que es reconocida por la cámara del dispositivo. En ese momento, la aplicación activa la puesta en marcha de la experiencia digital (Torres).
- Sin marcadores. No necesitan marcas para lanzar la experiencia digital. Para ello, puede emplearse un reconocimiento basado en modelos (huella de calor, texturas, etc) o en imágenes procesadas (patrón imagen, contornos, etc.).

Ejemplo RA: hyssenKrupp, industria siderúrgica alemana dedicada a la producción de acero y fabricación y servicios sobre productos derivados a digitalizado el proceso de mantenimiento de su

división de ascensores, dotando de gafas HoloLens de realidad aumentada a más de 24.000 operarios de mantenimiento con el fin de que puedan visualizar e identificar problemas de mantenimiento con facilidad, evitando así tiempo muertos en paradas de ascensores en un 50%, reducir 4 veces el número de llamadas por mantenimiento, aumentar el tiempo de vida de los ascensores e incrementar la seguridad de los operarios (Torres).

La realidad Virtual (RV) crea una apariencia nueva de realidad que permite al usuario tener la sensación de estar presente en ella, el desafío de la RV es hacer que los objetos parezcan reales en muchos aspectos, como apariencia, comportamiento y calidad de interacción (Furht B., 2008) , existen tres tipos de RV:

- No inmersiva. La realidad virtual se desarrolla mediante aplicaciones de escritorio en dispositivos genéricos (PCs, tablets, etc.).
- Semi inmersiva. La realidad virtual se desarrolla mediante aplicaciones ejecutadas sobre dispositivos de alta resolución (múltiples TVs, proyector de alta resolución, etc.).
- Completamente inmersiva. La realidad virtual se desarrolla mediante aplicaciones ejecutadas sobre dispositivos acoplados a la cabeza, principalmente gafas.

2.1.9 Robótica

La (ISO 8373, 2013) define al robot industrial como “Un manipulador multiusos controlado automáticamente, reprogramable, programable en tres ejes, que puede ser fijo en su lugar o móvil para su uso en aplicaciones de automatización industrial.”

Tabla 4 Clasificación de los robots según T. M. Knasel (Garrel, 2019)

Generación	Nombre	Tipo de control	Grado de movilidad	Usos más frecuentes
1982	Pick-and-place	Finales de carrera, aprendizaje	Nulo	Manipulación, servicio a máquinas
1984	Servo	Servocontrol, trayectoria continua, programa condicional	Desplazamiento sobre una guía	Soldadura, pintura
1989	Ensamblado	Servos de precisión, sensores de visión y tacto	Movilidad AGV	Montajes, desbarbados

2000	Móvil	Sensores inteligentes	Patas, ruedas	Construcción, mantenimiento
2010	Especiales	Control por inteligencia artificial	Caminadores, saltadores	Militar, espacial, industria 4.0

Uno de los tipo de robots más destacados dentro de la industria 4.0 son los cobots, que surgen como una iniciativa de General Motors en 1994, lo que destaca a estos artefactos es el hecho de que pueden trabajar codo a codo con los operadores gracias a sus sistemas de seguridad más robustos, el método de programación es mucho más intuitivo, flexible y sencillo permitiendo a personas sin formación programar las tareas del robot (Torres).

A pesar del estigma que existe acerca de que la robótica logrará prescindir de la mano de obra humana, ya que, los robots requieren un grado de autonomía parcial, que necesita de cierta interacción con humanos, hasta la autonomía total, existen entusiastas que argumentan que crearán más empleos, que se eliminarán los trabajos riesgosos y repetitivos, creando trabajos creando más puestos creativos y calificados para el personal (Basco A. , 2018)

Ejemplo:

Volkswagen ha instalado en una de sus plantas de motores en Salzgitter una unidad de cobot que realiza la inserción de las bujías. Anteriormente los operarios debían insertar las bujías en una postura encorvada en los escasamente visibles agujeros de las cabezas de los cilindros. Ahora, el cobot coloca las bujías y los operarios sólo deben apretarlas y aislar la cabeza del cilindro.

Gracias a la ayuda del cobot, se han reducido las lesiones de trabajo al evitar la mala postura de los operarios y mejorar la calidad de la operación por la automatización (Torres).

2.1.10 Manufactura aditiva

La manufactura aditiva permite fabricar piezas a partir de la superposición de capas de distintos materiales tomando como frecuencia un diseño previo, sin moldes, sin herramientas, directamente de un modelo virtual (Basco A. , 2018). Lo cual da pie a su capacidad de producir en tiempos cortos figuras complejas utilizando una amplia gama de materiales, como polímeros o metales (revestimiento, pulvimetalurgia) y algunas aplicaciones puntuales con materiales de construcción.

Una de las principales técnicas de la manufactura aditiva es la impresión 3D, la cual cuenta con más de 60 tipos de materiales que gracias a sus características y propiedades físicas y químicas, posibilitan la creación de piezas más precisas (Garrel, 2019). La impresión 3D consiste en crear un objeto

físico mediante la impresión capa por capa de un modelo o dibujo digital en 3D, iniciando con un material suelto seguido de la construcción del objeto de forma tridimensional utilizando una plantilla digital (Schwab, 2016). Gracias a su entorno digital la impresión 3D permite la producción de pequeños lotes de productos personalizados que ofrecen más valor a los clientes, al tiempo que reduce las ineficiencias de costo y tiempo para el fabricante (Gilchrist, 2016).

Sin embargo, la manufactura aditiva no solo se basa en la impresión 3D, otras técnicas relevantes son (Torres):

- Inyección de aglutinante
- Deposición directa de energía
- Extrusión de material
- Inyección de material
- Fusión de lecho de polvo
- Laminación de capas
- Polimerización en cuba

2.1.11 Materiales avanzados

Los materiales avanzados son aquellos que manifiestan un cambio en sus propiedades o en su forma como respuesta a los estímulos del entorno en el que se encuentran. Estos estímulos (físicos o químicos) pueden ser tales como como la presión, temperatura, humedad, pH, campos eléctricos o magnéticos, etc. (ATIGA, 2017).

Como ejemplo de estos tenemos los materiales termocrómicos que tienen la habilidad de cambiar de color debido a un cambio en la temperatura de manera reversible (Figura 5),



Figura 5 Ejemplo de materiales termocrómicos

El tema de la clasificación de este tipo de materiales se ha vuelto centro de discusión puesto que la línea que separa las diversas familias de materiales no siempre tiene el mismo grosor y no todos los expertos coinciden en cuáles deben ser los materiales que se incluyen en la clase de los inteligentes, sin embargo, a continuación, se muestra una propuesta de clasificación diferenciando entre sensores y actuadores. En general estos materiales llamados “inteligentes” se solapan y se entremezclan con otras grandes tecnologías como las nanotecnologías, la microelectrónica y los biomateriales (ATIGA, 2017).

	MATERIALES	ESTÍMULO	RESPUESTA
Sensores	Fotoactivos	Electroluminiscentes	Campo Eléctrico
		Fotoluminiscentes	Luz
		Quimioluminiscentes	Estímulo químico
		Termoluminiscentes	Temperatura
	Cromoactivos	Electrocromicos	Campo Eléctrico
		Termocromicos	Temperatura
		Fotocromicos	Luz
		Quimiocromicos	Estímulo Químico
	Materiales bioactivos	Temperatura, luz, campo eléctrico	Varias
	Magnetostrictivos	Deformación mecánica;	Campo magnético/eléctrico
		Campo magnético/eléctrico	Deformación mecánica
	Electrostrictivos	Deformación mecánica	Polarización eléctrica
	Electrocerámicas	Deformación mecánica	Corriente eléctrica
		Corriente eléctrica	Deformación mecánica
Polímeros electroactivos	Deformación mecánica	Polarización eléctrica	
Piroeléctricos	Temperatura	Polarización eléctrica	

Figura 6 Clasificación de los materiales inteligentes en función del estímulo y respuesta (sensores) (ATIGA, 2017)

Así mismo se muestra su clasificación en cuanto a actuadores:

		MATERIALES	ESTÍMULO	RESPUESTA
Actuadores		Termoeléctricos	Calor	Corriente eléctrica
		Piezoeléctricos	Deformación mecánica Corriente eléctrica	Corriente eléctrica Deformación mecánica
		Electrostrictivos	Deformación mecánica	Polarización eléctrica
		Magnetostrictivos	Deformación mecánica Campo Magnético/Eléctrico	Campo Magnético/Eléctrico Deformación mecánica
		Polímeros electroactivos	Campo eléctrico/pH	Deformación mecánica
		Magnetoreológicos	Elastómero MR Fluido MR Ferrofluidos	Campo magnético Viscosidad
		Electroreológicos	Elastómero ER Fluido ER	Campo eléctrico Viscosidad
		Materiales Memoria de forma	Shae Memory Alloys, SMA Polímeros SMA Ferromagnéticos SMA, FSMA	Temperatura Campo magnético Deformación mecánica

Figura 7 Clasificación de los materiales inteligentes en función del estímulo y respuesta (actuadores) (ATIGA, 2017)

2.2 Industria 4.0 Alrededor del mundo

2.2.1. Alemania

Existen diversas propuestas alrededor del mundo con el fin de fomentar la industria 4.0, la digitalización de las industrias, la implementación de IIoT, entre otras tecnologías ligadas a la cuarta revolución (Tabla 5)

Tabla 5 Iniciativas referentes a la I4.0 Alrededor del mundo

<i>Ubicación</i>	<i>Iniciativa</i>
<i>Global</i>	Industrial Internet Consortium
<i>China</i>	Made in China 2025
<i>Japón</i>	Robot Revolution Initiative
<i>Francia</i>	Alliance Industrie du Futur
<i>Italia</i>	Piano Nazionale Industria 4.0
<i>República Checa</i>	Narodni iniciativa Prumysl 4.0
<i>Unión Europea</i>	Digitizing European Industry
<i>México</i>	Mapa de Ruta Industria 4.0
<i>Estados Unidos</i>	Smart Manufacturing Leadership Coalition
<i>Alemania</i>	Industrie 4.0
<i>Canadá</i>	Digital Canadá
<i>España</i>	Aragón

Sin embargo, Alemania fue uno de los pioneros en la aplicación de esta cuarta revolución industrial. Al ser uno de los países que genera una parte importante de la creación de valor industrial europeo, era de esperarse que este país decidiera dar el primer paso para el salto tecnológico que conlleva esta revolución. Con un 31% en 2012, Alemania tenía la mayor participación de la UE. Alemania tiene una de las industrias manufactureras más competitivas del mundo y es un líder mundial en el sector de equipos de fabricación (Bartodziej, 2017).

A pesar de que no existe un centro político estratégico que desarrolle, difunda y dirija Industria 4.0 y la digitalización, sin embargo, cuentan con iniciativas procedentes de los sectores político y económico, así como de los grupos de interés y de la comunidad científica que apoyan a esta revolución. En enero del 2011 el gobierno alemán presentó la iniciativa estratégica Industrie 4.0, lanzada por el Grupo de Promotores de Comunicación de la Alianza de Investigación de Ciencia e Industria (FU) (Bartodziej, 2017). Muchas iniciativas son responsabilidad directa de la esfera política y del estado, o bien son impulsadas o, incluso, desarrolladas de forma independiente por empresas con suficientes recursos para ello (Schroeder).

La idea de la Industrie 4.0 es centrarse en la digitalización de extremo a extremo de todos los activos físicos, combinando métodos de producción con información de última generación y su integración en los ecosistemas digitales con socios de las cadenas de valor inteligentes (Lele, 2019). Industrie 4.0 es un enorme potencial para la innovación y los negocios en Alemania como productos pueden ser adaptados para satisfacer las necesidades individuales de los clientes - a bajo costo, en alta calidad y en las etapas de producción eficientes (Imprint, 2018).



Figura 8 Enfoque de la industria 4.0 (Basco A. I., 2018)

Uno de los principales proyectos de la Industrie 4.0, es el acceso a su plataforma a base de resultados de investigaciones y operaciones comerciales para desarrollar recomendaciones para su implementación.

En objetivo de la plataforma Industrie 4.0 es considerar el liderazgo de la industria manufacturera alemana a nivel mundial, dicha plataforma cuenta de cinco grupos de trabajo organizados en los siguientes grupos temáticos (Basco A. I., 2018):

1. Arquitectura de referencia, estándares y normas: Se derivan reglas para la interacción entre máquinas, sensores y productos
2. Investigación e innovación: Agenda que identifica y clasifica los temas sobre los cuales las empresas deberían concentrar sus investigaciones.
3. Seguridad de sistemas en red: Directriz sobre seguridad de las Tecnologías de la Información (IT).
4. Marcos legales: Asistencia acerca de normativos y marcos necesarios para la difusión de algunas tecnologías.
5. Trabajo, educación y capacitación: Analiza las nuevas habilidades que los empleados deben desarrollar en la era de la digitalización y señala los cambios necesarios en el sistema educativo.

En Alemania existen muchas empresas tanto alemanas como extranjeras que ofertan soluciones más nicho o bien disponen de todo el catálogo de Industria 4.0, por ejemplo: BOSCH, PROGLOVE, KUKA, SAP, Deutsche Telekom, Mentor, Cumulocity, T. Systems (Miguélez, 2017). Una de las empresas alemanas destacadas en la I4.0 es Siemens, que con más de 100 años en el mercado de electrificación, automatización y digitalización. Decidió cambiar el futuro de sus modelos de producción hace 20 años, cuando, en su plante Electronics Works Amberg (EWA) incorporó los primeros sistemas de recolección y análisis durante sus procesos de producción de controladores lógicos programables (PLC) de la línea Simatic. Hoy en día, quizá, la planta de Siemens en Amberg es la más inteligente de Europa por sus procesos altamente digitalizados, que combinan la generación y análisis inteligente de datos, la robótica, la inteligencia artificial, entre otras tecnologías de última generación (Domínguez, 2018).

2.2.2. Canadá

El gobierno canadiense ha diseñado un proyecto llamado “Digital Canadá” que consiste en 150 iniciativas enfocadas en 5 pilares: Conexión, protección y ciber-seguridad; oportunidades económicas: gobierno digital; y contenido digital canadiense. Dicho proyecto se le ha invertido 200 millones de dólares en términos de capital humano, la iniciativa se centra en apoyar 3000 internos cada año para SME’s (Small and Medium-Sized Enterprises) (Ministru of economy, 2018).

2.2.3. España

Al encontrarse en uno de los continentes más avanzados en cuanto al tema de industria 4.0, España asacado la iniciativa Aragón 4.0, nombrada así en base la región del mismo nombre ubicada en el noroeste de España.

El Gobierno de Aragón, consciente de la situación expuesta y como parte de la Estrategia de Promoción Económica e Industrial de Aragón 2017-2019, ha elaborado la Estrategia “Aragón Industria 4.0”, sumándose así a las iniciativas europeas y estatales orientadas a promover y facilitar una asimilación por parte de la industria aragonesa de la revolución digital. Dicha estrategia tiene como misión el Facilitar la coordinación y cooperación de los agentes aragoneses implicados en el sector industrial con el objetivo de proveer al tejido económico y la sociedad aragonesa los instrumentos, el conocimiento y las competencias necesarias para el pleno disfrute de las oportunidades de desarrollo económico, profesional y humano que proporciona la transformación hacia una Industria Conectada 4.0 (Instituto Tecnológico de Aragón, 2018), es decir, brindar a los participantes las herramientas necesarias para convertirse en industria 4.0 con el fin del crecimiento de la región.

Esta propuesta cuenta con cuatro pilares esenciales para alcanzar el crecimiento tecnológico de las empresas:

1. Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0.
2. Fomentar la colaboración entre empresas de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria.
3. Impulsar el desarrollo de una oferta española de habilitadores-tecnologías digitales.
4. Promover las actuaciones adecuadas para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria aragonesa.

2.2.4. México

México no se queda atrás en cuanto a la innovación, ya que ha decidido crear la iniciativa El “Mapa de Ruta Industria 4.0”, esperando que entre el 2012 y el 2025 la industria TIC crezca a una tasa compuesta anual de 8.4%, mostrando un mayor crecimiento en el sector organizacional, con una tasa anual compuesta del 10%, donde destaque el crecimiento en software y los teleservicios en la nube (IMCO Staff).

El mapa de ruta industria 4.0, surge de un proceso colaborativo entre el gobierno, la industria y la academia, que define un punto de partida, una visión de futuro y una estrategia para la transformación digital de la industria. el mapa analiza las capacidades locales existentes de I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación), e identifica tecnologías (impresión 3D, computación en la nube, robótica, modelación y simulación, sistemas de integración y análisis de grandes datos) para impulsar la evolución de la matriz productiva hacia una industria 4.0 (Basco A. I., 2018)

Sin Embargo, esta no es la única de las iniciativas del país, ya que México cuenta con “NL 4.0” aplicada en el estado industrial por excelencia en México, Nuevo León.

La iniciativa se basa en el modelo de la triple hélice, en la que la industria, la academia y el gobierno trabajarán en colaboración para lograr que en el 2025 Nuevo León se convierta en líder de la economía inteligente en América con tres puntos clave (Nuevo León, Gobierno Ciudadano, 2018):

- 2018- Plataforma Colaborativa NL 4.0
- 2019- Ecosistema proactivo
- 2020- Economía digital en expansión

Capítulo 3 Metodología

3.1. Etapas “BC 4.0”

El proyecto consta de 6 etapas claves (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Cada etapa consta de una profunda revisión seguido de sus respectivas mejoras cuando sea necesario.

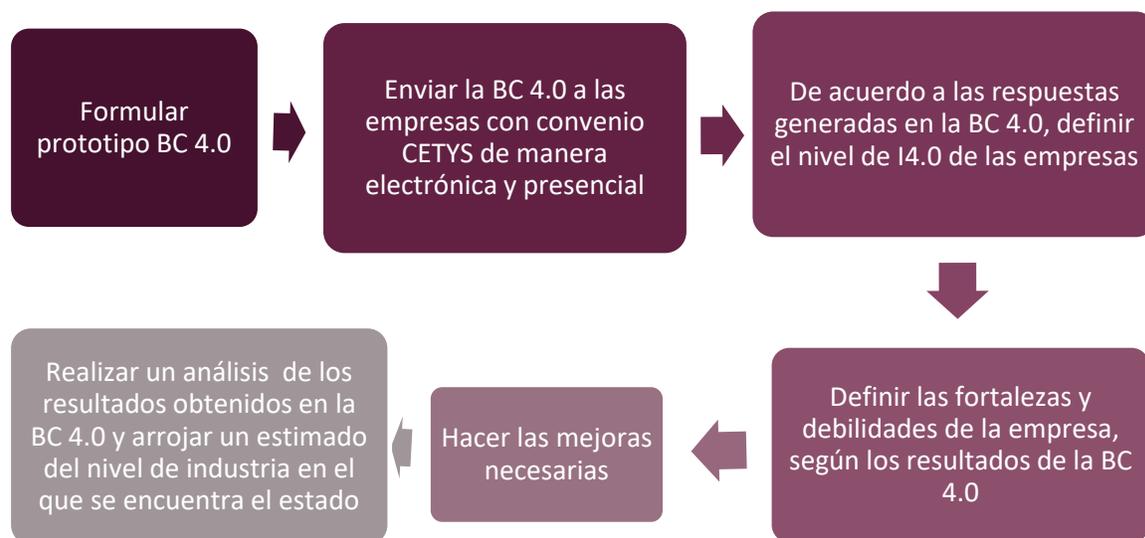


Figura 9 Etapas de BC 4.0

3.1.1. Formular prototipo

La cuarta revolución industrial ha logrado causar un gran impacto en las potencias mundiales, por tal motivo se han creado programas de consultoría que buscan la orientar a las industrias hacia esta nueva revolución, con enfoques digitales, procesos o hacia los clientes. Sin embargo, dichos modelos están basados en el comportamiento de las industrias de países con un desarrollo tecnológico avanzado.

La BC 4.0 toma como punto de referencia dichos programas de diagnóstico, adecuándolos a la situación actual del Estado para un resultado más preciso.

Para definir las categorías a considerar dentro de la herramienta de diagnóstico, se utilizaron tres modelos de referencia:

HADA: Modelo de madurez digital en la industria 4.0 diseñado para cualquier empresa industrial española. Dicho modelo se conforma por un cuestionario de 68 preguntas (de formato escala del 0 al 10, siendo 0 el nivel más bajo), agrupadas en cinco dimensiones en un total de 16 secciones.

El modelo, una vez terminado el cuestionario, te ofrece de manera automática el nivel de madurez de la empresa del 0 al 5, así como una comparación de su empresa con otras empresas participantes (Ministerio de industria, comercio y turismo, 2015).

IMPULS: Cuestionario de opción múltiple diseñado para industrias de la ingeniería mecánica en Alemania, en el cual, a su término arroja el nivel de preparación de acuerdo a la industria 4.0 (del 0 al 5) y acciones recomendadas para mejorar tu nivel de preparación en cada una de las dimensiones que considera. (Lichtblau, 2015)

PWC: Test de madurez realizado en 2016 a más de 2000 ejecutivos de empresas de productos industriales en 26 países. Cuenta con 4 dimensiones con las que se puede identificar las necesidades acción y la clasificación del nivel de madurez de las industrias (PricewaterhouseCoopers, 2017).

Tabla 6 Modelos de referencia para elaborar la herramienta

<i>BC 4.0</i>	<i>*HADA</i>	<i>Impuls</i>	<i>*PWC</i>
<i>Conectividad y computo</i>			Arquitectura TI
<i>Análisis</i>		Servicios basados en datos	
<i>Productos y servicios</i>	Productos y servicios	Productos inteligentes	Modelo de negocios, cartera de productos y servicios
<i>Maquinaria</i>	Procesos	Fabrica inteligente, operaciones inteligentes	Cadena de valor y procesos
<i>Empleados</i>		Empleados	
<i>Estrategia y Organización</i>	Estrategia y modelo de negocio, organización y personas	Estrategia y organización	Organización y cultura

*HADA: Herramienta de autodiagnóstico digital avanzada

*PWC: Price Waterhouse Coopers

Actualmente existen diferentes opiniones acerca de cuáles son las tecnologías que conllevan la cuarta revolución, por ejemplo, Alasdair Gilchrist en su libro “Industry 4.0” identifica solo 9 tendencias tecnológicas. Es por eso que para evitar confusiones se decidió tomar como referencia para la BC 4.0 las 12 tecnologías que define el gobierno del Estado de Nuevo León en su iniciativa NL 4.0, ya que son tecnologías consideradas por expertos en el tema, como las que mejor aplican en uno de los estados de México.



Figura 10 Tecnologías De La Cuarta Revolución NL4.0 (Nuevo León 4.0, 2017)

3.1.2. Recolección de datos

La herramienta consta de un cuestionario aplicado a través de la aplicación de Google form, el cual es enviado por medio de correo electrónico para comodidad del participante, sin embargo, se ha preparado un documento impreso para el caso de las visitas a la empresa.

BC 4.0 consta de 54 preguntas (con 178 reactivos) que se dividen en seis categorías según los 19 parámetros a considerar, en los cuales las 12 tecnologías de I4.0 se distribuyen según su categoría (ver Figura 11).

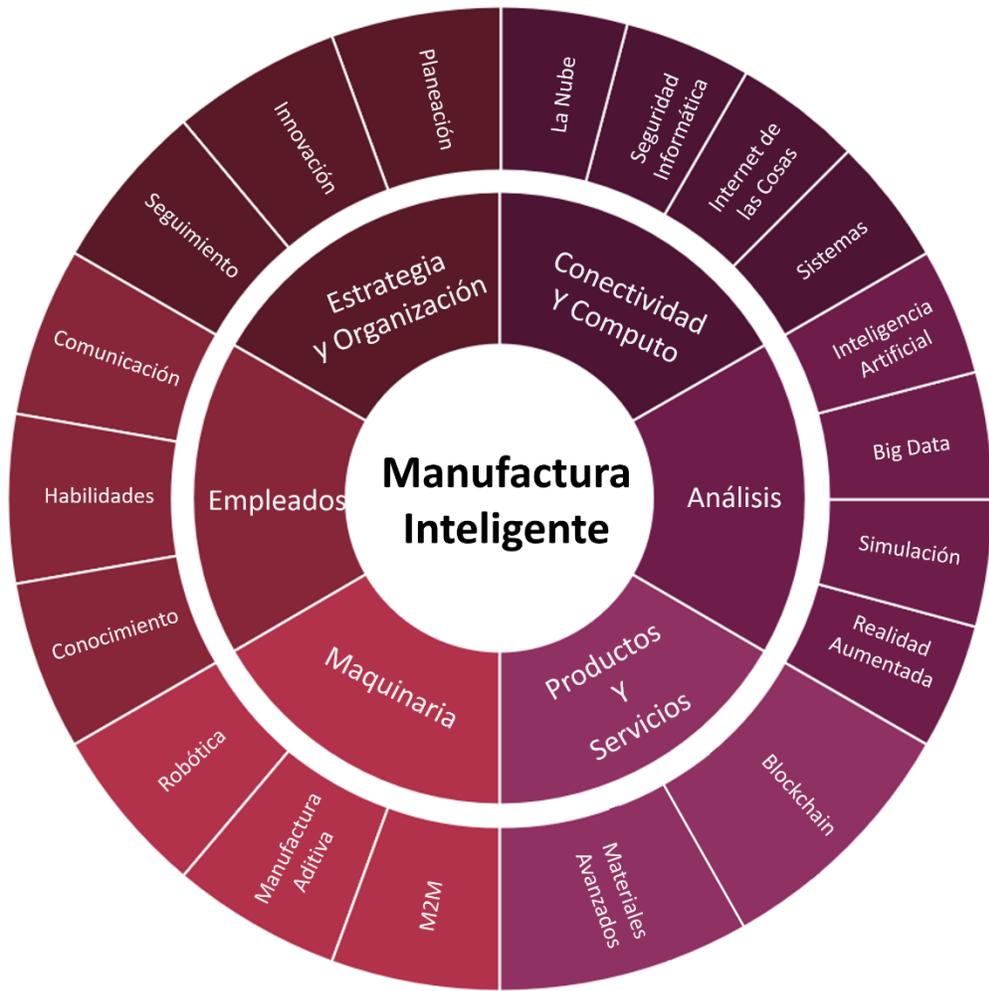


Figura 11 Indicadores BC 4.0

Una vez que se realice el cuestionario por parte de los interesados, se dará un diagnóstico en un lapso de dos semanas para definir en qué nivel de I4.0 se encuentra su empresa de acuerdo con el puntaje de sus respuestas (ver Tabla 7).

- Inconsciente: la empresa no tiene en mente el concepto de Industria 4.0.
- Consciente: la empresa tiene un ligero conocimiento de la Industria 4.0.
- Principiante: la compañía tiene conocimiento sobre la Industria 4.0 y tiene algunos elementos en la práctica.
- Parcial: la empresa cuenta con las herramientas de la Industria 4.0 en la práctica.
- Estandarizado: la empresa cuenta con las herramientas de la Industria 4.0 en la práctica de manera estandarizada.

- Optimizado: la empresa tiene en práctica las herramientas de la Industria 4.0 estandarizadas y con técnicas de mejora continua.

Tabla 7 Niveles de industria 4.0

Nivel	Concepto	Puntaje
5	Optimizado	1891-2262
4	Estandarizado	1513-1890
3	Parcial	1135-1512
2	Principiante	757-1134
1	Consciente	378-756
0	Inconsciente	0-377

Ya que se ha definido su nivel I4.0 se procede con la segunda etapa del diagnóstico donde se asesora a la empresa de acuerdo con sus necesidades para alcanzar el siguiente nivel tecnológico, proporcionando información acerca de expertos en el tema en el que necesitan mejorar, su beneficio económico, tiempos, etc.

3.1.3. Análisis

Existen cinco clasificaciones para la ponderación de las preguntas, y cada pregunta tiene un grado de relevancia que se considera en el momento de la evaluación. Asimismo, las preguntas que tienen mayor ponderación son las relacionadas con las tecnologías de la industria 4.0 (ver Tabla 8).

Tabla 8 Clasificación de la ponderación de las preguntas

Ponderación			
General	1	Blockchain	2
Difusión	3	Materiales Avanzados	2
Aplicación	9	Inteligencia artificial	2
Desarrollo	12	Big Data	2
Definición	6	Simulación	2
		Realidad Aumentada	2
		La nube	2
		Seguridad informática	2
		Internet de las cosas	2
		Sistemas	2
		Robótica	2
		Manufactura aditiva	2

Existen tres tipos de respuestas para el análisis de las preguntas; por tal manera, hay tres categorías de respuestas posibles para definir el puntaje de la empresa participante (ver **Tabla 9**).

Tabla 9 Categorías de Respuestas

Porcentaje	Concepto		
	A	B	C
0%	No se tiene	Nulas	No
25%	No se utiliza, pero se tiene planeado implementarlo	Básicas	N/A
50%	Se utiliza sin estar estandarizado	Intermedias	En proceso
75%	Se utiliza y se tiene estandarizado	N/A	N/A
100%	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado	Expertas	Si

Como se mencionó anteriormente se cuenta con distintas ponderaciones para determinar el peso de cada uno de los reactivos del cuestionario, por tal motivo, se definió la siguiente ecuación para calcular el puntaje de las empresas participantes de acuerdo con sus respuestas.

$$r = (a)(c)(it) \quad (1)$$

$$Puntaje = \sum_{k=1}^{n=178} r_k \dots r_n \quad (2)$$

Donde:

- r = Reactivos
- a = Porcentaje de respuesta
- c = Ponderación de acuerdo a la clasificación de la pregunta

it = Ponderación de las preguntas acerca de tecnologías de la I4.0

El resultado obtenido se verificará en la **Tabla 7** para definir el nivel I4.0 de la empresa participante.

3.1.3.1. Ejemplo

Para dejar en claro la sección de análisis anterior, a continuación, se muestra un ejemplo de una de las secciones de la hoja de Excel donde se analizan los datos de las empresas participantes.

Tabla 10 Ejemplo de identificación de puntaje para un parámetro

	#		Cat.	Porcentaje					Ponderación			Respuesta	
Robótica	150	48	B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Difusión	3	2	0.25	1.5
	151		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Difusión	3	2	0.25	1.5
	152		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Difusión	3	2	0.00	0
	153		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Difusión	3	2	0.00	0
	154	49	B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Definición	6	2	0.25	3
	155		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Definición	6	2	0.25	3
	156		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Definición	6	2	0.25	3
	157		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Definición	6	2	0.25	3
	158		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Definición	6	2	0.25	3
	159		B	0.00	0.25	0.50	N/A	1.00	Definición	6	2	0.25	3
	160	50	A	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	Aplicación	9	2	0.00	0
	161		A	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	Aplicación	9	2	0.00	0
	162		A	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	Aplicación	9	2	0.00	0
	163		A	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	Aplicación	9	2	0.00	0
	164		A	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	Aplicación	9	2	0.00	0
	165		A	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	Aplicación	9	2	0.00	0

A continuación, se muestran la definición de los conceptos utilizados en la tabla anterior (ver **Tabla 10**):

- #: Se divide en dos secciones, reactivos y preguntas.
- Cat.: Se refiere a la categoría de la pregunta (ver **Tabla 9**).
- Porcentaje: Dicho porcentaje depende del tipo de categoría de pregunta al que corresponda, para identificar los porcentajes disponibles.
- Ponderación: Esta sección se divide en las tres ponderaciones a considerar, es decir, dependiendo del tipo de pregunta se asigna el valor correspondiente a lado (ver **Tabla 8**)

así mismo, si la pregunta es referente a la I4.0 se asigna el valor 2 de lo contrario obtendrá un 1.

- Respuesta: Aquí se muestra del lado izquierda cual fue el porcentaje que le corresponde al participante de las posibilidades mostradas en la sección “Porcentaje” y del lado derecho tenemos el resultado correspondiente al reactivo considerando las ponderaciones.

Para identificar el resultado por parámetro se utiliza la formula antes vista, pero se debe tomar como “k” el primer reactivo del parámetro a considerar y como “n” el ultimo del mismo, es decir:

$$r_{150} = (0.25)(3)(2) \quad (3)$$

$$r_{150} = 1.5 \quad (4)$$

$$\text{Puntaje } x \text{ Parámetro} = \sum_{k=165}^{n=150} r_{150} \dots r_{165} \quad (5)$$

$$\text{Puntaje } x \text{ Parámetro} = 1.5 + 1.5 + 0 + 0 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \quad (6)$$

$$\text{Puntaje } x \text{ Parámetro} = 21 \quad (7)$$

Cabe destacar que para el resultado anterior se define solamente el puntaje para uno de los parámetros por tal motivo se denomina al resultado como “Puntaje x Parámetro”.

3.1.4. Diagnóstico

Ya que se ha definido su nivel I4.0 se procede con la segunda etapa del diagnóstico donde se asesora a la empresa de acuerdo con sus necesidades para alcanzar el siguiente nivel tecnológico, proporcionando información acerca de sus fortalezas y debilidades en cuanto a la industria 4.0 así como la ayuda de expertos en el área para alcanzar el siguiente nivel tecnológico (*Anexo B*).

3.1.5. Mejoras

A lo largo de la investigación se obtuvieron distintos resultados los cuales se fueron perfeccionando para la obtención de la herramienta BC 4.0.

Uno de los cambios más relevantes para la elaboración de esta herramienta fue el tipo de formato ya que un inicio se estaba trabajando en un cuestionario en formato Word con funciones de opción múltiple y relleno, así mismo, dicho formato contaba con ms de 17 preguntas incluyendo preguntas acerca de las tres primeras revoluciones industriales (Figura 12).

  																								
<h2 style="margin: 0;">Diagnostico Interno</h2>																								
<p>La siguiente encuesta tiene como fin identificar los elementos de cada una de las revoluciones industriales dentro de su empresa para definir en qué punto de innovación se encuentra. </p> <p>De antemano, gracias por su participación.</p>																								
Nombre de la empresa	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.																							
Puesto	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.																							
Ciudad	Ensenada, B.C.																							
¿Se cuenta con plantas fuera del estado? ¿Cuántas?	0																							
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Tamaño de la empresa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/> Micro (de 0 a 10 de empleados)</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pequeña (de 11 a 50 empleados)</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> Mediana (de 51 a 250 empleados)</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Grande (Mayor a 250 empleados)</td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño de la empresa	<input type="radio"/> Micro (de 0 a 10 de empleados)	<input type="radio"/> Pequeña (de 11 a 50 empleados)	<input checked="" type="radio"/> Mediana (de 51 a 250 empleados)	<input type="radio"/> Grande (Mayor a 250 empleados)	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">¿A qué sector pertenece?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/> Aeroespacial</td> <td><input type="radio"/> Logística</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> Alumbrado y eq. eléctrico</td> <td><input type="radio"/> Productos de madera</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Automotriz</td> <td><input type="radio"/> Prod. químicos derivados</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Dispositivos médicos</td> <td><input type="radio"/> Prod y serv. para la construcción</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Elaboración y procesamiento de alimentos</td> <td><input type="radio"/> Serv. de apoyo a los negocios</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Hotelería y turismo</td> <td><input type="radio"/> Servicios de salud</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Insumos y servicios agrícolas</td> <td><input type="radio"/> Tec. de la info e instrumentación analítica</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Otro</td> <td>Textil</td> </tr> </tbody> </table>	¿A qué sector pertenece?		<input type="radio"/> Aeroespacial	<input type="radio"/> Logística	<input checked="" type="radio"/> Alumbrado y eq. eléctrico	<input type="radio"/> Productos de madera	<input type="radio"/> Automotriz	<input type="radio"/> Prod. químicos derivados	<input type="radio"/> Dispositivos médicos	<input type="radio"/> Prod y serv. para la construcción	<input type="radio"/> Elaboración y procesamiento de alimentos	<input type="radio"/> Serv. de apoyo a los negocios	<input type="radio"/> Hotelería y turismo	<input type="radio"/> Servicios de salud	<input type="radio"/> Insumos y servicios agrícolas	<input type="radio"/> Tec. de la info e instrumentación analítica	<input type="radio"/> Otro	Textil
Tamaño de la empresa																								
<input type="radio"/> Micro (de 0 a 10 de empleados)																								
<input type="radio"/> Pequeña (de 11 a 50 empleados)																								
<input checked="" type="radio"/> Mediana (de 51 a 250 empleados)																								
<input type="radio"/> Grande (Mayor a 250 empleados)																								
¿A qué sector pertenece?																								
<input type="radio"/> Aeroespacial	<input type="radio"/> Logística																							
<input checked="" type="radio"/> Alumbrado y eq. eléctrico	<input type="radio"/> Productos de madera																							
<input type="radio"/> Automotriz	<input type="radio"/> Prod. químicos derivados																							
<input type="radio"/> Dispositivos médicos	<input type="radio"/> Prod y serv. para la construcción																							
<input type="radio"/> Elaboración y procesamiento de alimentos	<input type="radio"/> Serv. de apoyo a los negocios																							
<input type="radio"/> Hotelería y turismo	<input type="radio"/> Servicios de salud																							
<input type="radio"/> Insumos y servicios agrícolas	<input type="radio"/> Tec. de la info e instrumentación analítica																							
<input type="radio"/> Otro	Textil																							
<p><i>La cuarta revolución o industria 4.0, es una nueva forma de organización y</i></p>																								

Figura 12 Primer prototipo de la BC 4.0

Sin embargo, se detectó que el formato Word era poco amigable para las empresas debido al riesgo que representa el descargar ese tipo de archivos en compañías grandes, es por esto por lo que se decidió emigrar a la plataforma de Google Forms (Anexo A), facilitándole el proceso a los participantes. Así mismo se determinó incrementar en número de preguntas de la herramienta enfocándose solamente en preguntas relacionadas a la empresa, a la cuarta revolución industrial y programas de gestión y difusión, con el fin de obtener un resultado más preciso respecto al tema (Figura 13).

Conectividad y
Cómputo

Service

Diagnóstico Interno

1

Esta herramienta nos permitirá recolectar datos que servirán para definir el nivel de conocimiento, compromiso y adopción de las tecnologías de Industria 4.0 de una empresa y su organización. Al final de la investigación se enviarán los resultados de su participación con algunos comentarios para la aplicación estratégica de tecnologías que lleven a su empresa u organización al siguiente nivel en el contexto de Industria 4.0

Cabe mencionar que los datos y resultados son de carácter confidencial y con fines de investigación académica. Y serán de gran utilidad para la consolidación de un instrumento de medición que será el punto de partida para formalizar la intervención solicitada por empresas interesadas en iniciar el proceso de transformación digital

Agradecemos de antemano su valiosa participación en el proceso de calibración de esta versión piloto.

***Obligatorio**

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

Indicadores BC 4.0

plane
tubo
ad
ca

Figura 13 Etapa final de la BC 4.0

3.1.6. El estado

Es importante destacar que para esta sección no se está tomando una muestra representativa del estado, esto debido al escaso número de participantes durante la investigación por cuestiones de tiempos. Sin embargo, se realizó un promedio con las respuestas de los participantes del Estado de Baja California con el fin de obtener un estimado del estado de acuerdo a su nivel tecnológico en base a la industria 4.0.

3.2. Cronograma

El proyecto tiene desarrollo desde el 27 de julio del 2018, fecha en la cual se inició la investigación acerca del tema para tener un panorama extenso acerca de la industria 4.0, así mismo, se programaron las actividades necesarias para finalizar a finales de septiembre de 2019, debido a que debe ser presentado al finalizar el último trimestre de la maestría una vez aprobado por el comité asignado (ver Figura 14).

Actividades/Mes		2018						2019									
		Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Estado del arte		█															
Cuestionario					█												
Anteproyecto	Inv. Part 1				█												
	Inv. Part 2					█											
Poster ISAR						█											
Capítulo del libro								█									
Inovathon								█									
TechConnect world Innovation	Abstract							█									
	Documento							█									
	Conferencia										█						
Visitas											█						
Análisis de datos											█						
Artículo													█				
Tesis														█			
Correcciones		█															
Revisiones		█															

Figura 14 Cronograma de actividades

Capítulo 4. Resultados y Discusiones

4.1. Participantes

La BC 4.0 inicialmente fue probada con cinco participantes del Estado de Baja California, sin embargo, con el fin de ver más a detalle el resultado de la herramienta se mostrará el resultado de dos participantes (El de mayor y menor resultado de acuerdo con la escala BC 4.0) de manera más específica.

4.1.1. Participante 2

A continuación, se presenta los resultados del participante con menor puntaje, en este caso denominado como participante 2, dicha empresa ubicada en la ciudad de Ensenada es considerada de tamaño mediano de acuerdo con la clasificación de la secretaria de la secretaría de economía (*Anexo C*)

Tabla 11 Puntaje por categoría, participante 2

<i>Manufactura Inteligente</i>	<i>%</i>	<i>Real</i>	<i>Máximos</i>
<i>Empleados</i>	17%	33	195
<i>Estrategia y organización</i>	5%	6	123
<i>Conectividad y computo</i>	13%	70.5	528
<i>Análisis</i>	5%	31.5	660
<i>Productos y servicios</i>	0%	0	390
<i>Maquinaria</i>	0%	0	366
	6%	141	2262

Como se puede observar en la tabla anterior (**Tabla 11**) el participante obtuvo un puntaje de 141 de los 2,262 puntos posibles, es decir, un 6% del puntaje total, logrando así el nivel 0 de la *Tabla 7 Niveles de industria 4.0*, es decir, se considera en nivel inconsciente (la empresa no tiene en mente el concepto de Industria 4.0).

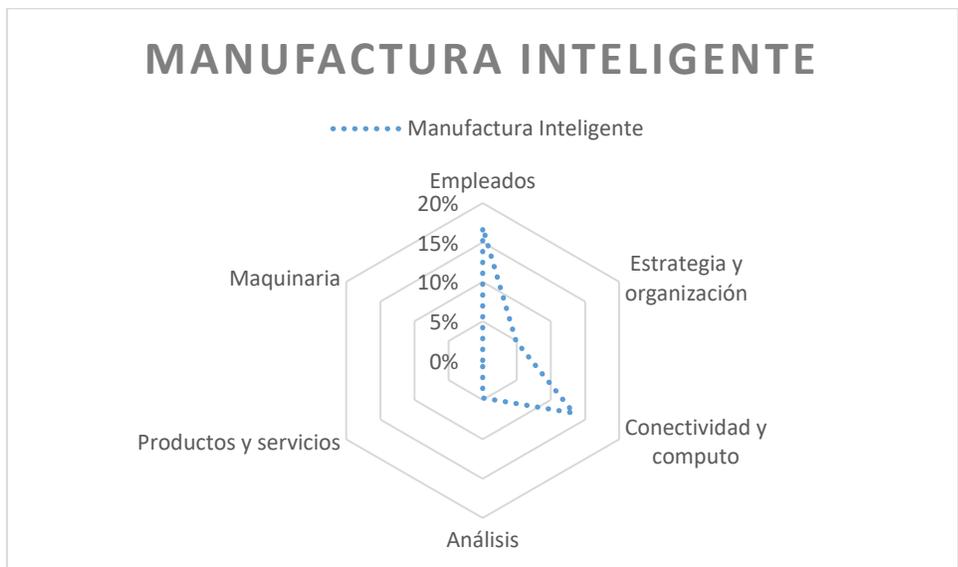


Figura 15 Porcentaje por categoría, participante 2

En el gráfico anterior (Figura 15) se puede observar de manera más sencilla como el participante 2 destaca en las categorías de Empleados y Conectividad y computo, sin embargo, sus porcentajes son menores al 20%, es decir, a pesar de que son sus categorías más fuertes no se tiene un impacto relevante en cuanto a industria 4.0.

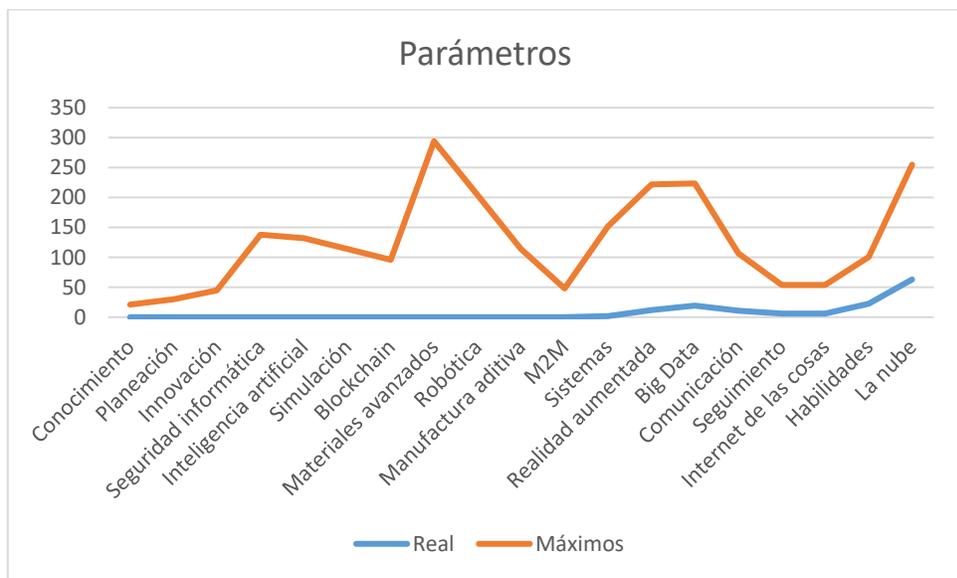


Figura 16 Puntaje real y máximos de los parámetros, participante 2

Como se muestra en el gráfico anterior (Figura 16) existe una gran diferencia entre el puntaje más alto de la herramienta y el resultado obtenido por parte del participante 2, así mismo, se puede apreciar que en ninguno de los parámetros logra acercarse de manera significativa al puntaje deseado.

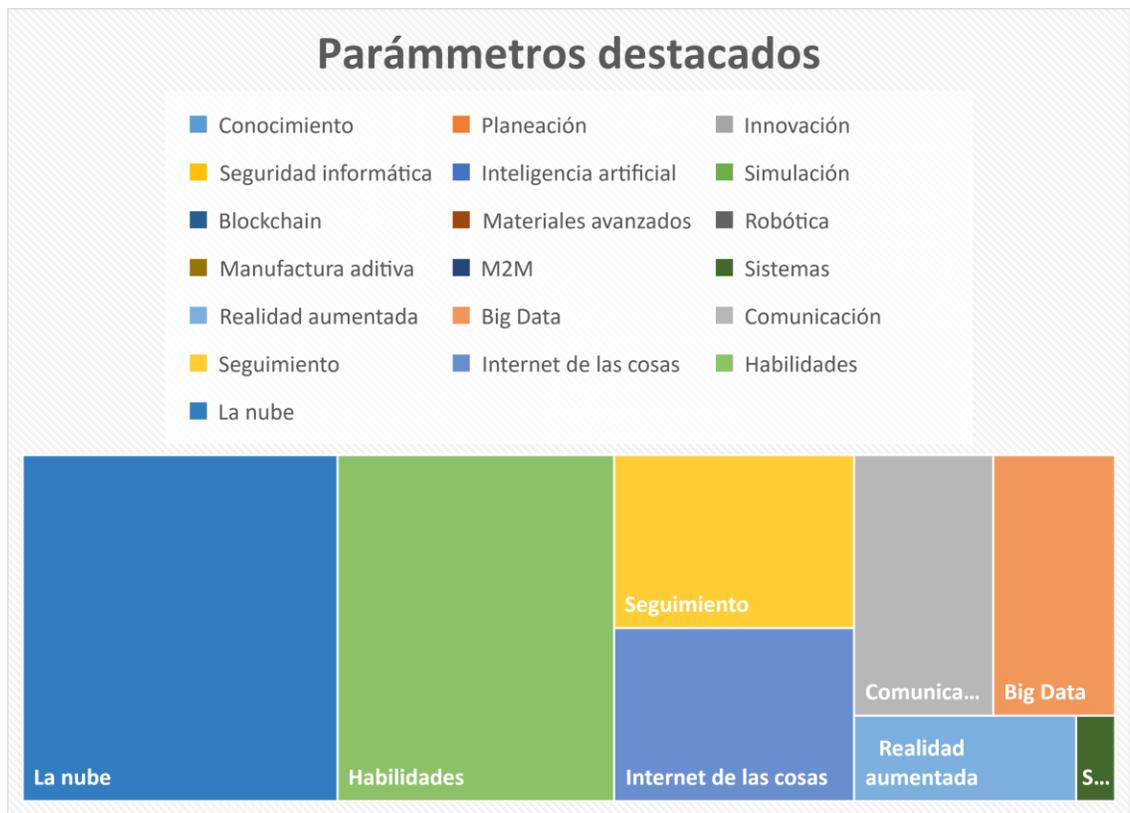


Figura 17 Parámetros destacados, participante 2

Como se mencionó anteriormente ninguno de los parámetros tiene una puntuación muy elevada, sin embargo, 8 de los 19 de éstos, obtuvo un porcentaje entre el 1% y el 33%, siendo “La nube” el de mayor porcentaje, seguido de “Habilidades”. Cabe destacar que muchos de los parámetros con resultado de 0% se trataban de tecnologías muy avanzadas para una empresa Mediana como: “inteligencia artificial” o “materiales avanzados”, no obstante, es importante que por lo menos los altos mandos tengan conocimiento de este tipo de tecnologías ya que podría ser beneficioso para un futuro o para procesos específicos.

4.1.2. Participante 4

A continuación, se presenta los resultados del participante con mayor puntaje, en este caso denominado como participante 4, dicha empresa ubicada en la ciudad de Ensenada es considerada de tamaño grande de acuerdo con la clasificación de la secretaria de la secretaría de economía (*Anexo C*) así mismo, dicho participante con 18 plantas, algunas de estas ubicadas fuera del Estado.

Tabla 12 Puntaje por categoría, participante 4

<i>Manufactura Inteligente</i>	%	Real	Máximos
<i>Empleados</i>	82%	159	195
<i>Estrategia y organización</i>	95%	117	123
<i>Conectividad y computo</i>	73%	384	528
<i>Análisis</i>	23%	153	660
<i>Productos y servicios</i>	0%	0	390
<i>Maquinaria</i>	6%	21	366
	37%	834	2262

Como se puede observar en la tabla anterior (*Tabla 12*) el participante obtuvo un puntaje de 834 de los 2,262 puntos posibles, es decir, un 37% del puntaje total, logrando así el nivel 2 de la **Tabla 7 Niveles de industria 4.0**, es decir, se considera en nivel principiante (la compañía tiene conocimiento sobre la Industria 4.0 y tiene algunos elementos en la práctica).

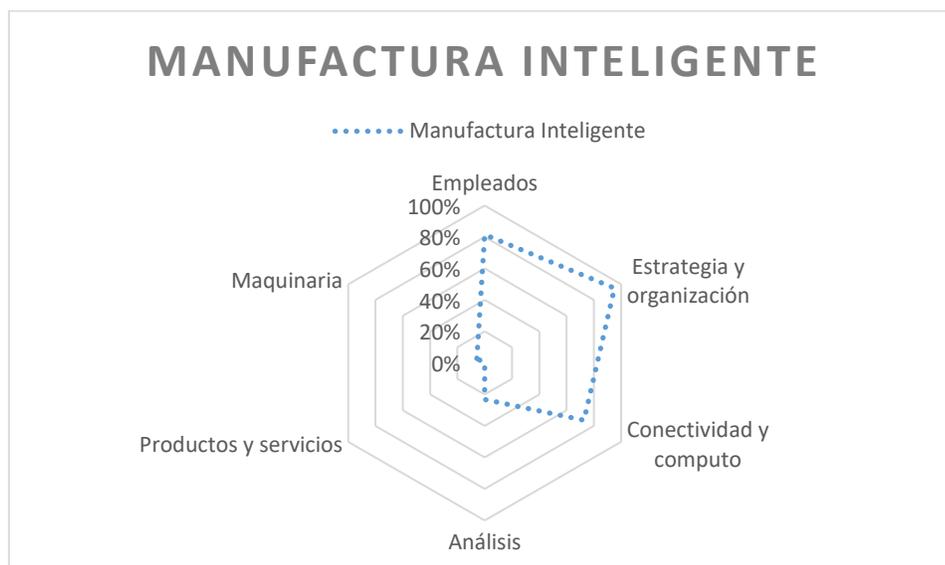


Figura 18 Porcentaje por categoría, participante 4

En el gráfico anterior (Figura 18) se puede observar de manera más sencilla como el participante 4 destaca en las categorías de Estrategia y organización, Empleados y Conectividad y computo, demostrando que la empresa tiene una buena gestión en cuanto la incursión de la industria 4.0

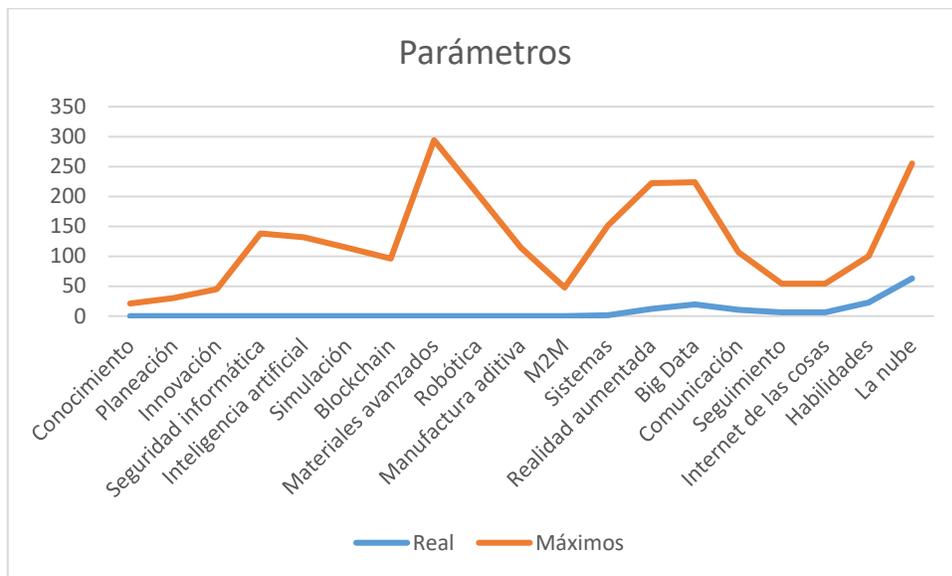


Figura 19 Puntaje real y máximos de los parámetros, participante 4

Como se muestra en el gráfico anterior (Figura 19) existen algunos puntos donde el puntaje obtenido es muy lejano a lo que se desea, no obstante, los puntajes altos son muy cercanos al puntaje más alto como en el caso de conocimiento, planeación o innovación.



Figura 20 Parámetros destacados, participante 4

Como se puede ver en el gráfico anterior (Figura 20) se tienen parámetros que alcanzan el 100%, es decir, que obtienen la máxima puntuación de acuerdo a sus respuestas, así mismo, se observa como que a pesar de que solo 14 parámetros tuvieran un porcentaje mayor al 0%, se obtuvo resultados muy altos, esto debido a que no solo son conscientes de las tecnologías sino que se tienen reforzadas, refiriéndonos a tecnologías base para una empresa grande como lo es Seguridad informática, Big Data y la nube.

4.2. El Estado

Como se mencionó anteriormente se obtuvo respuesta de cinco participantes en el Estado de Baja California. En base a las respuestas obtenidas se definió un promedio para identificar cuáles son las categorías y parámetros más fuertes del estado, así como sus debilidades, en base al promedio obtenido por los participantes.

Tabla 13 Puntaje de los participantes

Empresa	Tamaño	Ciudad	Puntaje	Nivel
1	Grande	Ensenada	233.25	0
2	Mediana	Ensenada	141	0
3	Grande	Tijuana	522	1
4	Grande	Ensenada	834	2
5	Grande	Ensenada	546.75	1

Como se muestra en la tabla anterior (*Tabla 13*) ninguno de los participantes sobrepasa del nivel 2 de acuerdo a la *Tabla 7 Niveles de industria 4.0*.

Tabla 14 Promedio categorías de los participantes

Manufactura Inteligente	Promedio	Máximos	%
Empleados	85.8	195	44%
Estrategia y organización	48.9	123	40%
Conectividad y computo	183.9	528	35%
Análisis	82.5	660	13%
Productos y servicios	19.5	390	5%
Maquinaria	34.8	366	10%
	455.4	2262	20%

Como se puede observar en la tabla anterior (*Tabla 14*) al obtener un promedio de los cinco participantes se obtiene un puntaje de 455.4 de los 2,2662, es decir un 20% del puntaje máximo, ubicando al estado en un nivel 1, es decir, consciente (la empresa tiene un ligero conocimiento de la Industria 4.0).

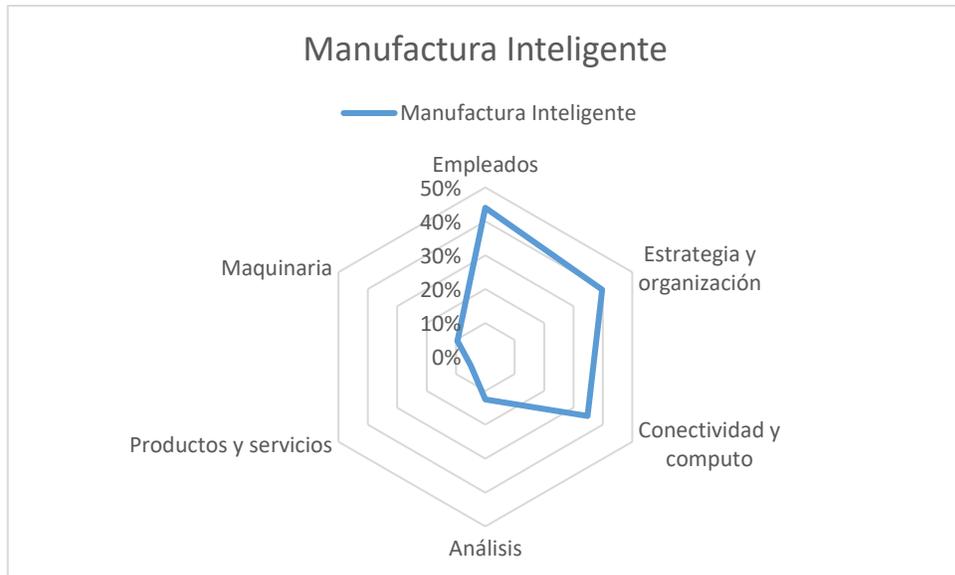


Figura 21 Porcentaje por categoría, promedio

Como se puede observar en la gráfica anterior se tienen tres categorías fuertes en el Estado: Estrategia y organización, Empleados y Conectividad y computo, dichas categorías están centradas en la parte de gestión y difusión además de considerar las tecnologías base de la cuarta revolución industrial como lo es la nube y seguridad informática.

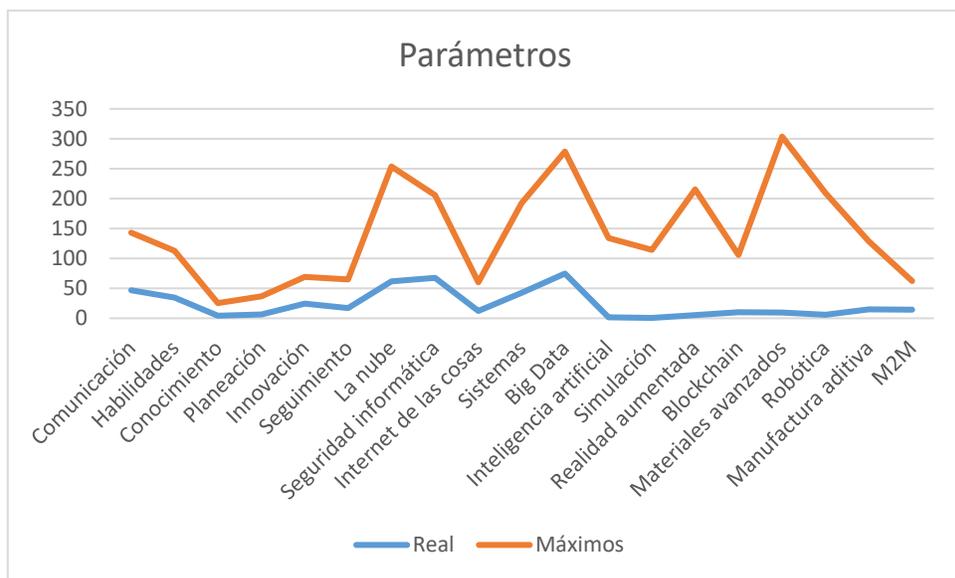


Figura 22 Puntaje real y máximos de los parámetros, promedios

Como se observa en la gráfica anterior (Figura 22) se tienen la mayoría de los parámetros acercado al puntaje deseado, sin embargo, ninguno de estos es mayor al 60%, así mismo se muestra como las tecnologías más complejas se encuentran muy debajo de lo deseado.



Figura 23 Parámetros destacados, promedios

Como se puede observar en la gráfica anterior (Figura 23) ninguna de las categorías de la herramienta se encuentra en 0%, sin embargo, el porcentaje más alto es del 54% perteneciendo al parámetro de Innovación, es decir, una de las categorías relacionadas a la gestión, seguido de seguridad informática y comunicación con el 49%, siendo la primera de las tecnologías bases de la industria 4.0, sin embargo la segunda también se encuentra como un parámetro de gestión.

Capítulo 5. Conclusiones

Gracias a los distintos prototipos de la herramienta de diagnóstico se definió con el apoyo de expertos en el área, que para un mejor análisis de los participantes la herramienta debía abarcar no solo categorías de la industria 4.0 sino temas de gestión, por tal motivo se definió que la herramienta constaría de definieron 6 categorías y 19 parámetros en los cuales se distribuyen las 12 tecnologías de la I4.0 así como preguntas de acerca de la gestión y difusión de la empresa respecto al tema.

De esta manera se pudo detectar las fortalezas y debilidades de los participantes en cuanto a las categorías y parámetros de la empresa, observando que las categorías más fuertes son “Empleados” y “Estrategia y organización”, siendo estas categorías de difusión y planeación.

Así mismo gracias a la BC 4.0 se puede detectar nivel de industria 4.0 de los participantes, concluyendo que el 40% de los participantes se encuentran en nivel 0 (inconsciente), otro 40% obtuvo nivel 1 (consciente) y solo el 20% logro el nivel 2 (principiante) siendo este último el participante con la empresa masa grande al contar con 18 plantas alrededor de todo el país, mostrando que el tamaño de la planta es un factor influyente en cuanto al nivel adquirido.

En cuanto al estado siendo este un promedio de los participantes se puede definir que en general hace falta iniciativas y programas por parte del gobierno para la implementación de estas tecnologías ya que las empresas no están bien informadas de esta cuarta revolución y sus beneficios.

Así mismo cabe destacar que la herramienta se encuentra en revisión por parte de expertos ubicados en Monterrey ((capital del Estado de Nuevo León, uno de los estados más desarrollados en el tema con su iniciativa NL 4.0), para aplicar las modificaciones necesarias de un punto de vista mas experimentado.

Trabajo a futuro

Por cuestiones de tiempo, se trabajó con la versión prototipo de la herramienta BC 4.0, sin embargo, se pretende seguir trabajando con el proyecto, donde se pueda incluir la opinión de expertos de otros estados y realizar un diagnóstico más preciso en cuanto al clúster y giro de la empresa, además de conseguir la colaboración de más empresas para poder dar un resultado más preciso acerca del nivel del Estado en cuanto a la Industria 4.0.

Referencias bibliográficas

- Anderl, R. (09 de 10 de 2014). *Industrie 4.0, Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/270392830_Industrie_40_-_Advanced_Engineering_of_Smart_Products_and_Smart_Production_09_October_2014
- Arrieta, E. (08 de 11 de 2017). *Diez empresas que lideran la Industria 4.0*. Obtenido de La Cuarta Revolución Industrial: <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/11/08/59f8a85922601d1b458b4618.html>
- ATIGA. (2017). *Oportunidades industria 4.0 en Galicia*. Galicia: IGAPE.
- Azizi, A. (2019). Applications of Artificial Intelligence Techniques in Industry 4.0. En A. Azizi, *Applications of Artificial Intelligence Techniques in Industry 4.0* (págs. 7-10). Muscat: Springer.
- Bartodzie, C. (2017). *The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis of Technologies and applications in Production Logistic*. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler.
- Bartodziej, C. J. (2017). *The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics*. En C. J. Bartodziej, *The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics* (págs. 32-38). Berlín: Springer.
- Basco, A. (2018). *Industria 4.0, fabricando el futuro*. Buenos Aires: Banco internacional de desarrollo.
- Basco, A. I. (07 de 2018). *Industria 4.0, fabricando el mundo*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo.: <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>
- Bloem, J. (2014). The Fourth Industrial Revolution. En J. Bloem, *The Fourth Industrial Revolution* (pág. 13). Sogeti.
- Bruno, J. (2015). El futuro es ahora. *Manufactura*, 47-49.
- Capilla, R. (03 de 10 de 2017). *¿Qué es la industria 4.0?* Obtenido de CONACYT, Agencia informativa: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/18282-la-industria-4-0>
- CENFIM. (2018). *CENFIM*. Obtenido de HABITAT 4.0: <https://www.cenfim.org/es/area-de-innovacion/proyectos/1483-habitat-4-0-5>
- Chun, K. W. (29 de 11 de 2019). *A Study on Research Trends of Technologies for Industry 4.0*. Obtenido de Advanced Multimedia and Ubiquitous Engineering: https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-981-13-1328-8_51
- Dabić, M. (2016). Antecedents of Entrepreneurial Universities: From the First Industrial Revolution to Knowledge Economy. En D. M, *Antecedents of Entrepreneurial Universities: From the First Industrial Revolution to Knowledge Economy*. (págs. 50-54). New York: Palgrave Macmillan.
- Díaz, J. (2019). Blockchain. En J. Díaz, *Blockchain*. Madrid: Csic.
- Domínguez, H. (2018). Así es la fábrica más inteligente de Europa. *Manufactura*, 30-31.
- eclipse.org. (12 de 2017). *eclipse.org*. Obtenido de Open Source Software for industry 4.0: <https://iot.eclipse.org/resources/white-papers/Eclipse%20IoT%20White%20Paper%20-%20Open%20Source%20Software%20for%20Industry%204.0.pdf>

- Ernst & Young LLP. (2018). *Cybersecurity for industry 4.0*. Obtenido de Cybersecurity implications for government, industry and homeland security: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-cybersecurity-for-industry-4-0/\\$File/ey-cybersecurity-for-industry-4-0.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-cybersecurity-for-industry-4-0/$File/ey-cybersecurity-for-industry-4-0.pdf)
- Furht B. (2008). *Virtual Reality*. Obtenido de Encyclopedia of Multimedia: https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-0-387-78414-4_255
- Garrel, A. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Barcelona: Marge books.
- Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0 The industrial Internet of Things. En A. Gilchrist, *Industry 4.0 The industrial Internet of Things* (pág. 3). New York: Apress.
- Gleason, N. W. (2018). *Hogher education in the era of the fourth industrial revolution*. Singapore: Palgravemacmille.
- González, J. (2017). Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar. En J. González, *Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar* (pág. 10). Madrid: Real academia d elas ciencias morales y políticas.
- ICluster. (2017). *ICluster*. Obtenido de <https://icluster.spribo.com/icluster>
- IMCO Staff. (s.f.). *Mapa de Ruta 2025*. Obtenido de IMCO: https://imco.org.mx/telecom_y_tics/mapa_de_ruta_tic_2025/
- Imprint. (03 de 2018). *Plattform Industrie 4.0*. Obtenido de Digital transformation: https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/plattform-flyer-en.pdf?__blob=publicationFile&v=8
- INEGI. (Febrero de 2019). Obtenido de Estadística del programa de la industria manufacturera, maquiladora de servicios de exportación: <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturasesp/>
- Instituto Tecnológico de Aragón. (2018). *Guia para la transformación digital de pymes industriales*. Obtenido de Creative Commons BY NC: https://aragonindustria40.es/guia-industria40-pymes-industriales/Guia_Transformacion_digital_pymes_industriales.pdf
- Invest in Baja*. (2013). Obtenido de IMMEX: <http://www.investinbaja.gob.mx/es/ambiente-negocios/immex>
- ISO 8373. (2013). *ISO 8373*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en>
- Joyanes, L. (2016). *Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es › descarga › articulo>
- Lele, A. (2019). Disruptive Technologies for the Militaries and Security, Smart Innovation. En A. Lele, *Disruptive Technologies for the Militaries and Security, Smart Innovation* (págs. 205-209). Singapore: Springer .
- Lichtblau, D. K. (2015). *Industry 4.0 Readiness-Check*. Obtenido de IMPULS: <https://www.industrie40-readiness.de/?lang=en>
- Lordache, O. (2017). Implementing Polytope Projects for Smart Systems. En O. Lordache, *Implementing Polytope Projects for Smart Systems* (pág. 141). Suiza: Montereal: Springer.
- Mckinsey & Company. (2015). *Mckinsey & Company*. Obtenido de Manufacturing next act: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>
- Miguélez, D. (12 de 2017). *La industria 4.0 en Alemania*. Obtenido de ICEX: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion->

- de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2018782189.html?idPais=DE
- Ministerio de industria, comercio y turismo. (2015). *Industria conectada 4.0*. Obtenido de HADA: <https://hada.industriaconectada40.gob.es/hada/register>
- Ministry of economy. (2018). *Crafting the future, A roadmap for industry 4.0 in México*. Abril: Prosoft 3.0.
- Nuevo León 4.0. (14 de 12 de 2017). *NL.GOB.MX*. Obtenido de Nuevo León 4.0: <http://www.nl.gob.mx/publicaciones/nuevo-leon-40>
- Nuevo León, Gobierno Ciudadano. (2018). *nl.gob.mx*. Obtenido de Nuevo León 4.0: <http://www.nuevoleon.gob.mx/nuevo-leon-40>
- PricewaterhouseCoopers. (2017). *PWC*. Obtenido de Test de Madurez Industria 4.0: <https://www.pwc.com/co/es/nuestros-servicios/consultoria/cadena-de-suministro/industria-4-0.html>
- Reader, D. (2016). *The fourth industrial revolution*. Foreign affairs.
- Red estatal de clústeres de Baja California. (2017). *ICluster Baja California*. Obtenido de Red estatal de clústeres de Baja California: <https://icluster-bajacalifornia.spribo.com/clusters>
- Rifkin, J. (2011). The Third Industrial Revolution. En J. Rifkin, *The Third Industrial Revolution* (pág. 14). Barcelona: Palgrave McMillan.
- Roberts, B. (Junio de 2015). *Research Gate*. Obtenido de The Third Industrial Revolution: Implications for Planning Cities and Regions: https://www.researchgate.net/publication/278671121_The_Third_Industrial_Revolution_Implications_for_Planning_Cities_and_Regions
- Rozenberg, D. (2018). La proveeduría también juega en la industria 4.0. *Manufactura*, 25.
- Sánchez, S. (2018). La avanzada digital regia. *Manufactura*, 58-63.
- Sarah, T. (2017). China's Economy In Transformation Under The New Normal. En T. Sarah, *China's Economy In Transformation Under The New Normal* (pág. 164). Singapur: World Scientific.
- Schroeder, W. (s.f.). *La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*. Obtenido de FRIEFRICH EBERT STIFUNG: https://www.uni-kassel.de/fb05/fileadmin/datas/fb05/FG_Politikwissenschaften/PSBRD/FES_Madrid_Schroeder_Industria_4.0_ES_01.pdf
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. En K. Schwab, *La cuarta revolución industrial* (pág. 20). Barcelona: Penguin Random House.
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. Pendiente: World economic forum.
- Secretaría de economía. (2013). *Información económica y estatal baja California*. Obtenido de Secretaría de economía: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43339/Baja_California.pdf
- Sharma, P. (2017). *Kranti Nation: India and the fourth industrial revolution*. India: Panmacmillan.
- Skilton, M. (2018). The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business. En M. Skilton, *The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business* (págs. 9-10). Suiza: Palgrave Mcmillan.
- Software Guru. (2018). Inteligencia artificial. *SG, Software Guru*, 17.
- Thames, L. (2017). Cybersecurity for Industry 4.0, Analysis for Design and Manufacturing. En L. Thames, *Cybersecurity for Industry 4.0, Analysis for Design and Manufacturing* (págs. 3-5). Birmingham: Springer.

- Torres, J. (s.f.). *MINSAIT*. Obtenido de Fabricación avanzada, más allá de la industria 4.0:
https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/fabricacion_avanzada_mas_alla_de_la_industria_4.pdf
- Vega, M. C. (2015). *Las tecnologías IOT dentro de la industria conectada: Internet of things*. Madrid: EOI.
- Webster, N. (2018). Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution. En N. Webster, *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution* (pág. 217). Singapur: Palgrave Mcmillan.

Anexos

Anexo A Cuestionario BC 4.0

Diagnóstico Interno

Esta herramienta nos permitirá recolectar datos que servirán para definir el nivel de conocimiento, compromiso y adopción de las tecnologías de Industria 4.0 de una empresa y su organización. Al final de la investigación se enviarán los resultados de su participación con algunos comentarios para la aplicación estratégica de tecnologías que lleven a su empresa u organización al siguiente nivel en el contexto de Industria 4.0

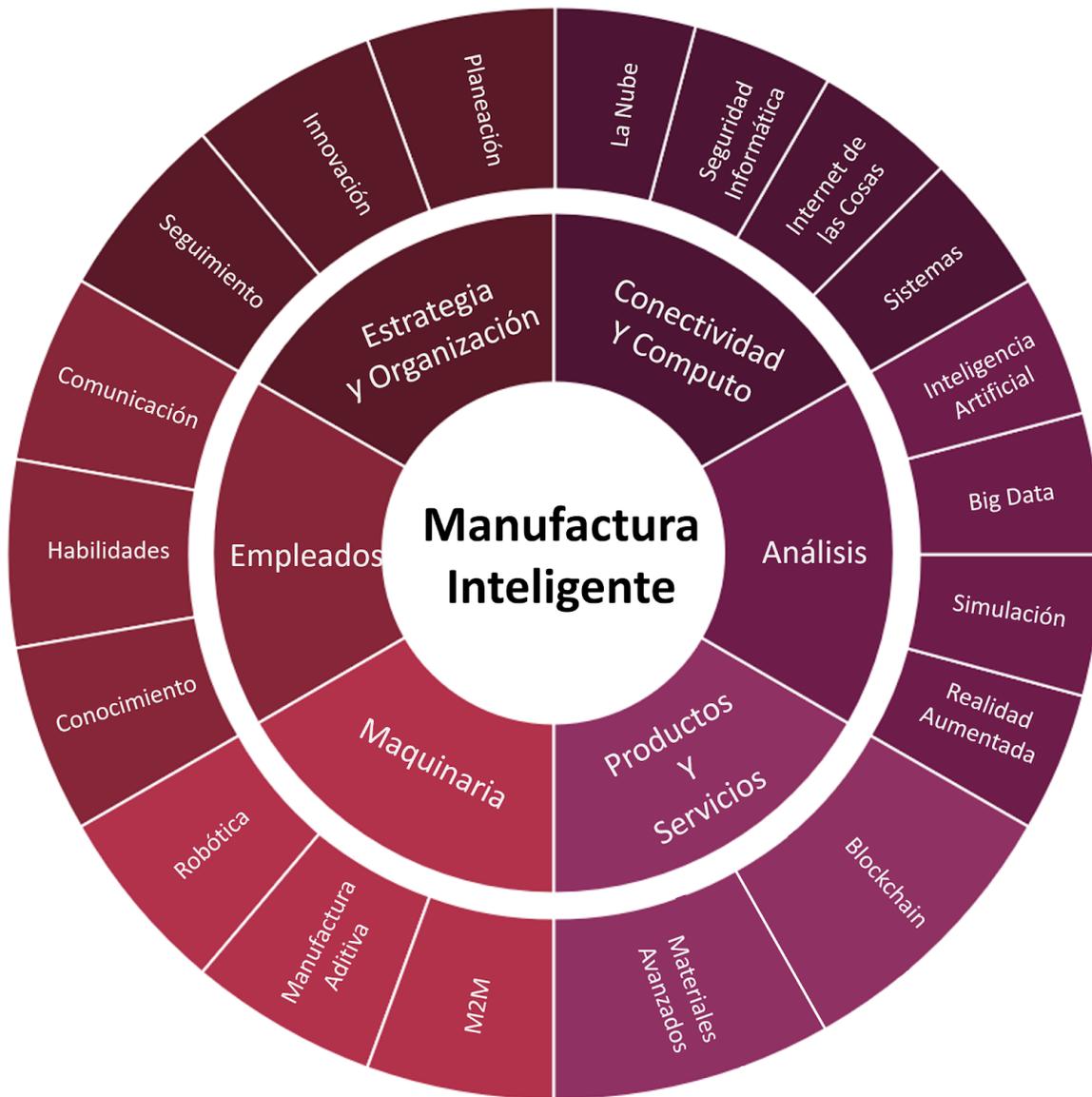
Cabe mencionar que los datos y resultados son de carácter confidencial y con fines de investigación académica. Y serán de gran utilidad para la consolidación de un instrumento de medición que será el punto de partida para formalizar la intervención solicitada por empresas interesadas en iniciar el proceso de transformación digital

Agradecemos de antemano su valiosa participación en el proceso de calibración de esta versión piloto.

***Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico *

Indicadores BC 4.0



Niveles BC 4.0



2. Nombre

3. Nombre de la empresa *

4. Ciudad en la que se ubica *

5. ¿Se cuenta con plantas fuera del estado?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

6. ¿Cuántas?

7. Tamaño de la empresa de acuerdo a la clasificación de la Secretaría de Economía *

Estratificación				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

*mdp = Millones de Pesos

Marca solo un óvalo.

Micro

Pequeña

Mediana

Mayor a las anteriores

8. ¿A qué sector económico pertenece su empresa?

Marca solo un óvalo.

- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- Construcción
- Comercio
- Energía
- Industria manufacturera
- Minería
- Otros servicios
- Transportes
- Turismo
- Otro: _____

9. ¿A qué clúster pertenece su empresa? *

Marca solo un óvalo.

- Aeroespacial
- Alumbrados y equipos electrónicos
- Automotriz
- Dispositivos médicos
- Elaboración y procesamiento de alimentos
- Hotelería
- Insumos y servicios agrícolas
- Logística
- Productos de madera
- Productos químicos derivados
- Productos y servicios para la construcción
- Servicios de apoyo a los negocios
- Servicios
- Tecnologías de la información e instrumentación analítica
- Ninguno
- Otro: _____

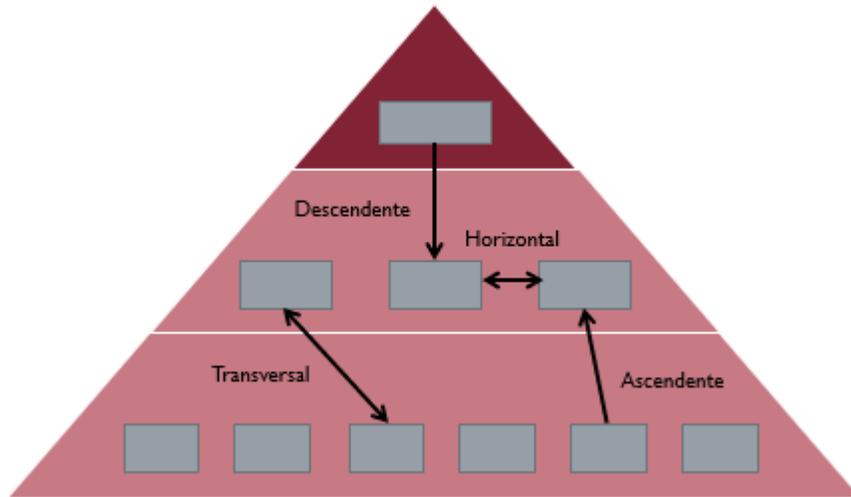
Empleados

Manufactura inteligente

Comunicación

La comunicación es la transferencia de un mensaje, de un emisor a un receptor, en el aspecto empresarial nos referimos al intercambio de información dentro y fuera de una empresa con un fin previamente planificado.

10. ¿Qué conocimiento existe dentro de la empresa acerca de los tipos de comunicación? *



Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Descendente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Horizontal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transversal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ascendente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Se utiliza alguna de estas herramientas dentro de la empresa para fomentar la comunicación? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Sí	No	En proceso
Verbal, puertas abiertas o juntas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Notas, boletines o tablón de anuncios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conferencias, cursos, o seminarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correo electrónico o página de la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. ¿Qué tan eficiente considera la comunicación interna de la empresa en los siguientes puntos? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Motivación del trabajador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambio de actitudes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mejora de productividad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Habilidades

Aptitud para realizar una tarea.

13. Los empleados cuentan con habilidades **Marca solo un óvalo por fila.*

	Nulas	Básicas	Intermedias	Expertas
Digitales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Técnicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. ¿Que tan desarrolladas tienen las siguientes "Soft Skills" los empleados de su empresa? *

Soft Skills, en español conocidas como habilidades blandas, son aquellas habilidades interpersonales.

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulas	Básicas	Intermedias	Expertas
Creatividad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coordinación en equipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inteligencia emocional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adaptabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión de tiempos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Conocimientos

Facultad para comprender por medio de la razón, naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas.

15. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la "Industria 4.0" del personal de la empresa **Marca solo un óvalo por fila.*

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. ¿Se desarrollan competencias y métodos de gestión para la industria 4.0? **Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- En proceso

Estrategia y Organización

Manufactura inteligente

Planeación

17. ¿En qué etapa se encuentra implementada la estrategia industria 4.0 en su empresa? *

Marca solo un óvalo.

- No existe una estrategia
- En planeación
- A nivel piloto
- En escalamiento
- En ejecución

18. ¿Se tiene identificado que áreas de la empresa se ven afectadas por la industria 4.0? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- En proceso

19. ¿Se tienen identificados los recursos y competencias que se requieren para la industria 4.0? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- En proceso

20. ¿Se tiene definida una persona responsable para el desarrollo de la estrategia industria 4.0? *

Marca solo un óvalo.

- No se tiene
- Líder o técnico
- Mando medio
- Nivel directivo

Innovación

La innovación es el arte de aplicar, en condiciones nuevas, en un contexto concreto y con un objetivo preciso las ciencias y las técnicas.

21. ¿Se practica alguno de estos tipos de innovación de manera constante? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Sí	No	En proceso
Incremental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De procesos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En el servicio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En el modelo de negocio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ecológica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seguimiento

Se refiere al seguimiento que se les da a los proyectos de la empresa una vez implementados.

22. ¿Qué tan eficientes son las siguientes técnicas para darle seguimiento a los proyectos? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Parámetros de control específicos de control	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Actualización de información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vías de retroalimentación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evaluación de soluciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Conectividad y Computo

Manufactura inteligente

La nube

Modelo que permite acceso remoto, según nuestras necesidades y bajo demanda, y a través de una red de comunicaciones, a un conjunto compartido de recursos de cómputo configurables.

23. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la nube del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. ¿Qué tipo de servicio de nube utilizan en su empresa y que tan eficiente es? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Privada: Administrada por un tercero para un cliente en específico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pública: Recursos compartidos, suministrados y medidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Híbrido: Combinación de la privada con la pública	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Multi-nube: Uso de distintos desarrolladores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. ¿Qué uso se le da a la nube? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se tiene	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Software de la nube básico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Almacenamiento de información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seguridad Informática

Se encarga de diseñar normas, procedimientos, métodos y técnicas destinados a conseguir un sistema de información seguro y confiable.

26. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la seguridad informática del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. ¿Qué tan eficientes son sus soluciones de seguridad de TI? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulas	Básicas	Intermedias	Expertas
Almacenamiento interno de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Servicio de la nube	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicaciones para el intercambio interno de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicaciones para el intercambio externo de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. ¿Se cuenta con un sistema de recuperación de información? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- En proceso

Internet de las cosas (IoT)

Red que conecta "cosas" identificables de forma única a Internet. Las cosas tienen capacidades de

detección / actuación y posibilidad de programabilidad.

29. **Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca del IoT del personal de la empresa ***

Marca solo un óvalo por fila.

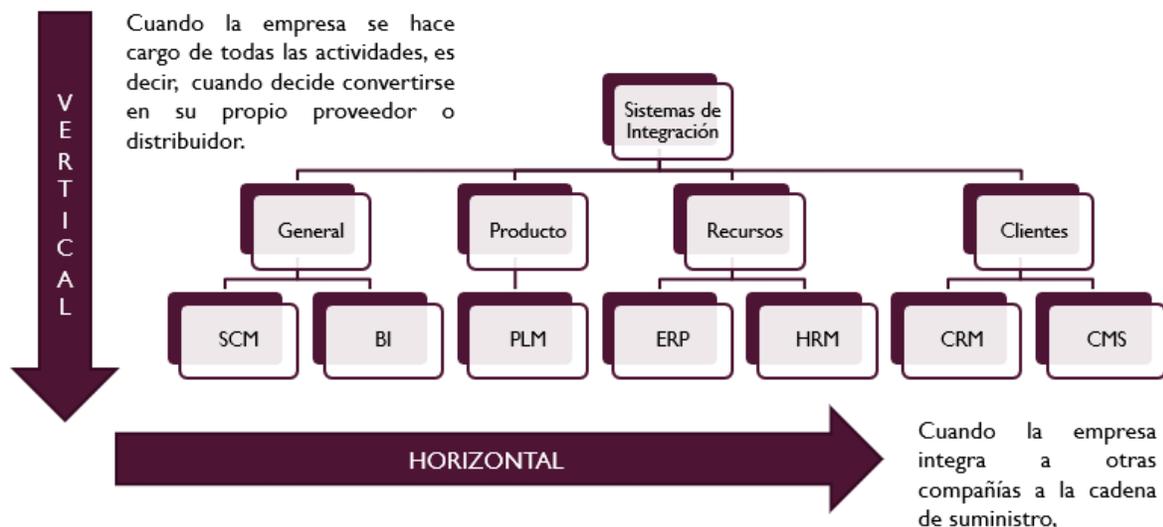
	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. **¿Qué nivel de implementación de IoT tiene en su empresa? ***

Marca solo un óvalo.

- Nada está conectado a Internet
- Maquinaria con interconexión digital limitada
- Maquinaria con interconexión digital analítica
- Maquinaria con interconexión digital con soluciones inteligentes unificadas

Sistemas de integración: Son aquellos sistemas que conectan la entrada de datos, procesamiento, e información de salida de un modo coherente y estructurado para la gestión de la empresa.



31. **Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de los sistemas de integración del personal de la empresa ***

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Gestión de Cadena de Suministro (SCM)

Sistema que busca que los procesos que añaden más valor a la cadena estén integrados para evitar disconformidades en uno u otro. Con él se gestionan los procesos empresariales en torno a la logística y servicio al cliente: compras, aprovisionamiento, producción, almacenamiento, preparación, distribución y postventa. Ejemplo de softwares: Odoo, OpenBoxes y Apache OFBiz.

Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

Sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que, de una forma estructurada, satisface la demanda de necesidades de gestión empresarial. Ejemplo de softwares: SAP, Oracle y Microsoft.

Gestión de Relaciones con los Clientes (CRM)

Sistema que permite almacenar información de todos los clientes con el fin de poder analizarla para desarrollar estrategias de marketing más eficientes. Ejemplo de software: Salesnet, Netsuite y AllProWebTools.

Sistema de Gestión de Contenidos (CMS)

Se trata de un programa informático que permite la publicación, edición y modificación del contenido, así como el mantenimiento de un interfaz central. Ejemplo de software: Confluence, HubSpot y Wordpress.

Gestión de Recursos Humanos (HRM)

Sistema que se centra en la gestión de los trabajadores. Ejemplo de softwares: BambooHR, Zoho People y Gusto HR

Inteligencia de Negocios (BI)

Sistema que proporciona los datos necesarios e interpretados para la toma de decisiones, internos o externos. Ejemplo de software: Cognos e Hyperion.

Administración del ciclo de vida de productos (PLM)

Sistema de gestión de la información que puede integrar datos, procesos, sistemas empresariales y personas a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto. Ejemplo de softwares: Arena, Propel y Teamcenter.

32. ¿Cuáles de los siguientes sistemas se tienen implementado en su empresa? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se utiliza	Se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza continuamente controlado y optimizado
SCM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ERP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CRM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CMS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
HRM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PLM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Análisis

Manufactura inteligente

Big Data

Big Data son aquellos datos en grandes cantidades producidos a gran velocidad por un gran número de fuentes diversas, creado por personas o máquinas.

33. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca del big data del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. ¿Qué datos se recolectan dentro de la empresa? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se tiene	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y estandarizado
Inventarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilización del equipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiempos de fabricación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desperdicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilización del operador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiencia general de los equipos (OEE)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

35. ¿Se utiliza la recolección de datos para los siguientes puntos? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se utiliza	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Mantenimiento Preventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Optimización de logística y procesos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión de calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Inteligencia Artificial (AI)

Campo de la ciencia e ingeniería que se ocupa de la comprensión, desde el punto de vista informático, de lo que se denomina comúnmente compartimento inteligente.

36. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la AI del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

37. ¿Qué uso se le da a la AI en su empresa y que tan avanzado se encuentra? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se tiene	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Procesamiento del lenguaje natural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visión artificial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resolución de problemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Representación del conocimiento y razonamiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprendizaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Simulación

Representación virtual del funcionamiento del conjunto de máquinas, procesos y personas en tiempo real antes de ser puestos en marcha.

38. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de simulación del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39. ¿Qué método de simulación se utiliza en su empresa y cuál es su eficiencia? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se utiliza	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estandarizar	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Digital twin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Multi-física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Multi-dominio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Multi-escala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Co-simulación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Realidad Aumentada/Realidad Virtual (AR/VR)

AR consiste en tomar información digital o generada por computadora, ya sea imágenes, audio, vídeo en contacto o sensaciones hápticas y superponerlos en un entorno de tiempo real mientras que la VR Es un entorno tridimensional generado por computadora que es inmersivo y puede ser explorado y correlacionado por una persona.

40. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la AR/VR del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Núlo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41. ¿Qué tipo de RA/RV utilizan en su empresa? **Marca solo un óvalo por fila.*

	No se utiliza	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Basada en marcadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sin marcadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No inmersiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Semi inmersiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Completamente inmersiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42. ¿Qué uso se le da a la AR/VR en su empresa? **Marca solo un óvalo.*

- Prototipado
- Montaje y diseño de instalaciones
- Capacitación
- Modelación de procesos

43. Favor de seleccionar si la AR/VR ofrece lo siguiente y su eficiencia **Marca solo un óvalo por fila.*

	No se utiliza	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Visibilidad del estado del sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prevención del error	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reportes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de sensores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Productos y Servicios

Manufactura inteligente

Blockchain

Es una estructura de datos que permite crear un registro digital de transacciones y compartirla en una red distribuida de computadoras.

44. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca del blockchain del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

45. ¿Qué nivel de implementación de blockchain tiene su empresa? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se utiliza	No se utiliza pero se tiene planeado utilizarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Transacciones comerciales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contratos inteligentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transacciones operativas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Todas las transacciones operativas, legales y comerciales son con blockchain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Materiales Avanzados

Son aquellos que manifiestan un cambio en sus propiedades o en su forma de respuesta a los estímulos del entorno en el que se encuentran.

46. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de los materiales avanzados del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

47. ¿Se utiliza alguno de los siguientes materiales avanzados en su empresa? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Sí	No	En proceso
Fotoactivos (emisión de luz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cromoactivos (color)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioactivos (varias)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magnetoescritivos (campo magnético/eléctrico)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Electrocerámicas (corriente eléctrica/deformación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polímeros electroactivos (polarización eléctrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pieléctricos (polarización eléctrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Termoeléctricos (corriente eléctrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Piezoeléctricos (Corriente eléctrica/Deformación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Electrostrictivos (Polarización eléctrica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magnetostrictivos (campo magnético-eléctrico/Deformación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Polímeros electroactivos (Deformación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magnetoreo-lógicos (Viscosidad)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Electroreológicos (Viscosidad)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Memoria de forma (Deformación mecánica)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Maquinaria

Manufactura inteligente

Robótica

El robot se define como un manipulador multiusos controlado automáticamente, reprogramable, programable en tres o más ejes, que puede ser fijo en su lugar o móvil para su uso en aplicaciones de automatización industrial.

48. Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la robótica del personal de la empresa *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

49. **¿Qué conocimiento se tiene acerca de las siguientes áreas de estudios de los robots autónomos ***

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Robótica situada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica conductual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica cognitiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica de desarrollo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica evolutiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica biomimética	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

50. **¿La empresa cuenta con alguno de estos elementos de la robótica? ***

Marca solo un óvalo por fila.

	No se tiene	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Pick-and-place	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Servo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ensamblado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Móvil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Especiales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cobots	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Manufactura Aditiva

Tecnología que permite fabricar piezas a partir de la superposición de capas de distintos materiales tomando como referencia un diseño previo, sin moldes, directamente desde un modelo virtual.

51. **Favor de seleccionar el grado de conocimiento acerca de la manufactura aditiva del personal de la empresa ***

Marca solo un óvalo por fila.

	Nulo	Básico	Intermedio	Experto
Nivel directivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mandos medios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Líderes y técnicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Clientes y proveedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

52. ¿Qué nivel de manufactura aditiva utilizan? *

Marca solo un óvalo por fila.

	No se utiliza	No se utiliza pero se tiene planeado implementarlo	Se utiliza sin estar estandarizado	Se utiliza y se tiene estandarizado	Se utiliza, se tiene continuamente controlado y optimizado
Extursión de material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fotopolimerización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inyección de aglutinante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fusión de lecho en polvo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inyección de material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Máquina a Máquina (M2M)

Tecnología que posibilita la transmisión de datos entre objetos o máquinas y la comunicación inteligente entre sí.

53. ¿Qué tan comunicativa es su maquinaria? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Sí	No	En proceso
Cuenta con máquinas remotas que envían y reciben información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con dispositivos con módulos conectados a las máquinas que permiten la comunicación entre ellas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con una red de comunicación que soporta el intercambio de datos entre las máquinas y el servidor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuentan con un servidor que gestiona la comunicación de la máquinas y funciona como punto de recolección y reenvío de información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Pregunta interna

54. Favor de indicar si se encuentra interesado en participar en un curso de capacitación acerca de la industria 4.0, para que uno de nuestros especialistas se comunique con usted para brindarle información respecto al tema

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

La encuesta ha sido concluida, muchas gracias por su participación.

55. Se le recuerda que la herramienta BC 4.0 se encuentra bajo un proceso de calibración, por tal motivo se le agradece cualquier tipo de sugerencia

Recibir una copia de mis respuestas

Con la tecnología de



Anexo B Diagnostico BC 4.0

EVALUACIÓN DEL NIVEL INDUSTRIA 4.0

Gracias por participar en la herramienta de diagnóstico BC 4.0, diseñada para identificar el nivel de industria 4.0 en su empresa. Se le recuerda que sus datos son confidenciales y que los resultados serán utilizados para una investigación profunda acerca del desarrollo del estado de manera anónima.

NIVELES DE INDUSTRIA 4.0

<i>Nivel</i>		Concepto	Puntaje
5	Optimizado	Se tiene en práctica las herramientas de I4.0 estandarizadas y con técnicas de mejora continua.	1891-2262
4	Estandarizado	Se cuenta con las herramientas de la I4.0 en práctica de manera estandarizada.	1513-1890
3	Parcial	Se cuenta con las herramientas de la I4.0 en práctica.	1135-1512
2	Principiante	Se tiene conocimiento sobre la I4.0 y cuenta con algunos elementos en práctica.	757-1134
1	Consciente	Se tiene un ligero conocimiento de la I4.0.	378-756
0	Inconsciente	No se tiene en mente el concepto I4.0.	0 – 377

EVALUACIÓN GENERAL

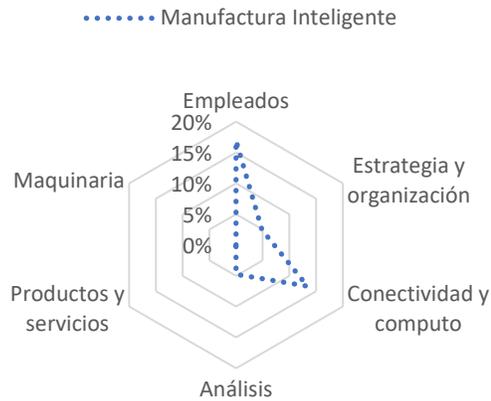
Su compañía se encuentra en un nivel:

0 – Inconsciente

De acuerdo con la escala BC 4.0, con un puntaje de 141 alcanzando un 6% del puntaje total.

Manufactura inteligente	%	Real	Máximos
<i>Empleados</i>	17%	33	195
<i>Estrategia y organización</i>	5%	6	123
<i>Conectividad y computo</i>	13%	70.5	528
<i>Análisis</i>	5%	31.5	660
<i>Productos y servicios</i>	0%	0	390
<i>Maquinaria</i>	0%	0	366
<i>Total</i>	6%	141	2262

MANUFACTURA INTELIGENTE



Podemos observar como se destaca dentro de dos categorías: Empleados y Conectividad y computo.

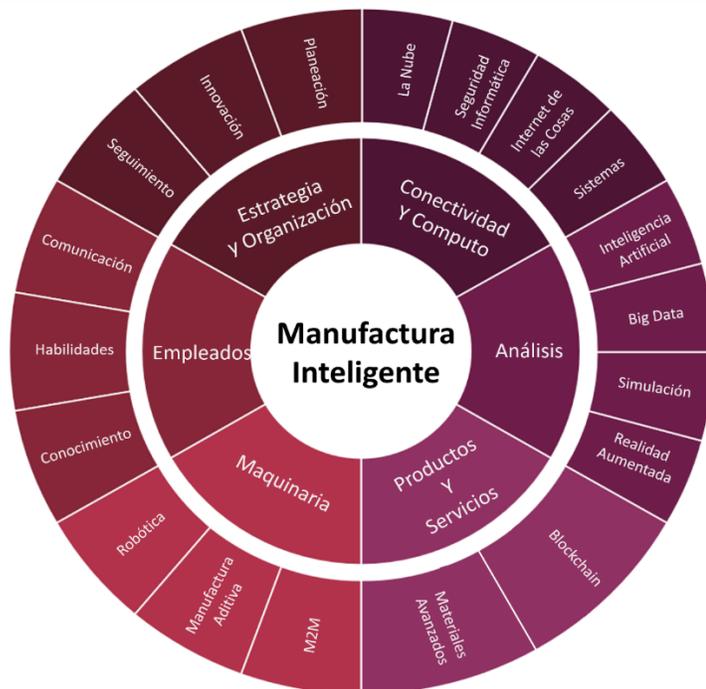
Empleados: Esta sección se considera de difusión y capacitación dedicado a los empleados de la industria.

Conectividad y computo: Esta sección se destaca por contar con las tecnologías básicas de la industria 4.0

Cabe destacar, que a pesar de ser las categorías más fuertes no tiene un gran impacto a cuanto a la puntuación ya que se encuentran muy alejadas del puntaje deseado.

EVALUACIÓN DETALLADA

A continuación, se presentan los resultados de cada uno de los parámetros de las categorías utilizadas para identificar el nivel de I4.0 de la empresa.



Indicadores	%	Puntaje	Deseado
Empleados	17%	33	195
Comunicación	11%	10.5	96
Habilidades	29%	22.25	78
Conocimiento	0%	0	21
Estrategia y organización	5%	6	123
Planeación	0%	0	30
Innovación	0%	0	45
Seguimiento	12%	6	48
Conectividad y computo	13%	70.5	528
La nube	33%	63	192
Seguridad informática	0%	0	138
Internet de las cosas	13%	6	48
Softwares	1%	1.5	114
Análisis	5%	31.5	660
Inteligencia artificial	0%	0	132
Big Data	10%	19.5	204
Simulación	0%	0	114
RA /RV	6%	12	210
Productos y servicios	0%	0	390
Blockchain	0%	0	96
Materiales avanzados	0%	0	294
Maquinaria	0%	0	366
Robótica	0%	0	204
Impresión 3D	0%	0	114
M2M	0%	0	48

Como se puede observar se cuenta con 19 parámetros distribuidos en las 6 categorías de la BC 4.0.

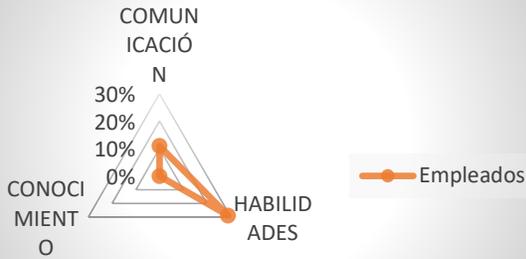
Podemos ver como destacan los parámetros de Habilidades y La nube.

Habilidades: se trata de un parámetro enfocado en la capacidad de los empleados en cuanto a tecnología e innovación.

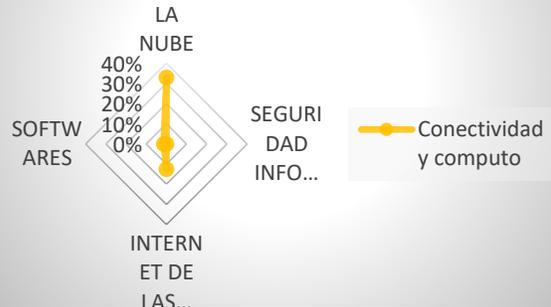
La nube: este es un parámetro específico de las tecnologías de la Industria 4.0 dedicado a identificar su desarrollo dentro de la compañía.

Cabe destacar, que en muchos de los parámetros se obtuvo un puntaje de 0, sobre todo en los más avanzados como M2M o materiales avanzados.

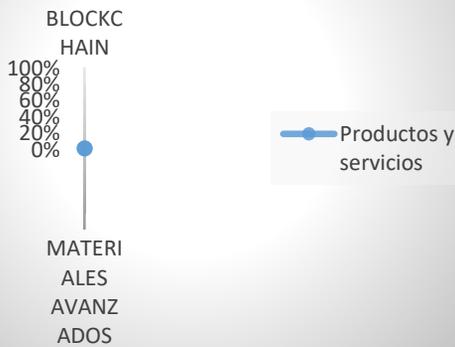
Empleados



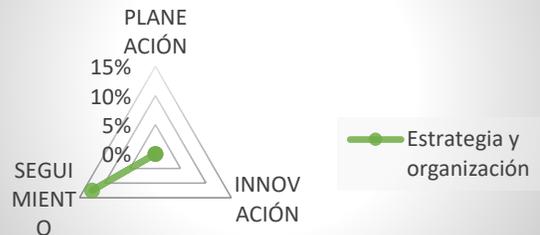
Conectividad y computo



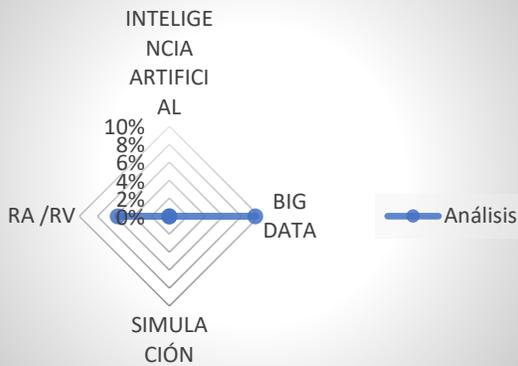
Productos y servicios



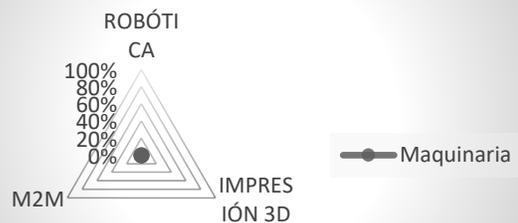
Estrategia y organización

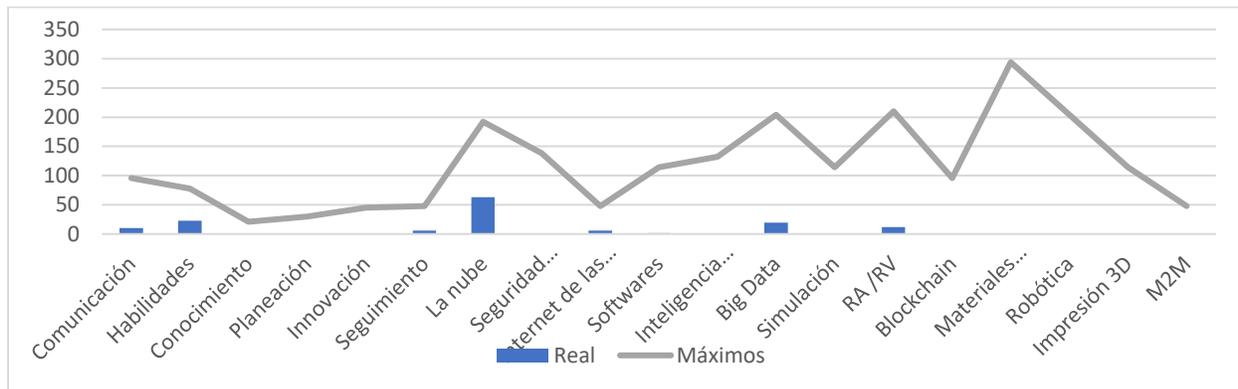


Análisis



Maquinaria



Parámetros Industria 4.0

EXPERTOS

A continuación se presenta una lista con empresas consultoras respecto al tema en temas de industria 4.0 para un mayor asesoramiento.

EMPRESA	CIUDAD	ESPECIALIDAD	SERVICIOS INDUSTRIA 4.0	ENLACE
La nube	Mexicali	Desarrollo de softwares	Servicio y consultoría en temas relacionados a TI, Configuración de base de datos, proyectos de realidad aumentada.	http://lanube.mx/la-nube/
Advancio	Ensenada	Softwares	Análisis de datos, Administración basada en la relación con los clientes (CRM), desarrollo de software personalizado, DevOps, consultoría TI, integración de sistemas.	https://www.advancio.com/
ArkusNexus	Tijuana	Transformación digital	Base de datos.	https://arkusnexus.com/
BajaDev	Tijuana	Apps	La nube.	http://www.bajadev.com/es/Default.aspx
BajaLogics	Tijuana	Softwares	Desarrollo de softwares, Base de datos (SQL Server), Planificación de recursos empresariales (ERP).	https://www.bajalogics.com/es/tech4-industries/

Anexo C Tamaño de la empresa de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Economía

Estratificación				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

*mdp = Millones de Pesos

GLOSARIO

Sistemas y Tecnología para la Manufactura Inteligente

Recopilado por Abiud Flores

- 5G** Siglas que se utilizan para definir la quinta generación de tecnología de telefonía móvil. Esta tecnología está enfocada a optimizar los dispositivos para IoT (Internet of Things) al brindar un servicio de internet más rápido al de generaciones anteriores.
[Fuente: <https://cnnespanol.cnn.com/2018/01/31/5g-que-es-como-funciona-que-cambia/>]
- Actuador | Actuator** Es un mecanismo que convierte la energía en movimiento con ayuda de una señal de control y una fuente de energía. Hay tres tipos de actuadores lineales, rotativos y las sujetadores tipo pinzas. Aunque también existen diseños especiales para condiciones únicas.
[Fuente: <https://www.thomasnet.com/about/actuators-301168.html>]
- Aprendizaje Automático | Machine Learning** El aprendizaje automático, mejor conocido como Machine Learning, es una rama de la inteligencia artificial basada en la idea de que los sistemas pueden aprender de los datos, identificar patrones y tomar decisiones con la mínima intervención humana.
[Fuente: https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/machine-learning.html]
- Automatización | Automation** La automatización es la tecnología mediante la cual se realiza un proceso o procedimiento con una asistencia humana mínima gracias a sus sistemas de control para la operación de los equipos.
[Fuente: Groover, Mikell (2014). Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems.]
- Cadena de Bloques | Blockchain** Blockchain es un libro de contabilidad compartido e inmutable que facilita el proceso de registro de transacciones y el seguimiento de activos en una red empresarial. Gracias a la utilización de registros (los bloques) enlazados y cifrados Las transacciones se vuelven más seguras y privadas.
[Fuente: <https://www.ibm.com/blockchain/what-is-blockchain>]
- Ciberseguridad | Cybersecurity** La ciberseguridad es la protección de los sistemas informáticos contra el robo o daño del hardware, software o datos electrónicos. Se encarga de reducir el riesgo ciberataques y protege a las organizaciones y personas del mal uso de sistemas, redes y tecnologías.
[Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_security#cite_note-1]
- Ciudad Inteligente | Smart City** Una Ciudad Inteligente o *Smart city* se define como un sistema complejo e interconectado que aplica las nuevas tecnologías para gestionar desde el correcto funcionamiento de los servicios que ofrece una ciudad como: los sistemas de transporte público, recursos energéticos, espacios públicos, etc.

[Fuente: <https://www.bbva.com/es/las-smart-cities/>]

Computación en la nube |
Cloud computing

La computación en la nube, a través de una plataforma de servicios en la nube por medio de internet, proporciona una forma sencilla de acceder a servidores, almacenamiento, bases de datos y un amplio conjunto de servicios de aplicaciones a través de Internet.

[Fuente: <https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/>]

Control de supervisión y Adquisición de Datos |
Supervisory, Control and Data Acquisition (SCADA)

SCADA (Supervisory, Control and Data Acquisition) es un sistema de supervisión, control y adquisición de datos considerado fundamental en la automatización de los procesos de producción. Los sistemas SCADA permiten visualizar de manera gráfica los procesos productivos de una planta y tomar mejores decisiones en base a la información obtenida.

[Fuente: <https://www.cic.es/en/scada-y-la-industria-4-0/>]

Datos Masivos ó Macro Datos |
Big Data

El término Big Data se refiere a conjuntos de datos que por su gran tamaño, complejidad y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante tecnologías y herramientas convencionales.

[Fuente: <https://www.powerdata.es/big-data>]

Gemelo Digital |
Digital twins

Un gemelo digital, o digital twin, es una réplica virtual realizada a imagen y semejanza de un producto, máquina o proceso, incorporando datos en tiempo real para crear una representación por simulación computacional de una entidad gemela de la existen en el mundo real.

[Fuente: <https://www.iberdrola.com/te-interesa/tecnologia/gemelos-digitales>]

Identificación por Radio-Frecuencia (IRF) |
Radio Frequency Identification (RFID)

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) es un sistema de identificación automática que se utiliza para rastrear y capturar información sobre productos, activos e inventarios a través de pequeños microchips y antenas en etiquetas RFID, que contienen datos enriquecidos sobre los artículos.

[Fuente: <http://www.systemid.com/learn/what-is-rfid-and-how-does-it-work/>]

Impresión 3D |
3D Printing

Véase Manufactura Aditiva

En la impresión 3D, un objeto tridimensional se construye a partir de un modelo de diseño asistido por computadora (CAD), por lo general agregando sucesivamente capa por capa, capaz de producir piezas complejas en tiempos muy cortos.

[Fuente: <https://www.statista.com/topics/1969/additive-manufacturing-and-3d-printing/>]

Inteligencia Artificial (IA) |
Artificial Intelligence (AI)

La Inteligencia Artificial (IA) es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano.

[Fuente: <https://www.iberdrola.com/te-interesa/tecnologia/que-es-inteligencia-artificial>]

Internet de las Cosas |
Internet of Things

Este concepto se basa en la interconexión de cualquier producto con cualquier objeto y elemento a través de Internet, para poder interactuar con otros objetos a través de Internet y ser monitoreados y controlados de forma remota.

Internet Industrial de las Cosas (IIoT) | Industrial Internet of Things (IIoT)

El Internet Industrial de las Cosas es la aplicación del IoT en el ámbito industrial, es decir, la recolección de datos de dispositivos, maquinas o procesos que se conectan a redes de computadoras para su análisis.

[Fuente: <https://reportedigital.com/iiot/internet-industrial-de-las-cosas-iiot/>]

Manufactura Aditiva | Additive Manufacturing

Véase Impresión 3D

También llamada fabricación por adición, es un proceso se consigue depositando material, ya sea plástica, metal u otro, capa a capa de manera controlada donde se precise. Las tecnologías más comunes dentro de la manufactura aditiva se encuentran:

(1) Fusión de leche en polvo, es la colocación del material en polvo para luego que ésta sea fundida con un láser o un haz de electrones; (2) el modelado por deposición fundida, también llamado Fused Deposition Modeling, en esta tecnología un filamento de plástico se calienta y se coloca fundido en la posición deseada antes de que se enfríe y solidifique. Se controla por computadora la boquilla, por donde sale el filamento fundido, de forma vertical y horizontal para depositar el material donde se necesite; (3) material Jetting, este proceso consta de colocar un fotopolímero gota a gota donde se necesite. Así, se pueden crear capas de una pasada directamente y se solidifica con una luz ultravioleta.

[Fuente: <http://www.grumeber.com/fabricacion-aditiva/>]

Manufactura Inteligente | Smart Manufacturing

La manufactura inteligente es el proceso que emplea control por computadora, Big Data, IIoT, Simulación por computadora, Digital Twins y en muchas ocasiones Inteligencia Artificial para maximizar la eficiencia de producción con altos estándares de calidad.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés) define manufactura inteligente como “sistemas de fabricación colaborativos completamente integrados que responden en tiempo real para satisfacer las demandas y condiciones cambiantes en la fábrica, en la red de suministro y en las necesidades del cliente”.

[Fuente: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2017/02/what-is-smart-manufacturing--the-smart-factory/9166>]

Realidad Aumentada (RA) | Augmented Reality (AR)

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que permite complementar el entorno real a base de objetos digitales. Se considera un entorno de visualización interactivo basado en la realidad que toma las capacidades de visualización, sonido, texto y efectos generados por computadora para mejorar la experiencia del usuario en el mundo real.

[Fuente: <https://www.iberdrola.com/te-interesa/tecnologia/que-es-realidad-aumentada>]

Realidad Virtual (RV) | Virtual Reality (VR)

El término "realidad virtual" básicamente significa "realidad cercana". La realidad virtual implica presentar nuestros sentidos con un entorno virtual generado por computadora que podemos explorar de alguna manera, manipulando los objetos o realizando una serie de acciones.

[Fuente: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>]

Robot Colaborativo | *Collaborative Robot (COBOT)* Un dispositivo robótico asistido por computadora y diseñado para colaborar con seres humanos. Un cobot (robótica colaborativa), a diferencia de un robot tradicional, es una máquina que puede realizar diversas tareas interactuando con los humanos de manera segura.

[Fuente: <https://telcelempresas.com/como-funcionan-los-cobots-en-el-sector-industrial/>]

Sensor | *Sensor* Dispositivo que detecta y responde a algún tipo de entrada (luz, calor, movimiento, humedad, presión o cualquier otro fenómeno ambiental) desde el entorno físico, brindando al final una salida (señal de energía).

[Fuente: www.te.com/usa-en/industries/sensor-solutions/applications/iot-sensors/industry-4-0.html]

Sistema ciber-físico (SCF) | *Cyber-Physical System (CPS)* Definido por el comité de expertos en industria 4.0 alemán como "Los sistemas que vincula directamente objetos y procesos reales (físicos) con objetos y procesos de procesamiento de información (virtuales) a través de redes de información abiertas, parcialmente globales y siempre interconectadas"

[Fuente: The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics]

Sistema de Control Industrial (SCI) | *Industrial Control System (ICS)* Sistema de control industrial (ICS) es un término colectivo usado para describir diferentes tipos de sistemas de control e instrumentación asociada, que incluye los dispositivos, sistemas, redes y controles utilizados para operar y / o automatizar procesos industriales.

Hay varios tipos de ICS, los más comunes son los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) y los sistemas de control distribuido (DCS). Las operaciones locales a menudo son controladas por los llamados Dispositivos de Campo que reciben comandos de supervisión de estaciones remotas.

[Fuente: <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/definition/industrial-control-system>]

Tecnología Vestible | *Wearable Technology* La tecnología capaz de ser portable como vestimenta o mejor conocida como Wearable Technology hace referencia a los dispositivos electrónicos que pueden usarse como accesorios o vestimenta como: relojes inteligentes o smartwatches, zapatillas de deportes con GPS incorporado, pulseras que controlan nuestro estado de salud, entre otros.

[Fuente: <http://www.dispositivoswearables.net/>]

Simulación | *Simulation* Es la proyección de procesos en tiempo real que permite trabajar en condiciones similares a las reales con la ayuda de softwares.

[Fuente: La industria 4.0 en la sociedad digital]

Materiales avanzados | *Advanced Materials* Los materiales avanzados son aquellos que manifiestan un cambio en sus propiedades o en su forma como respuesta a los estímulos del entorno en el que se encuentran. Estos estímulos (físicos o químicos) pueden ser tales como como la presión, temperatura, humedad, pH, campos eléctricos o magnéticos, etc.

[Fuente: Oportunidades industria 4.0 en Galicia]

Sistemas de Integración | Los sistemas de integración son aquellos sistemas que conectan la entrada de datos, procesamiento, e información de salida de un modo coherente y estructurado para la gestión de la empresa.
System integration

[Fuente: Industry 4.0 The industrial Internet of Things]

Revisión y consulta de las fuentes: mayo 10, 2019