

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

Transformación digital para PyMEs del sector manufacturero en Colombia

David Ricardo López Martínez^{a,c}, Diana María Quijano Ospina^{a,c},
Jonatán Ruiz Vergara^{a,c}, Jorge Andrés Valero Ramírez^{a,c}

Alexander Cárdenas Ramos^{b,c}

^a *Estudiante de Ingeniería Industrial*

^b *Profesor, Director de Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial*

^c *Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

Abstract

Nowadays, there is a challenge that affects all the companies of any industry in the world. This challenge is the technological adaptation in the processes of those companies due to the digital transformation Society is living. Some of the SMEs cannot afford the costs of these transformations; however, those are required for competing in their own industry, or even in the worldwide market. In Colombia, the manufacturing SMEs represent 80% of the labor market, and 35% of the country's GDP. For this reason, it is necessary to create a method that allow their supply chain to respond as fast as possible and start reducing the technology gap between SMEs and big companies.

In this method, it is necessary to characterize the processes of the manufacturing companies and identify the technological opportunities that may be included in their supply chain. Cloud platforms such as Amazon Web Services (AWS) is useful for developing the method. At the end, a platform will be used in a manufacturing company, with all of the technologies that we identify as useful for improving supply chain processes, and the impact of the company will be measured based on some key performance indicators aligned with a corporate balanced scorecard and strategy as well.

Keywords: Logistics, Digital Transformation, Industry 4.0 SMEs.

1. Justificación y planteamiento del problema

En la actualidad, la humanidad se encuentra en una etapa de desarrollo tecnológico nunca antes vista, una época de cambios que implican un avance en diferentes campos de la sociedad. A este cambio, se han unido las grandes empresas y líderes en el mundo, para apoyar en gran medida el desarrollo de la transformación digital, que cada día abarca a más sectores de la economía. Las empresas hoy en día requieren de cambios constantes para sobrevivir en el mercado. Al pasar los años, la tecnología se ha convertido en un determinante clave para generar el factor diferencial entre las competencias que tienen las empresas del mismo sector. Al contar con un sistema interconectado y alta tecnología se logran alcanzar beneficios en la producción, comunicación, distribución y toma de decisiones centralizadas.

Como se menciona en el documento de Vázquez, Cebolla y Ramos (2019), el acelerado ritmo de desarrollo de las infraestructuras digitales unido a un acceso e interconexión a la red cada vez más rápido y extendido entre los ciudadanos, empresas e instituciones, está configurado en un ecosistema digital que impulsa numerosos procesos de disrupción y transformación en todos los sectores productivos de la economía,

al extremo de vislumbrarse un cambio inminente de los modelos de negocio y del patrón de crecimiento económico en nuestro país. (p.43)

Lo anterior, quiere decir que las empresas necesitan implementar la transformación digital para adaptar los nuevos modelos de negocio y ser competitivos dentro de las nuevas dinámicas de los diferentes sectores de la economía. Es por esto que la transformación digital 4.0 de las empresas es necesaria, debido a que el mundo está evolucionando con la llegada de la cuarta revolución industrial. Esta revolución, también conocida en algunos espacios como industria 4.0, se puede describir como aquella que utiliza la tecnología en campos como la robótica, inteligencia artificial, internet de las cosas, entre otras, con el fin de optimizar los procesos y mejorar la toma de decisiones. En el libro *La Cuarta Revolución Industrial*, del profesor Klaus Schwab, se explica que tecnologías como el aprendizaje automático y el análisis de datos hacen más eficientes procesos comerciales y de producción. Ahora bien, la transformación digital como lo mencionan Alunni y Llambías (2018) se define como:

La adopción de procesos y prácticas de negocios para ayudar a la organización a competir efectivamente en un mundo cada vez más digital, que, por el contrario, entiende que la tecnología es sólo una parte de la transformación digital, en la cual la estrategia, la gestión del talento, la estructura organizativa y el liderazgo son tan o más importantes que la tecnología. Es así como la empresa es quien debe responder a estas nuevas tendencias digitales de los usuarios independientemente de la esencia del negocio, deseo de sus accionistas y su base o no tecnológica. (p.13)

Es importante entender que la revolución industrial 4.0 está haciendo más evidente la necesidad de las empresas en empezar a implementar la transformación digital en muchos de sus procesos y de esta manera cumplir con sus objetivos de mejorar la calidad de vida de las personas. La cuarta revolución industrial cambia la tecnología, los procesos, los modelos económicos y sobre todo, la forma en que entendemos o atendemos las necesidades de los usuarios. Como bien dice Sánchez y López (2018) “esta nueva industria digitalizada conlleva grandes ventajas en el desarrollo y la competitividad, tales como: producción flexible, mayor personalización del producto, toma de decisiones en tiempo real, aumento de productividad o nuevas oportunidades de negocio según estudio de tendencias, entre otras” (p.576). Es decir, la filosofía 4.0 tiene como objetivo responder a las preguntas que las empresas se hacen frecuentemente: ¿Cuánto se debe producir? ¿En qué momento se debe producir? ¿Cuánto se demora la producción? ¿Qué alternativa de transporte se debe utilizar para minimizar los costos?, entre otras; para así tomar decisiones acertadas y obtener un mayor beneficio en sus procesos.

Contrastando la necesidad de desarrollo e implementación de tecnología en las PyMEs de Colombia, el Ministerio de Tecnologías y Comunicaciones (MinTIC) ha reconocido la necesidad de adopción de la transformación digital para el crecimiento económico del país. Con esto en mente, el MinTIC está promoviendo programas de aprendizaje y asesoramiento para implementar las tecnologías 4.0, en donde, según el artículo MinTIC (2019) “Cerca de 370 empresas del departamento de Nariño han sido beneficiadas por los servicios que ofrece el Centro de Transformación Digital Empresarial (CTDE) de Fenalco, en el que se realiza la asesoría especializada y técnica para que las mipyme de esa jurisdicción inicien y/o fortalezcan sus procesos de transformación digital”. Quiere decir que, la importancia que se le va a dar a la transformación digital en los próximos años representará un cambio de la estructura del mercado, en la economía y en el manejo de la información en Colombia.

Con el fin de responder estas preguntas y cumplir con el alcance de esta investigación se tendrá un enfoque exclusivo en pequeñas y medianas empresas llamadas PyMEs, estas deben pasar por una transición de tecnología que ya se está aplicando en grandes empresas multinacionales. Las PyMEs a nivel mundial van de la mano con esta transformación y de igual manera deben evolucionar y realizar cambios internos que les permitan seguir siendo competitivas en el mercado, considerando que las empresas deben mantener un nivel de competitividad alto apoyado de la innovación e implementación de nuevas tecnologías, ahora bien, las PyMEs en Colombia representan el mayor porcentaje de participación productivo del país con el 80% del mercado laboral de Colombia y representa el 35% del Producto Interno Bruto (PIB) según el DANE (2017). Es por esto que es importante prestar atención a estas empresas y tomar como ejemplo a grandes países desarrollados como lo son Japón, Corea del Sur, Malasia, Singapur, Taiwán, Hong Kong y China, quienes gracias a la evolución de sus PyMEs evidencian un alto progreso económico. Por tal motivo, las PyMEs

colombianas deben tomar esta ola de desarrollo tecnológico y evolucionar con ella para no perder el rumbo y tener que cerrar forzosamente sus actividades.

En Japón, las PyMEs conforman el 99,7% de los 4,2 millones de empresas, según el Ministerio de Economía, Comercio e Industria del país. Pero fue desde la Segunda Guerra Mundial, que se creó la política pública de reconstrucción económica, por medio del fomento e integración de PyMEs, la cual garantizó el fortalecimiento económico empresarial que llevaría al país al ser la segunda economía del mundo, según su producto interno bruto (PIB). Según Muñoz y Mayor (2015), las PyMEs representaban el 97,6% y generaban el 70% de empleo en el país. En la actualidad, La Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) introdujo un programa para expandirse por el extranjero, debido al nivel que las empresas del país han alcanzado. Este programa busca ayudar a las PyMEs a nivel mundial (59% en el sudeste asiático, 16% sur de Asia, 11% en África, 6% América latina y caribe) mediante la implementación de tecnología para alcanzar un desarrollo sostenible.

Otro proyecto que busca dar soluciones prácticas a las PyMEs, para digitalizar sus actividades, es realizado en la India a través de “India Zoho”. En septiembre del 2019, anunció que busca consolidarse en Centroamérica para tal fin, abriendo su primera oficina en Panamá o Costa Rica, debido a los avances tecnológicos en dichos países. Esta empresa afirma que las PyMEs deben dejar atrás procesos de trabajo y producción obsoletos y poco rentables para avanzar hacia sistemas digitalizados y automatizados, los cuales harán los procesos más eficientes. Se sabe que el costo de la implementación de la tecnología en Centroamérica y Suramérica es una de las razones que impide el avance de la transformación digital en los procesos, pero que, por eso mismo, los precios de las tecnologías, traídos de India, son muy atractivos para estos países. El objetivo de Zoho es educar a las empresas en el uso de herramientas para que puedan sacarle provecho a la tecnología para su desarrollo y crecimiento.

Las PyMEs del sector de manufactura, en Colombia, serán el foco de esta investigación por su representatividad en el crecimiento del PIB en los últimos años. Se busca implementar tecnologías en sus procesos para potencializar la toma de decisiones en la cadena de suministro (CS), con el fin de tener un impacto positivo en las finanzas, operación e inversión de las empresas. En este sentido, se define el sector de manufactura como aquel sobre el cual se aplicará en el marco metodológico para implementación de tecnologías.

Acorde a la complejidad del sector manufacturero, se realizó un análisis de la investigación cualitativa hecha por la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta (EOIC). En la cual, se encontraron necesidades y prioridades que tiene el sector para mejorar sus procesos. Estos aspectos identifican las oportunidades de mejora que pueden ser desarrolladas a partir de la tecnología o al menos indagar si la tecnología puede generar un impacto significativo. La investigación desarrollada por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI, 2018), se ve en detalle en el **Anexo 1**. En el que muestra la necesidad de la modernización tecnológica en el sector manufacturero para generar ideas, esto, con el fin de afrontar los problemas de eficiencia, falta de control de demanda, suministro de materia prima, entre otras necesidades identificadas por la EOIC.

Asimismo, dentro del desarrollo de este trabajo, es importante elegir una empresa a la cual se le realizará un diagnóstico en el que se definirá qué necesidades posee la empresa y de qué manera la transformación digital puede potencializar sus actividades. En esta investigación, se aplicará una parte práctica en una PyME llamada ALPAPEL S.A.S., la cual se dedica a la producción y comercialización de papel en diferentes presentaciones, y se encuentra en la búsqueda de innovación dentro de su CS, dado que sus procesos son empíricos y necesitan una actualización para superar su metodología actual de operación. Amazon Web Services (AWS) fue la herramienta seleccionada para realizar la prueba en esta empresa. Su selección se puede observar detalladamente en los antecedentes y se seleccionó por la flexibilidad y facilidad para adaptar las tecnologías 4.0 en los procesos de la empresa.

Este trabajo de grado busca responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo pueden las PyMEs colombianas, en el sector de manufactura, implementar tecnologías que apalanquen los procesos de mejoramiento continuo en su cadena de abastecimiento a través de tecnologías 4.0 enmarcadas en un mundo digital?

2. Antecedentes

El mundo está en constante cambio donde la innovación, el crecimiento en un mundo globalizado, la preocupación por el medio ambiente y las diversas transformaciones culturales influyen en las CS, volviéndose más complejas, cambiantes y con retos significativos. Es por esto que se reconoce la importancia de la implementación de nuevas herramientas para lograr superar todas las limitaciones que se pueden encontrar en esta nueva era. Como se expone en el reporte de radar de tendencias, de la empresa, DHL (2018), la industria 4.0 presenta muchos retos que pueden ser clasificados en 4 enfoques: cliente, sostenibilidad, tecnología y personas. En el reporte se presentan 28 tendencias a corto y largo plazo donde se pueden resaltar *Internet of Things (IoT)*, conectividad, *blockchain*, comercio electrónico y distribución de última milla. Estas nuevas tendencias se implementan y se desarrollan con el objetivo de mejorar la experiencia del cliente y rentabilidad de la compañía.

Por otra parte, según Josep Aragonés Ros, Director General de Wolters Kluwer, Tax & Accounting (2015), el capital humano se ha convertido en un elemento estratégico en la empresa y dentro de ella se ha vuelto un generador de valor. La implementación de las nuevas tecnologías que trae la transformación digital junto con la gestión de las mismas debe ir en paralelo con la gestión de recursos humanos. Las tendencias tecnológicas permitirán mejorar los procesos, pero estos deben ir de la mano de capacitaciones adecuadas y adopción por parte del personal para que realmente este cambio sea sostenible y no se centre únicamente en la inversión tecnológica.

En la actualidad, el mundo se encuentra en un auge hacia la transformación digital. Las grandes empresas están implementando tecnología avanzada para predecir el comportamiento y las necesidades de los consumidores para ser más precisos con los servicios ofrecidos, además de aumentar el rendimiento en la CS. Hoy en día, la complejidad de adaptar un sistema automatizado o robots que faciliten el trabajo humano se está acercando más a las PyMEs de diferentes formas. Un ejemplo según Zhang y Zhao (2017), es el IoT, que ha sido fundamental en el estado del arte actual, analizando la importancia de tener control de cada fase del proceso de los alimentos perecederos.

El objetivo del análisis es encontrar por medio del IoT, un diseño de un modelo conceptual que cumpla con los requerimientos operacionales para obtener información en tiempo real de los productos, y poder responder a las necesidades del mercado. Uno de los impulsores del cambio y desarrollo tecnológico ha sido El Banco Mundial, quien aporta conocimientos y financiamiento para ayudar a cerrar la brecha digital que existe actualmente en el mundo, y así asegurarse de que todos podrán tener las mismas condiciones de productividad enmarcadas en esta era digital.

Para el Banco Mundial (2019), la tecnología es un factor importante para el avance socioeconómico de los países desarrollados y en desarrollo. Para el 2016, la economía digital mundial representaba el 15,5% del PIB y se espera que llegue a un 25% en menos de una década, pero independiente de que la implementación de la tecnología avance, la brecha digital es alta debido a la falta de infraestructura necesaria para que éstas se gestionen correctamente. El Banco Mundial, ofrece servicios y soluciones para mejorar este acontecimiento, tales como: infraestructura, servicios financieros digitales, plataformas digitales y conocimientos/habilidades digitales. En el 2018, el Banco Mundial trabajaba con 28 proyectos independientes de desarrollo digital los cuales generaban una inversión de 1,280 millones de dólares. En Latinoamérica, se destaca el caso de Nicaragua, donde ayudaron a implementar la infraestructura de bandas anchas móviles para una mejor comunicación en el país.

En el continente americano, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) es un agente de alta presencia en la funcionalidad e implementación de la transformación digital enmarcada en la industria 4.0. En el documento de Basco, et, al (2018), autores de monografías para el BID, se menciona:

La Revolución 4.0 se caracteriza por la convivencia de una gran variedad de tecnologías, que borran los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico (...) Es decir, en el contexto de la Revolución 4.0 las empresas se ven desafiadas a enfrentar una competencia creciente y cambiante para tomar decisiones sobre una enorme cantidad de datos que muchas veces no tienen capacidad de interpretar. Por lo tanto, para muchas empresas, el camino hacia una Industria 4.0 no se presenta como una opción sino como una estrategia de supervivencia (p.114).

Con esto en mente, de acuerdo al estudio mencionado anteriormente, se busca encontrar tendencias asociadas a la aplicabilidad en el sector manufacturero y los factores importantes para el desarrollo de una estrategia orientada al mercado actual. También, Basco, et, al (2018) motivan el desarrollo de las nuevas tecnologías realizando un paralelo con países europeos que ven como norte la implementación de la transformación digital, donde se compara que el 34% de las empresas en Argentina tienen planeado incorporar todas las tecnologías, mientras que en Alemania y Francia ese porcentaje supera al 70%. Quiere decir, que tanto en Argentina como en toda Latinoamérica el tema de la transformación digital en las empresas debe empezar a ser una prioridad y apalancar la sostenibilidad en un mundo globalizado.

En Colombia, el MinTIC es el encargado de diseñar, adaptar, y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de la tecnología. Tiene funciones como incrementar y facilitar el acceso a los colombianos a las tecnologías. Según las estadísticas brindadas por la MinTIC (2016), hasta el mes de febrero hay 9,621 personas beneficiadas por sus proyectos, la meta es que 90,000 personas lleguen a tener acceso a las tecnologías, siendo estas el internet, telefonía, entre otras. También, existe en Colombia un programa de transformación digital para las PyMEs llamado Transformación Digital Empresarial. Éste tiene como objetivo brindar servicios en las Cámaras de Comercio y principales Gremios del país, por medio virtual o presencial, esto con el fin de generar asistencia técnica para que logren avanzar en su propia transformación, y que con este apoyo, logren aprovechar las nuevas oportunidades de negocio a través del uso de las tecnologías.

De acuerdo a estudios desarrollados por el MinTIC, se identificó que en el proceso de transformación digital es importante encontrar el estado actual de la empresa, buscando establecer una línea base y una línea futura de desarrollo para cerrar las brechas a partir de la implementación de oportunidades de mejora. Con esto en mente, el análisis de madurez se basa en 5 categorías a través de las cuales se puede ubicar a la empresa en uno de los 4 niveles de madurez tecnológico. Actualmente, este análisis se puede implementar con apoyo de las cámaras de comercio de los diferentes departamentos del país. El **Anexo 2** muestra en detalle este análisis.

En el **Anexo 3**, se realiza un breve recorrido por las nuevas tendencias tecnológicas basado en el análisis realizado por DHL (2018), el cual está alineado con la revolución 4.0 que ha hecho parte de la transformación digital en las empresas y ha logrado generar un impacto en la organización.

Existen algunas empresas que han permitido el apalancamiento de la transformación digital a nivel mundial, y entre estas se encuentran Google y Amazon. AWS, es una plataforma en la nube con funcionalidad a nivel mundial que ofrece más de 165 servicios integrales de centros de datos. A lo largo del tiempo se ha posicionado como la compañía líder en este sector, seguido de Azure (Microsoft) y Google Cloud, como se puede observar en el **Anexo 3**, en un estudio realizado por Gartner (2019), sobre el Cuadrante para infraestructura del servicio a nivel mundial. Se han enfocado en prestar un servicio a millones de clientes, entre ellos un gran porcentaje de PyMEs, las cuales han logrado el funcionamiento de su infraestructura, aumento de su agilidad y disminución de costos.

Teniendo en cuenta el Cuadrante expuesto, se decidió realizar una comparación entre los dos proveedores de herramientas líderes de mercado, AWS y Google para seleccionar cuál se usará para la aplicación de las tecnologías antes mencionada en las PyMEs, en el **Anexo 3** se puede ver esta tabla comparativa.

De acuerdo con la Tabla comparativa del **Anexo 3**, se ha definido que AWS será la plataforma para el desarrollo del trabajo, por la flexibilidad y facilidad de acceso a la tecnología en la nube. Se identificó que hay empresas que han aplicado las herramientas de AWS y han mejorado continuamente. Como se explica a continuación, hay antecedentes que muestran que AWS ha planteado soluciones eficientes para cualquier tipo de empresa, en cambio, Google API's no tiene aplicaciones evidentes de las herramientas que tiene en las empresas.

AWS presta un servicio que consiste en una oferta estandarizada y con alto nivel de automatización en la que se proveen recursos informáticos que se complementan con capacidades de almacenamiento y redes. Algunos casos de éxito en donde fue aplicada la herramienta se evidencian en el **Anexo 3** (Casos de éxito), tomado de la página oficial de AWS.

En resumen, es importante tener el contexto de la PyMe y de su sector, asimismo, entender el proceso de su cadena de suministros para realizar el diagnóstico de la empresa, clasificarla en un nivel de digitalización específico, y posteriormente, junto al modelo realizado en una plataforma digital en la nube, desarrollar un plan de trabajo encaminado a soportar su transformación digital. Se debe identificar en la cadena de suministros qué procesos, con ayuda de la transformación digital, traerán beneficios para la empresa, teniendo en cuenta indicadores claves de desempeño que apalanquen la toma de decisiones para el cumplimiento de los objetivos enmarcados en el mapa estratégico.

3. Objetivos:

Diseñar un marco metodológico que busque la transformación digital en tecnologías 4.0 de la cadena de suministros de las PyMEs, en el sector de manufactura, en Colombia.

3.1. Objetivos específicos:

1. Integrar los procesos de la cadena de suministro, los roles y competencias requeridas, bajo el marco de la transformación digital de PyMEs en el sector de manufactura.
2. Realizar un método que le permita a una organización, analizar e implementar las capacidades digitales en su cadena de suministros.
3. Desarrollar una prueba de concepto del marco metodológico buscando su aplicación en una empresa del sector de manufactura.
4. Medir el impacto del marco implementado, por medio de indicadores que se encuentren articulados mediante un tablero de gestión del desempeño.

4. Integrar los procesos de la cadena de suministro, los roles y competencias requeridas, bajo el marco de la transformación digital de PyMEs en el sector de manufactura.

4.1. Metodología

Para construir el marco de trabajo de integración de la CS, se debe empezar caracterizando los procesos o etapas para cada una de las PyMEs del sector de manufactura. Una vez se tenga la caracterización, es importante realizar una investigación cualitativa para llevar a cabo las capacidades de la industria 4.0. Todo esto es importante, dado que ayuda a constituir el marco de referencia de tecnologías que se pueden implementar.

Una vez se haya realizado esto, se continúa desarrollando una descripción de roles y habilidades para poder alinearlas con los procesos y tecnologías identificadas anteriormente. Todo con el fin de tener un punto de partida muy similar a lo que se podría encontrar en la actualidad en cualquiera de las PyMEs en Colombia, y poder desarrollar, más adelante, una prueba piloto de cómo sería la implementación de la tecnología en una empresa de éstas.

4.2 Resultados

El fin de este objetivo, fue encontrar **las etapas** generales de la CS presentadas en las PyMEs del sector de manufactura, y hallar posibles oportunidades a mejorar con ayuda de las tecnologías 4.0. Una vez se determinaron **estas etapas**, se describió cada una y se realizó un análisis *Supply Chain Operations Reference Model* (SCOR) detallado. Asimismo, se presentan ejemplos de la inclusión de las tecnologías 4.0 donde se exponen los beneficios presentados para cada una de las empresas y un diagrama de personas (*Design Thinking*), con el fin de caracterizar su rol dentro de la CS. Esto nos brinda una visión general de las PyMEs de manufactura en Colombia en la actualidad, y nos ayuda a determinar procesos puntuales los cuales se analizarán para determinar qué tecnología podría fortalecer **las etapas de la CS**.

A continuación, se presenta la figura 1 con las etapas que son parte de las CS para una PyME en Colombia. Se debe tener en cuenta, que las etapas se seleccionaron luego de una investigación cualitativa que se muestra en la tabla 1, en donde se revisaron los procesos de varias PyMEs en el país y se consolidaron aquellas empresas que tienen procesos en común.

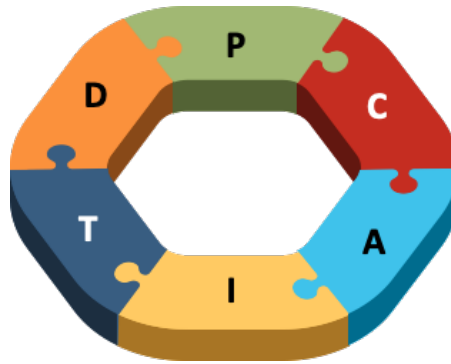


Figura 1. Etapas que conforman la CS; Autoría propia.



Planeación: Balancear recursos y requerimientos para poder ejecutar de manera correcta y con una relación costo eficiente los procesos de abastecimiento, comercialización, gestión de inventarios, transformación, distribución.



Comercialización: Proceso en el cual se tiene contacto con los clientes para generar la venta de los productos y determinar los requisitos presentados por el cliente para su entrega final.



Abastecimiento: Prever la demanda de los consumidores y asegurar la entrega de los productos a los clientes o a los distribuidores para evitar el agotamiento de las unidades. Se realiza el abastecimiento de materia prima para la debida transformación de recursos.



Gestión de inventarios: Administración adecuada del registro, compra y salida de inventarios dentro la empresa (almacenamiento).



Transformación: Proceso físico o químico en donde la materia prima es tratada para convertirse en el producto terminado, que se le entregará al cliente o consumidor final.



Distribución: Proceso que consiste en hacer llegar físicamente el producto al consumidor final, en el tiempo definido y correctamente de acuerdo al pedido realizado.

Para poder definir correctamente las etapas o eslabones de la cadena de suministro, fue necesario realizar una investigación cualitativa con base en el modelo *Supply Chain Operations Reference Model (SCOR)*. Es decir, se realizó una caracterización de los procesos con el objetivo de relacionar cada etapa de la CS, con las actividades y roles que participan en ésta. Además, se realizó una alineación con los indicadores SCOR, los cuales permitieron tener un acercamiento a lo que debería medir una PyMe en cada una de las actividades. Esta investigación cualitativa se puede ver en la Tabla 1.

Los indicadores SCOR están subdivididos por cinco categorías enfocadas en la fiabilidad de la actividad (**RL**), la capacidad de respuesta (**RS**), la agilidad (**AG**), el costo (**CO**) y la eficiencia de los activos (**AM**). Como se observa en la Tabla 1, están únicamente los indicadores que son representativos para la actividad.

La tabla 1 muestra un ejemplo de los procesos previamente señalados, de los cuales se puede detallar todos los procesos e indicadores en el **Anexo 4 - Objetivo 1**.

Tabla 1. Tabla ejemplo de la caracterización de las PyMES en el sector de manufactura; Autoría propia.

Características de las PyMES en el sector de manufactura				
Fuente información (Citación Normas APA)	Etapas CS	Actividades Del Proceso	Roles de las actividades	Indicadores
Estudio Benchmarking para PyMEs de manufactura BELTRÁN AMADOR, ALFREDO, & BURBANO COLLAZOS, ANGÉLICA. (2002). MODELO DE BENCHMARKING* DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA PYMES MANUFACTURERAS. <i>Estudios Gerenciales</i> , 18(84), 13-30. Retrieved January 29, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232002000300001&lng=en&tlng=es .	Almacenamiento	Ingresar materia prima	Administrador bodega	RL RS CO
		Gestionar los productos en proceso	Operarios	RL RS AM
		Costear el almacenamiento	Administrador bodega	RL RS CO
		Administrar el flujo continuo de materiales	Administrador bodega	RL RS AM
		Gestionar el producto terminado	Operarios	RS CO AM
		Documentar las políticas de inventarios	Jefe de producción	RL RS

En la segmentación previa se incluyó la sección de roles, ésta permite la identificación de la responsabilidad que tiene cada participante en las actividades de la CS. En este objetivo, se muestra a grandes rasgos las etapas que generalmente tienen las PyMEs. Asimismo, se utilizó un diagrama que se adaptará a cualquier entorno de manufactura de este nivel, con el fin de utilizar esos cargos. Por otro lado, según Armando, M (2012), en su investigación sobre “Estructura organizacional y sus parámetros de diseño: análisis descriptivo en pymes industriales de Bogotá”, se define la siguiente jerarquía presentada en el Figura 2:

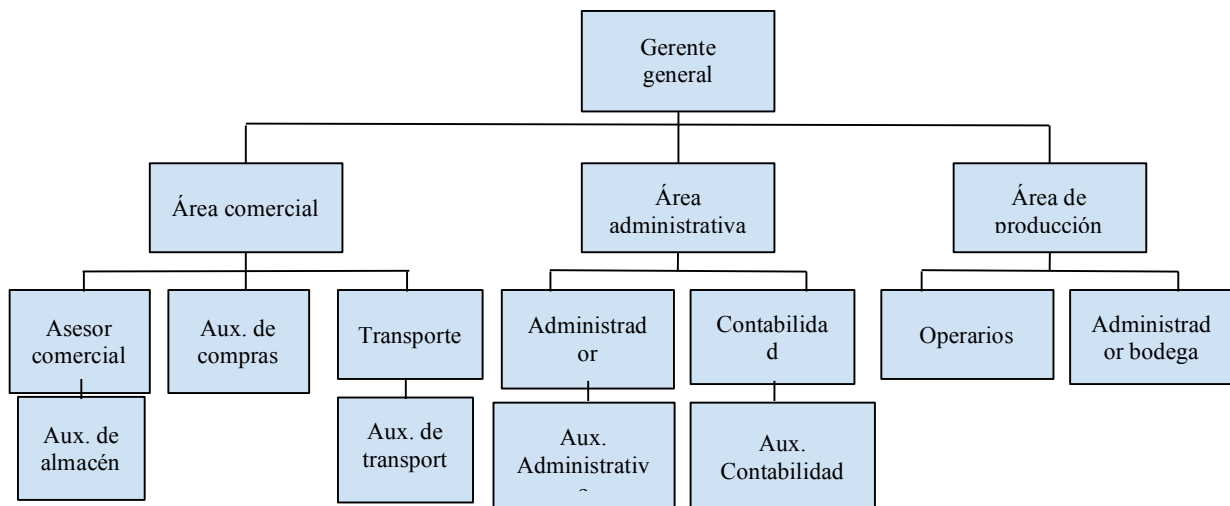


Figura 2. Organigrama PyMEs; Autoría propia.

Se conoce que las empresas tienen características únicas y ello implica que el anterior diagrama puede ser personalizado de acuerdo a sus diferentes necesidades, sin embargo, una buena aproximación se muestra identificando las áreas claves como son: comercial, producción, finanzas y administración. La definición de los diferentes niveles de cargo que tienen las familias son: auxiliar, supervisor, analista y coordinador, esto es un resultado de una caracterización de las diferentes variables para la ponderación de cargos. Entre esta

ponderación de roles se encuentran variables como, responsabilidad sobre ejes y valores, supervisión de funcionarios, exposición al riesgo, formación académica, experiencia profesional, experiencia específica, entre otros.

Una vez se definieron las etapas claves a tener en cuenta en las CS para las PyMEs en Colombia, se realizó un diagrama que se muestra en la figura 3, en el que visualmente se detallan las actividades realizadas. Con ayuda de la herramienta Bizagi, se ve cómo se conectan las actividades descritas en el cuadro de características, y cómo se conectan las etapas en la CS, identificando las entradas y salidas de los procesos. Se puede evidenciar el inicio de las actividades en la planeación, y finalizan con una actividad inclusiva en la que se realiza la facturación y entrega del producto final. Es importante resaltar que este diagrama representa las actividades indispensables en la CS de una PyME, aunque cada una de estas puede llegar a tener subactividades dependiendo de la complejidad de la actividad y la magnitud de la empresa. Si desea observar el diagrama con mayor detalle se puede dirigir al **Anexo 4 - Objetivo 1**.

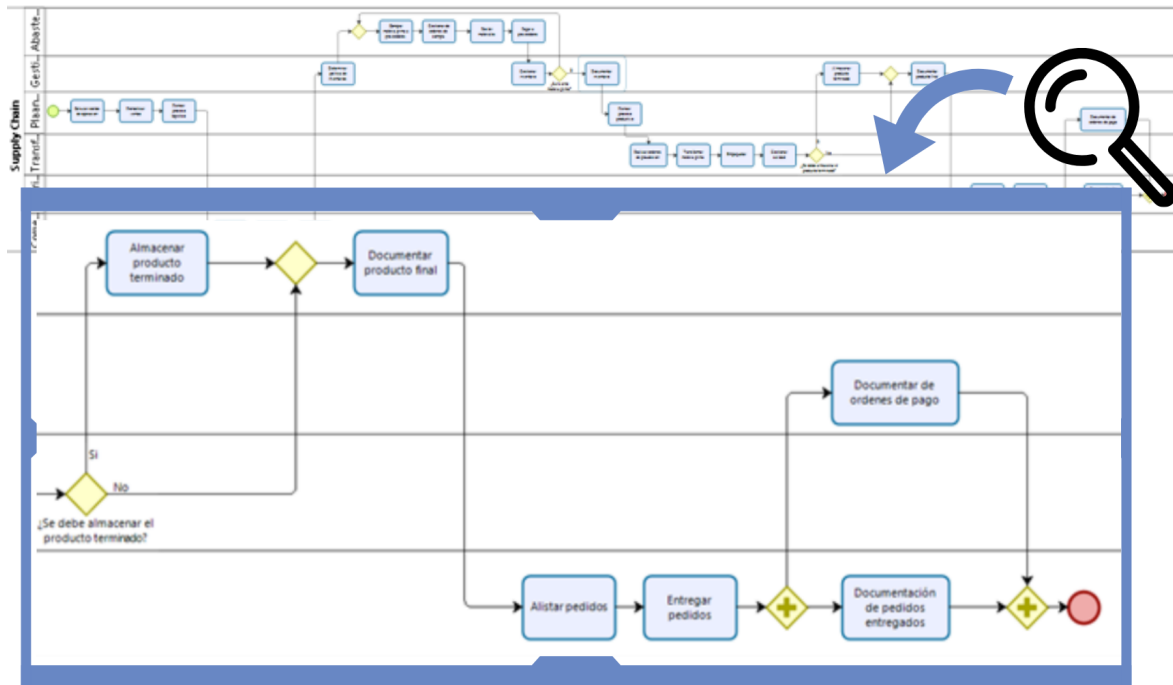


Figura 3. Muestra diagrama procesos CS; Autoría propia


Asimismo, con ayuda de la herramienta SCOR podemos ver un marco general de lo que se espera en la CS. Es decir, ayuda a tener un lenguaje estandarizado de lo que debe haber en cada proceso, además es útil para identificar, medir y reorganizar los procesos actuales que se ven en cada etapa en la CS.

Con SCOR, se captura una configuración ideal de las etapas definidas con: la planeación, abastecimiento, ejecución, entrega y retorno. Estas configuraciones se especifican con ayuda de tres niveles, teniendo en cuenta que el nivel 1 es el proceso en general, el nivel 2 específico y por último el nivel 3 son los detalles necesarios a desarrollar. En el **Anexo 4 - Objetivo 1**, se describen detalladamente las configuraciones para cada proceso según SCOR.

Una vez se tiene la configuración, se contrasta con la situación real de los procesos a evaluar. Esto se realiza con los indicadores SCOR mencionados anteriormente. Considerando dichas diferencias y las posibles mejoras a realizar, se vuelven a plantear los procesos actuales para ejecutar mejores prácticas, tanto internas como externas. En la tabla 3, se muestran los indicadores con los que se puede medir cada una de las etapas. En el **Anexo 4 - Objetivo 1** se encuentra la tabla completa con los indicadores de impacto en las etapas.

Tabla 3. Ejemplo de indicadores con la herramienta SCOR; Autoría propia.

Etapa	Actividades	En qué consiste la actividad	Indicadores de gestión (SCOR)	
-------	-------------	------------------------------	-------------------------------	--

			Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Entradas y salidas (diagrama de flujo)
Planeación 	Analizar los indicadores	Revisión de indicadores del periodo anterior con el objetivo de plantear nuevos objetivos.	Para esta actividad es ideal realizar una revisión de todos los indicadores para obtener una visión global.			Información financiera del año anterior, Planeación y plan de acción
	Planear procesos de producción	Recolectando los resultados previos de la organización, se define qué medidas y acciones se realizarán en el siguiente periodo.	Costo (CO)	CO.2.1 – Costear el plan CO.2.6 – Costear la transformación	CO.3.1 – Costear el plan de la CS CO.3.3 - Costear el Plan (Transformación)	

Finalizado el análisis de las etapas generales de las PyMEs de manufactura en Colombia, evidenciado en los resultados anteriores, se continúa con la evaluación de las tecnologías 4.0 y los beneficios encontrados en algunas empresas que optaron por el uso de éstas como solución a sus problemáticas.

Para tener una visión general de los beneficios que puede traer el uso de tecnologías 4.0, se creó una tabla en la que se alinean las etapas definidas anteriormente con la inclusión de cada una de las herramientas digitales. Asimismo, se puede ver la implementación detallada de cada una de las tecnologías, los impactos y beneficios que se pueden obtener al incluir las soluciones digitales en sus procesos o etapas. Como en los casos anteriores, a continuación se presenta un resumen en la tabla 4. En el **Anexo 4 - Objetivo 1**, se encuentra la tabla para cada una de las tecnologías 4.0.

Tabla 4. Ejemplo de implementación tecnologías; Autoría propia.

Robótica Colaborativa	
Etapas	Transformación
Caso de éxito	Caso de éxito: Volkswagen
Descripción	Las personas y los robots ya no trabajan independientemente, trabajan de manera colaborativa y sin algún tipo de barreras. De esta manera se trabaja en la línea de producción de diferentes modelos de automóviles requiriendo menos esfuerzo y más eficiencia
Roles impactados	Area de IT Operarios Jefe de producción
Detalles implementación	1. Esta tecnología va de la mano con el IOT, es por esto que se debe designar a alguien experto en las dos tecnologías. 2. Identificar la operación que tienen la necesidad del uso de robots colaborativos. 3. Investigación de las posibles unidades robóticas que se ajusten a la línea de producción. 4. Realizar una prueba piloto que permita simular lo que se realiza a mayor escala en la transformación 5. Instalación de los robots colaborativos junto a la paralela capacitación de los operarios que trabajan junto a ellos.
Fuente información	-AWS RoboMaker: Amazon Web Services. (2020). Retrieved 17 February 2020, from https://aws.amazon.com/es/robomaker/?nc2=h_ql_prod_ro_rm -Robots and People Working Together. (2020). Retrieved 17 February 2020, from https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/05/what-exactly-does-a-robotics-expert-do.html

Como ayuda complementaria, se diseñó un *dashboard* con la herramienta *Power BI* con el fin de exponer datos extra sobre las tecnologías 4.0 en Colombia de una forma interactiva. Este *dashboard*, tiene como objetivo entender qué tan avanzado está el funcionamiento en el país, y dar a conocer qué tan aplicada es la tecnología, teniendo en cuenta que se muestra el porcentaje de implementación en el país por región, y el uso que se le está dando. A continuación, se realiza una vista previa de la infografía con la figura 4. Para ver el *dashboard* en funcionamiento, dirigirse al siguiente link y descargar el video:

<https://drive.google.com/file/d/1QZjeDFP5-xFZPOQ-0jkaA8d-8owXHmek/view?usp=sharing>

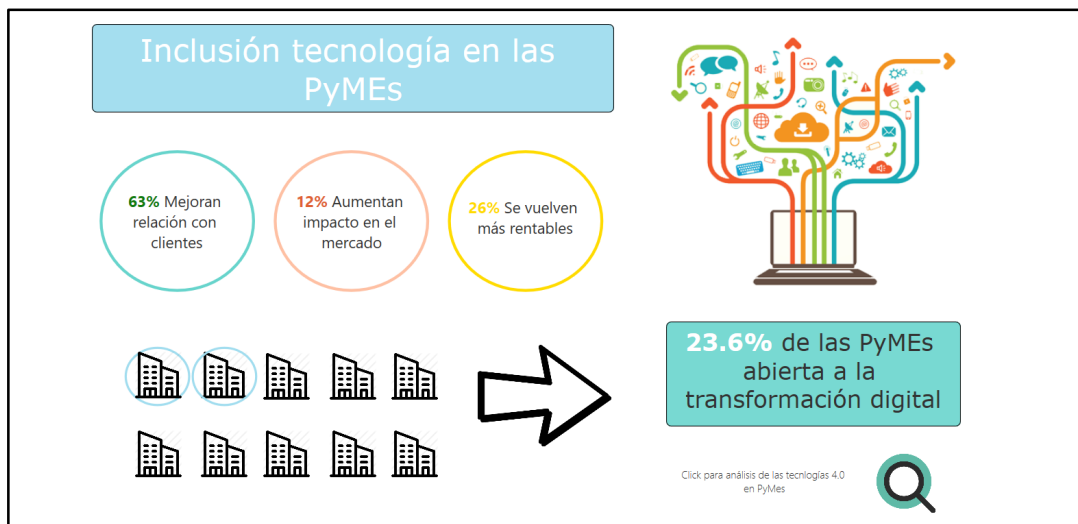


Figura 4. dashBoard interactivo tecnologías 4.0; Autoría propia.

En este sentido, se busca analizar de manera cuantitativa la adopción de tecnologías en el sector de manufactura, basado en la gran encuesta MINTIC (2017), donde se recopilaban los datos de 2883 PyMEs de diferentes sectores industriales. Se puede aseverar que el sector de manufactura tiene grandes oportunidades para aumentar su aplicabilidad, donde el mayor punto de adopción en tecnologías 4.0 es ciberseguridad (21.2%) y el menor es *Blockchain* (0.5%). Sin embargo, al comparar con otros sectores industriales, este sector se encuentra por encima en IoT (10.4%) y computación en la nube (12.9%). Por otro lado, el 21.4% de las PyMEs están abiertas a una transformación digital, pero solo el 12.4% de las mismas tiene empleados preparados para una estrategia digital.

Para finalizar con el objetivo 1, se diseñó un diagrama de personas que permite alinear las actividades encontradas con las personas dentro de la organización. De esta manera, se exponen los puntos de contacto (*touchpoints*), las experiencias positivas y negativas, y la manera en que cada persona interactúa con las etapas de la CS. En el **Anexo 4 - Objetivo 1**, se muestran las fases de abastecimiento, gestión de inventarios, distribución, transformación y todas las interacciones que tiene.

A lo largo de este documento se ha realizado una caracterización de las etapas en las PyMEs, también se ha identificado una estructura organizacional con diferentes roles y responsabilidades asignadas a dichas etapas; asimismo, se ha generado una alineación entre los procesos e indicadores de gestión para permitir una mejora continua, y se ha realizado un diagrama a través de Bizagi para poder caracterizar los procesos con el fin de encontrar una visión integral de los mismos. En dichos procesos, se han identificado cuáles son las posibles tecnologías que podrían ser implementadas, esto se ha hecho por medio de un análisis cuantitativo basado en artículos científicos e informes del MINTIC.

Una vez se enmarcaron y se definieron las etapas de la CS, se proseguirá a la creación de un marco metodológico. Este marco incluirá una herramienta para la medición del nivel tecnológico de una compañía, y se propondrán soluciones tecnológicas para posibles oportunidades de mejora en las PyMEs.

5. Realizar un marco que le permita a una organización, analizar e implementar las capacidades digitales en su cadena de suministros.

5.1. Metodología

Una vez se definieron las etapas a evaluar y se identificaron las tecnologías a utilizar, se continúa con la construcción del marco para implementar las capacidades digitales en la CS. Se continúa definiendo un modelo de nivel de madurez, el cual servirá como herramienta para la evaluación del estado de una empresa en la alineación **procesos contra tecnologías**. Lo anterior, permitirá identificar qué tecnología podría ser utilizada dependiendo del resultado arrojado por el modelo de madurez previamente mencionado.

Una vez se determinen los modelos para la evaluación de una empresa en cuanto a sus tecnologías, se continuará con una hoja de ruta para el uso de las herramientas de AWS. Después, con ayuda del marco de trabajo Scrum, se identificará el método para implementar el modelo definido anteriormente (Análisis de Madurez). Este objetivo tiene como fin, dejar un marco de análisis e implementación de tecnologías para el caso de estudio que se realizará más adelante.

5.2. Resultados

En este objetivo dividiremos los resultados en tres grandes secciones, estas son: Análisis de madurez, implementación de tecnologías 4.0 en las etapas de la CS, y el esquema del marco de trabajo Scrum en PyMEs.

5.2.1 Análisis de madurez de las PyMEs del sector de manufactura en Colombia

Para analizar a una empresa, en cuanto a sus personas, procesos y tecnologías en las etapas logísticas de la CS, se diseñó un modelo de madurez con el objetivo de identificar oportunidades de mejora para las empresas que lo utilicen. Para la creación del modelo de madurez, se realizó una investigación cualitativa, en la cual se tomaron las mejores prácticas de análisis de tecnología, como antecedentes, para la creación de la herramienta o modelo. En el **Anexo 5 - Objetivo 2**, se encuentra la tabla de antecedentes de niveles de madurez.

Una vez se recolecta la información necesaria, se analizan todos los antecedentes encontrados y se determinan las dimensiones. Éstas, se usan como puntos de partida para conocer y determinar el nivel tecnológico de la empresa en términos generales, y tienen 5 niveles de madurez. En el Diagrama 2, se puede apreciar el roadmap, las dimensiones y niveles seleccionadas para la evaluación. La hoja de ruta es representada en la parte superior y cuenta con 4 etapas. En el cuestionario, recuadro azul, se tendrán en consideración las diferentes dimensiones, las cuales se exponen en el recuadro amarillo, y sobre cada una de estas se obtendrá un nivel de madurez, recuadro rojo. La explicación detallada de cada uno se puede observar en el **Anexo 5 - Objetivo 2**.

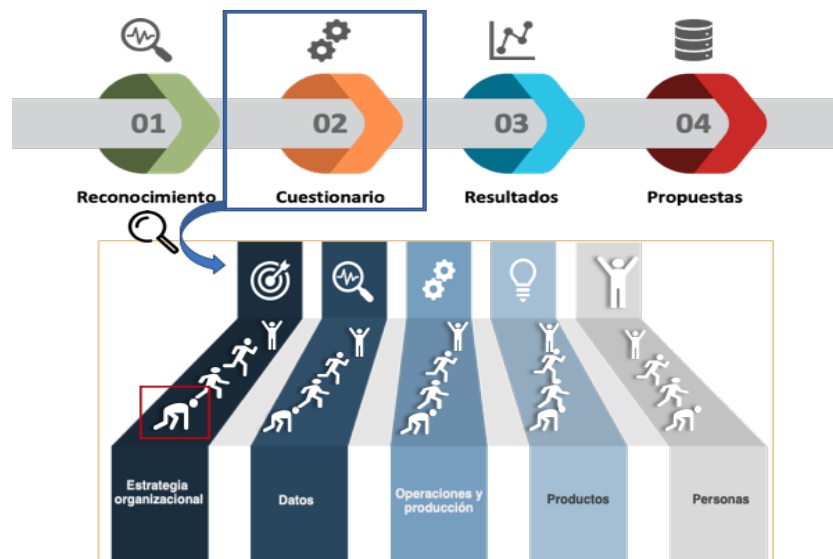


Figura 5. Dimensiones, niveles y hoja de ruta del Análisis de madurez; Autoría propia

Tanto el modelo de madurez, como la identificación y la alineación de las capacidades digitales, que se presentará más adelante, trabajan en conjunto ya que son necesarias para realizar una hoja de ruta en la implementación de una tecnología en particular. La hoja de ruta ha sido creada con el fin de ayudar a que la PyME implemente correctamente una, o más, de las tecnologías propuestas en el objetivo anterior.

En el **Anexo 5 - Objetivo 2**, se encuentra el cuestionario diseñado para las PyMEs, en donde se busca evaluar y clasificar su nivel de madurez. Se realizan preguntas por cada una de las dimensiones mencionadas

anteriormente, con el fin de tener una clasificación integral. Una vez identificadas las necesidades de la empresa y teniendo en cuenta su nivel de madurez, se escogería la tecnología (API) que puede ser integrada a sus etapas. La implementación de las API's, busca que la empresa reduzca sus inversiones en tiempo y en dinero, para hacer los procesos más esbeltos.

Para la debida implementación, se desarrolló un *Roadmap* interactivo que determinará cuales son las propuestas a desarrollar, según el nivel de madurez y los intereses propios de la empresa. Eso permitirá a las PyMEs obtener una recomendación del modelo de trabajo que impulsará su estado actual en cada dimensión. Al final del capítulo se encuentra el link de esta herramienta. La configuración y el costo total dependerá de la empresa caso de estudio, el número de soluciones que requiera y el número de personas que interactúan con la tecnología.

5.2.2 Implementación de soluciones tecnológicas 4.0 en la CS de las PyMEs del sector de manufactura en Colombia

Paralelo al análisis de madurez se investigaron posibles soluciones tecnológicas y esta tiene como fin, identificar y alinear qué tecnología 4.0, de la herramienta AWS, se podría utilizar para mejorar en un proceso logístico puntual de la CS.


Para empezar, se realizó una investigación de cuáles API's podrían ser utilizadas en las PyMEs en Colombia, dependiendo de las necesidades de las empresas de manufactura. Por lo cual, se construyó la Tabla 5 con el fin de explicar y evaluar qué se necesita para la implementación de dicha API. En el **Anexo 5 - Objetivo 2** se encuentran los detalles de todas las API's.

Tabla 5. API's de AWS aplicables para las PyMEs; Autoría propia

Producto	Definición	Aplicación	Variabes de entrada	Información
Amazon simple storage service (S3)	Es un servicio de almacenamiento para Internet. La cual es económica, altamente escalable, fiable, segura y rápida.	Almacenamiento de datos como impulsador y preparación a <i>big data</i> , también es utilizado como respaldo y recuperación. Por otro lado es utilizado como alojamiento de datos en sitios web estáticos.	Cualquier tipo de dato en cualquier formato	Amazon Web Services (2020). Retrieved 15 March 2020, from https://docs.aws.amazon.com/es_es/s3/?id=docs_gateway

Una vez identificadas las posibles API's que se pueden aplicar, se opta por realizar una tabla donde se clasifican dentro de las etapas de la CS. El objetivo de la tabla 6, es ver qué se podría mejorar en las etapas con ayuda de las tecnologías 4.0. En el **Anexo 5 - Objetivo 2** se observa la alineación de todas las etapas con todas las herramientas.

Tabla 6. Identificación y alineación de capacidades digitales ofrecidas por AWS en las etapas de la CS; Autoría propia.

Etapas CS	Nivel 1	Nivel 2	Herramienta AWS	Descripción
Planeación 	Planeación (Planning)- sP	sP1- Planeación de la cadena de suministros sP2- Planeación del abastecimiento	Amazon simple storage service (S3) Amazon EC2	Con la ayuda de este producto se puede almacenar toda la información de la organización y tener acceso en cualquier momento para realizar análisis a través de otras herramientas.

Teniendo en cuenta las API's disponibles y expuestas para cada una de las etapas descritas, y con el fin de mostrar las posibles integraciones de éstas, se prosigue a realizar un manual virtual para el desarrollo de soluciones tecnológicas de las API's mencionadas. Este manual, se debe tomar como una guía para la correcta implementación de lo mencionado. Los procesos pueden variar dependiendo de lo que busque la empresa, la cantidad de datos a trabajar y los alcances a desarrollar mediante AWS.

5.2.2.1 Creación de usuarios en AWS

A continuación, con ayuda del Diagrama 3, se muestra un breve resumen de lo que se encontrará en el manual virtual de herramientas de AWS. Los videos presentados son: Creación de una cuenta en AWS; Creación de una página web con aplicaciones de AWS, vinculación con una base de datos y uso de nube; Creación de *Insights* en AWS, con una base de datos de Excel; *chatbot* para la interacción con el cliente dentro de sus procesos logísticos, y IoT para monitoreo en manufactura como solución logística.

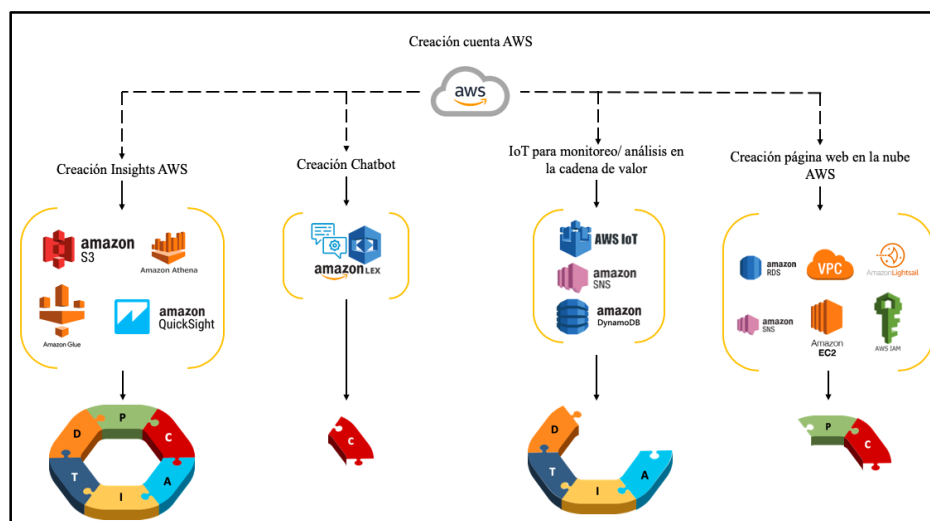


Figura 6. Videos manuales virtual de AWS con sus APIs y etapas impactadas; Autoría propia

Para iniciar se recomienda ver el video “cómo realizar la creación de una cuenta de AWS”, el cual presenta una breve introducción al mundo digital con ayuda de AWS, además, cuenta con un paso a paso de la creación del usuario para nuevos participantes de la herramienta. Se recomienda ver este video al principio si es nuevo en la plataforma. Para poder visualizar correctamente el video, se debe ingresar al link encontrado en el **Anexo 5 - Objetivo 2** con el título “Creación cuenta AWS” y descargarlo en el computador.

5.2.2.2 Creación de una página web con AWS Lightsail para facturación y comunicación de procesos logísticos.

Una vez ha sido creado el usuario en la plataforma AWS, se recomienda empezar con el video “Creación de una página web utilizando la plataforma de *Wordpress* en Amazon Web Services con la aplicación *Lightsail*”. También, se pueden encontrar videos relacionados con la creación de una base de datos, uso de estos en Amazon S3 y manejo de notificaciones por mensajes de texto y correos. Los videos anteriores cumplen con el objetivo de brindar las capacidades necesarias para almacenar datos, planear procesos comerciales, procesos de marketing relacionados a los *stakeholders* dentro de los procesos logísticos.

Como resumen, será capaz de entender el uso de instancias elásticas o funcionales de manera sencilla dependiendo del interés (crear una página web o una base de datos), almacenar archivos en tiempo real desde

la página web (imágenes, videos, documentos, entre otros), y notificar por medio de mensajes (SMS y/o Emails) la capacidad utilizada de las API's. En el diagrama 4 podemos ver el proceso de implementación. Para poder ver el paso a paso de la ejecución en AWS dirigirse al **Anexo 5 - Objetivo 2** y descargar el video tutorial.

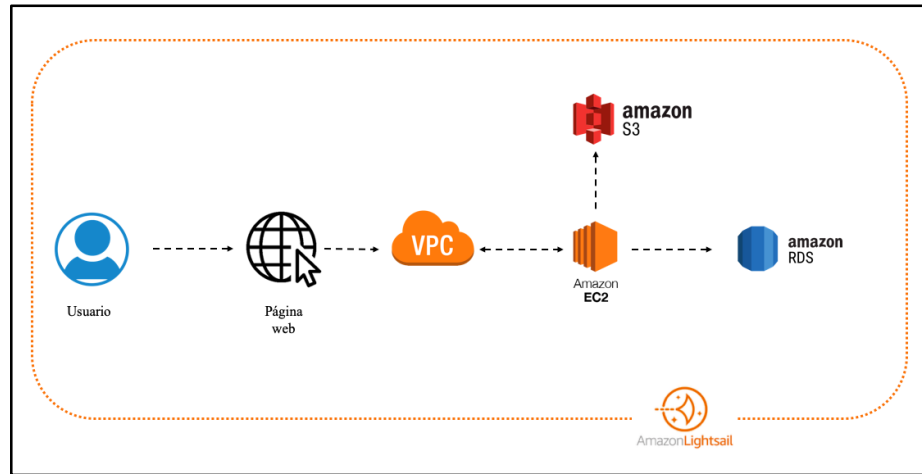


Figura 7. Proceso de creación de una página web con AWS. Autoría propia

5.2.2.3 Creación de Insights en AWS para procesos logísticos en la CS de las PyMEs en Colombia

Después de tener una idea breve del uso de AWS S3, se recomienda continuar con el tutorial de “creación de insights en AWS con una base de datos de Excel”. Este tutorial muestra cómo se integran 4 API's de AWS: S3, Glue, Amazon Athena y Amazon QuickSight, con la finalidad de explicar cómo desde la nube se pueden visualizar datos planos de Excel de forma dinámica y fácil. En diagrama 5, se muestra el proceso para la creación de Insights y la integración de las API's mencionadas.

La creación de Insights, puede ser de gran ayuda para verificar el correcto manejo de los procesos logísticos dentro de una empresa, y tomar medidas de acción en caso que se presenten irregularidades en los procesos. Es decir, puede ser usado para tener torres de control de los procesos internos.

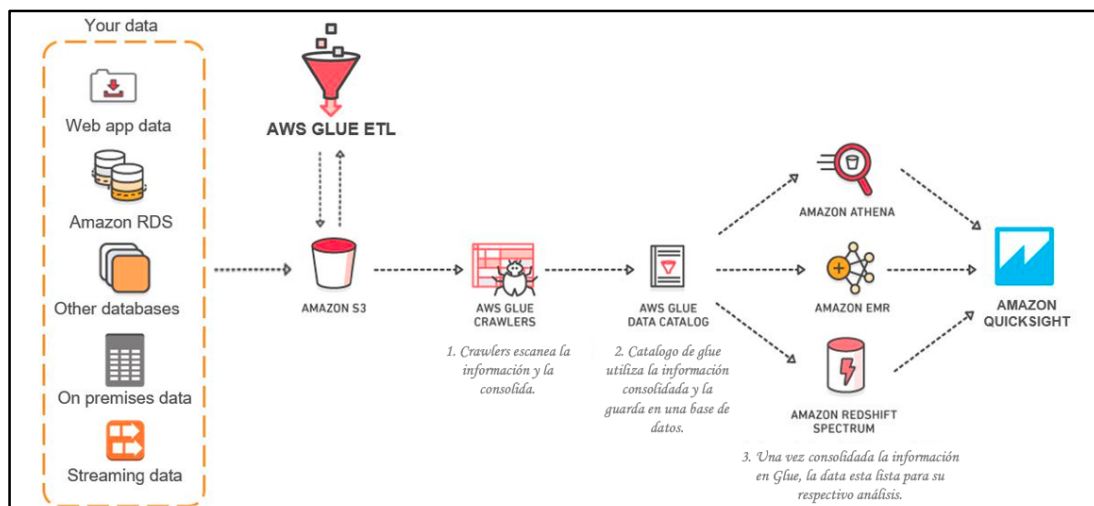


Figura 8. Figura para generar insights de archivos en Excel por medio de AWS. Fuente:

<https://www.slideshare.net/AmazonWebServices/from-data-collection-to-actionable-insights-in-60-seconds-aws-developer-workshop-web-summit-2018>

El video puede ser consultado en el **Anexo 5 - Objetivo 2** en el link llamado “Creación de *insights* con base de datos en Excel”. Es necesario descargarlo en el computador para poder ser visualizado.

5.2.2.4 Interacción por chatbot con los usuarios para soluciones logísticas

Para continuar, se recomienda visualizar el video “*chatbot* para la interacción con los clientes”. Este tutorial tiene como objetivo explicar una aplicación para facilitar la interacción con los clientes teniendo en cuenta los requerimientos de los usuarios, para así otorgar soluciones desde su programación. La API de AWS utilizada para la creación del *chatbot* es Amazon Lex. El *chatbot* puede ser integrado a la página web anteriormente mencionada para interacciones con el cliente en casos de *e-commerce*. El diagrama 6 muestra el proceso para la creación de esta aplicación.

La creación del *chatbot* puede servir al momento de atender las solicitudes de los usuarios o clientes, y/o el envío de datos en los procesos logísticos internos las PyMEs.

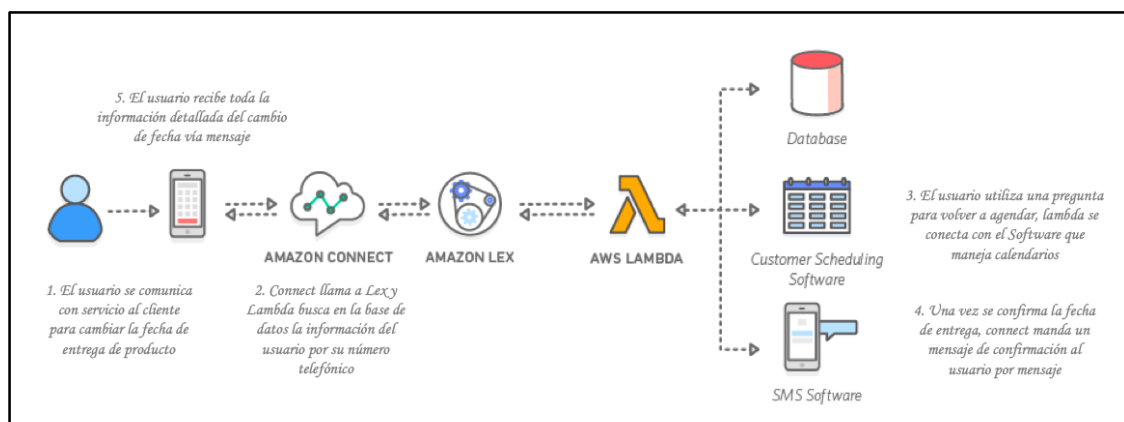


Figura 9. Proceso creación del chatbot para los clientes. Fuente: <https://aws.amazon.com/es/connect/connect-lexchatbot/>

Para poder ver el video, dirigirse al **Anexo 5 - Objetivo 2** y descargar el video en su computador. El video se encuentra relacionado con el capítulo planteado.

5.2.2.5 IoT para monitoreo y análisis de variables nominales de proceso en la cadena de valor

Internet de las cosas cumple una parte fundamental en la cuarta revolución industrial, es por esto que se busca desarrollar una implementación por medio de un ‘arduino’, vinculado a AWS, donde se puede llevar el monitoreo de un determinado punto por medio de un sensor. En esta aplicación se usa un sensor de temperatura y humedad, donde se busca crear y desarrollar alertas basado en diferentes estándares o límites establecidos, es importante resaltar que no solo se pueden generar alertas, también se pueden vincular con acciones en diferentes etapas de la cadena de suministro, tales como abastecimiento, gestión de inventarios, transformación y distribución.

Para las diferentes áreas mencionadas anteriormente, se pueden almacenar datos que posteriormente pueden ser analizados. Este desarrollo requiere un procedimiento diferente, así como una API adicional (*DynamoDB*), en la cual se guardarán los datos en una tabla la cual tendrá la información recolectada por el sensor en el punto específico, para este caso temperatura y humedad. Estos datos pueden ser descargados o trasladados a *QuickSight* con el fin de generar *insights* en tiempo real. Es importante resaltar que este desarrollo se puede replicar a cualquier tipo de sensor que se desee, pero es obligatorio cambiar la lectura de datos, como se explica en el código del **anexo IoT**.

Como se detalla en el Diagrama 7, podemos visualizar el proceso para la integración de esta solución. En el **Anexo 5 - Objetivo 2**, se encuentra el video donde se muestra paso a paso la integración de la solución. La primera parte del video, explica el desarrollo de IoT como proceso de monitoreo y la segunda expone IoT vinculado al almacenamiento de datos para su respectivo análisis. Los videos se deben descargar y se encuentran relacionados con el nombre del capítulo o el mismo número del capítulo.



Figura 10. IoT para monitoreo y análisis de variables nominales de proceso en la cadena de valor; Autoría propia

Las soluciones tecnológicas presentadas conllevan una serie de costos relacionados a la implementación de cada una de ellas. En la tabla 7, se puede observar de manera individual, qué elementos se deben tener en cuenta para evaluar si la solución es rentable. Además de los costos presentados, es importante analizar que según el estado actual de la PyME, se deben agregar costos de mano de obra, gestión de plataformas, capacitaciones e infraestructura para mantener y controlar las soluciones. El costo total y configuración dependerá de la empresa que quiera implementar las soluciones tecnológicas, la cantidad de estas y el número de personas que interactuarán con ellas.

Tabla 7. Costos relacionados a implementación de las soluciones tecnológicas; Autoría propia

Herramienta	Precios USD(Mes)
QuickSight	12 USD/ usuario
Chatbot	0,00075 USD por interacción
IoT	Elementos -Cable Jumpers Hembra x3 =2000 COP -Arduino Esp8266 nodemcu =18000 COP -Sensor temperatura y humedad Dht11=6000 COP
	API's IoT Core -0,08 USD (por millón de minutos de conexión) -Más de 5 mil millones de mensajes: 0.70 USD por millón -0,15 USD por millón de reglas activadas o de acciones ejecutadas
	Amazon SNS - Correo: 2,00 USD por 100 000 -Mensaje SMS 0.0039 USD por mensaje DynamoDB -0,25 USD por GB-mes -1,25 USD por millón de unidades de solicitud de escritura -0,25 USD por millón de unidades de solicitud de lectura

Página web o Base de datos	<p>Instancias T3a.micro a T3a.Medium</p> <p>Amazon Elastic Block Storage - 3.00 USD</p> <p>Amazon EC2 - 4.31 a 17.23USD</p> <p>Amazon S3 - 0.023 USD por GB</p>
Fuente de información para los servicios de las APIs de AWS: https://calculator.aws/#/	

5.2.3 Esquema de implementación de tecnologías 4.0 en la CS por el método SCRUM

Para la correcta implementación de las tecnologías 4.0, en las etapas de la CS de las PyMEs, se diseñó un esquema de implementación junto al modelo SCRUM, el cual tiene como prioridad la agilidad, flexibilidad y adaptación por medio de inspecciones de los procesos de integración. El esquema cuenta con fechas determinadas para ir entregando al cliente los requisitos previamente señalados por ellos (*Sprints*). Realizando el correcto uso de Scrum, garantizamos que el cliente tenga transparencia de los procesos y se generen prontas adaptaciones de ser requeridas para un mundo cambiante de la tecnología.

Para poder exponer correctamente el esquema, se presenta la tabla 7 con el glosario de términos necesarios a fin de entender el proceso de implementación. Para conocer los términos en su totalidad, dirigirse al **Anexo 5 - Objetivo 2** en donde se encuentra la tabla completa.

Tabla 8. Glosario de términos Scrum; Autoría propia

Término	Descripción
Product Owner (Dueño de producto)	Maximiza el valor del producto resultante, es aquel que gestiona la lista de producto requerida (<i>Product Backlog</i>), ordena los elementos de la lista (prioridades) para alcanzar los objetivos, es transparente con los procesos necesarios y expone necesidades.
Development Team (Equipo de desarrollo)	Profesionales que realizan el trabajo para entregar el producto terminado (<i>Sprint</i>). Son auto-organizados, multifuncionales, cada miembro puede tener una especialidad, pero todos trabajan en equipo.

Una vez haya claridad en los términos, continuamos exponiendo los cuatro eventos formales mencionados en Scrum: Planificación del *Sprint* (*Sprint Planning*), Scrum Diario (*Daily Scrum*), Revisión del *Sprint* (*Sprint Review*) y Retrospectiva del *Sprint* (*Sprint Retrospective*), estos son necesarios para la inspección y adaptación. Dentro del glosario se encuentran detalladamente los objetivos de cada uno.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se procede a describir los procesos del esquema Scrum para la implementación de las oportunidades tecnológicas en las etapas de la CS. Se debe tener en cuenta que se pueden presentar modificaciones dependiendo de las empresas a las que se aplica este esquema. La guía presentada a continuación será netamente teórica y se deberán hacer las modificaciones pertinentes al aplicar a la empresa caso de estudio. En la Diagrama 8, presentamos el ciclo Scrum gráficamente para el proceso de un *Sprint*, dependiendo del catálogo de productos se tendrán los *Sprints* necesarios para la entrega final del proyecto. Para las descripciones puntuales del proceso a realizar, se encuentra a detalle en el **Anexo 5 - Objetivo 2**.

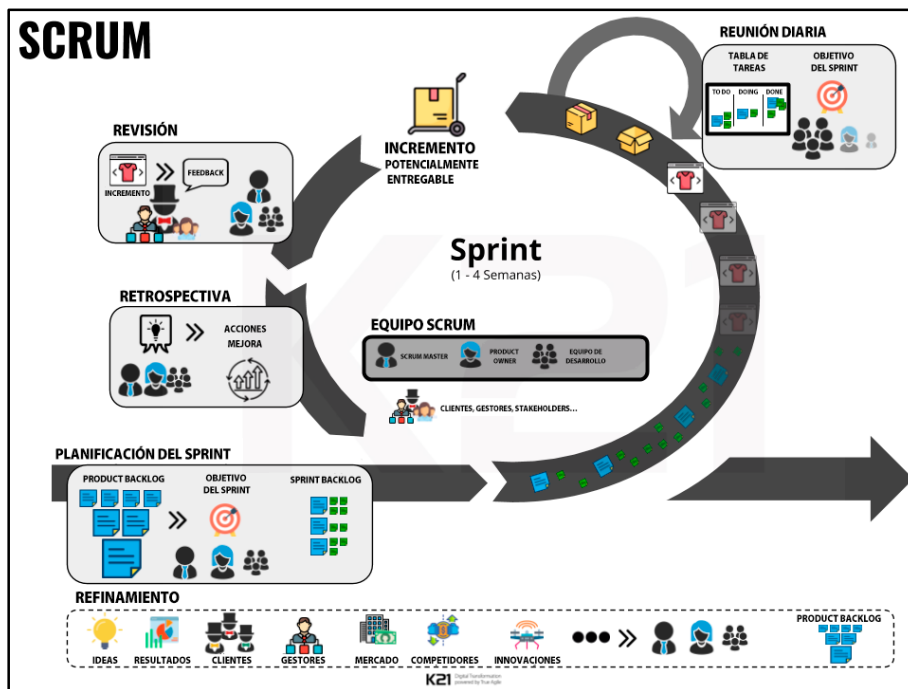


Figura 11. Ciclo de los procesos Scrum; Fuente: <https://knowledge21.es/blog/que-es-el-scrum/>

Para concluir este capítulo, se utilizará el modelo ágil Scrum con el fin de implementar los procesos descritos a lo largo de éste. Los procesos del capítulo son, la implementación del análisis de madurez, con el fin de ver el nivel tecnológico presentado por la compañía, y la integración de las API's de AWS.

El modelo Scrum ayuda a que toda la integración de los procesos se haga de forma transparente, y que el cliente pueda ver el avance continuo de los desarrollos a lo largo de un periodo determinado (*Sprints*). Este capítulo recolecta toda la teoría necesaria para la buena implementación y desarrollo de cualquier proyecto

Con el objetivo de unificar el análisis de madurez, las soluciones tecnológicas y el marco de trabajo Scrum, se diseñó el *Roadmap* previamente mencionado. Este mostrará una hoja de ruta que guiará a las PyMEs en su transición a través de los diferentes niveles de madurez digital. Para recorrer el *Roadmap* se han definido 4 pasos fundamentales: reconocimiento, cuestionario, resultados y propuestas. Al realizar cada uno de estos pasos las empresas podrán identificar en cuáles dimensiones se deben enfocar, asimismo el desarrollo de un proyecto de transformación digital se puede realizar en compañía de una empresa asesora o de forma autónoma si se cuenta con el talento humano que tenga las competencias requeridas.

A continuación en la figura 12 se muestra gráficamente el menú inicial de la herramienta de medición que ha sido desarrollada. Para acceder al *Roadmap* que ha sido elaborado, se puede consultar el siguiente enlace web: [Click aquí; https://view.genial.ly/5f24c67c52aab50dbf6abd3e/horizontal-infographic-timeline-hoja-de-ruta-transformacion-digital-pymes-en-colombia](https://view.genial.ly/5f24c67c52aab50dbf6abd3e/horizontal-infographic-timeline-hoja-de-ruta-transformacion-digital-pymes-en-colombia)



Figura 12. Roadmap; Autoría propia

6. Desarrollar una prueba de concepto del marco en una empresa del sector de manufactura.

6.1. Metodología

Una vez se construyó el marco de trabajo para la implementación de las tecnologías 4.0 en la CS de las PyMEs, y se estableció un cronograma con ayuda del marco de trabajo Scrum, se continúa con la aplicación del marco metodológico en la empresa caso de estudio ALPAPEL S.A.S. En el cronograma, el cual se puede observar en el **Anexo 5**, se muestran los Sprints que se trabajarán, a lo largo de 4 semanas, de acuerdo a las necesidades encontradas en el caso de estudio. Una vez se terminen de entregar los Sprints planeados, en el período determinado, se procedería a evaluar el impacto de las nuevas tecnologías dentro del proceso productivo de la compañía.

Para la correcta evaluación, se toman todas las herramientas creadas en el objetivo anterior con el fin de tener una hoja de ruta que nos permita evaluar, si se necesita realizar mejoras o si se deben generar planes de acción distintos para que las PyMEs logren entrar al mercado digital. Este objetivo, muestra el proceso de implementación de las API's de AWS dentro de la CS de la empresa, a lo largo del periodo mencionado anteriormente.

6.2. Resultados

Para el objetivo de resultados, se procederá mostrando los avances de implementación, mediante resúmenes de integración de los Sprints seleccionados previamente. Los resúmenes, se pueden observar en el **Anexo 5**. Estos incluirán: los datos relevantes obtenidos de cada una de las integraciones, los avances obtenidos a la fecha, los comentarios presentados por parte de la empresa y los comentarios del grupo de trabajo.

6.2.1 información ALPAPEL S.A.S

Para dar inicio a la implementación de las tecnologías 4.0 en la empresa caso de estudio, se creó un cuadro con la información principal de la compañía, con el fin de establecer un panorama general al lector y poder rápidamente dar conocimiento del lugar en el que se encuentra, el inicio de la implementación y ver los avances a medida que se entreguen los Sprints correspondientes. La Tabla 8, muestra parte de la tabla de información completa presentada en el **Anexo 6**.

Tabla 9. Información principal ALPAPEL S.A.S; Autoría propia

Resumen ejecutivo ALPAPEL S.A.S	
Nombre empresa:	ALPAPEL S.A.S
NIT:	8605245231
Tipo de actividad:	Manufactura

Para poder dar inicio al primer Sprint, se realizó la encuesta diseñada en el Objetivo 2, con el fin de determinar el nivel de madurez de la empresa caso de estudio desde 5 distintas perspectivas: Estrategia organizacional, datos, operaciones y producción, productos y personas. Es fundamental conocer el nivel de madurez, ya que dependiendo de esto se procederá a revisar las necesidades tecnológicas que ALPAPEL S.A.S presenta, asimismo, se crearán las historias de usuario para reconocer las necesidades de la compañía y relacionar posibles soluciones tecnológicas para su integración y mejora de procesos.

Frente a lo anterior, se remite al **Anexo 6** para ver las respuestas de la encuesta de nivel de madurez, en donde se determina que la empresa se encuentra en su mayoría en procesos conservadores y transformadores. Un breve resumen de los resultados se observan en la tabla 9.

Tabla 10. Resultados modelo de madurez; Autoría propia

Aspecto analizado	Nivel de madurez (As is)	Nivel de madurez planeado (To be)
Estrategia Organizacional	Conservadores	Transformadores
Datos	Transformadores	Actualizados
Operaciones y producción	Principiantes	Transformadores
Productos	Transformadores	Actualizados
Personas	Conservadores	Conservadores

Teniendo en cuenta el panorama inicial de ALPAPEL S.A.S y su visión, se prosigue a entender las oportunidades de mejora de la compañía planteando iniciativas digitales que permitan tener beneficios asociados a: resolución de necesidades, problemáticas y devoluciones de forma fácil, rápida y automatizada. También, tener manejo de inventario y análisis del negocio (datos) en tiempo real, con el fin de evaluar la evolución de la integración de la tecnología en la empresa.

Debido a la pandemia COVID-19, la compañía tiene mayor necesidad de entrar en una etapa de transformación digital, donde busca con ayuda de la tecnología integrada en un *chatbot* y una plataforma tecnológica de análisis de datos mediante *dashboards (Insights)*, procesos y necesidades en tiempo real para tomar decisiones entre áreas relacionadas, satisfacer al cliente e incrementar la productividad de la compañía. Lo anterior, hace referencia a que ALPAPEL S.A.S reconoció la oportunidad de entrar en el mercado digital, a causa de que sus productos ya no se podrían vender ciento por ciento desde las tiendas físicas. Por ello, la transformación digital se convirtió en un eje vital que facilitará: el puente de ventas, el acceso de los clientes a los catálogos de productos, demoras en los pedidos vía internet, creación de órdenes de compra y minimización de los tiempos de parada de la producción. Es válido aclarar que ALPAPEL S.A.S se encuentra desarrollando un primer avance digital (página de internet con ayuda de la plataforma de AWS de forma tercerizada).

Los Sprints que fueron seleccionados se tomaron en cuenta por dos criterios: Aquellas soluciones que les ofrecieran un valor a los procesos en transición (cumplan con los MVP de Scrum) y tuvieran sinergia al

estado de transformación digital de ALPAPEL S.A.S. En este orden de ideas, se pudo descartar dos de las cuatro soluciones presentadas y se definieron los siguientes *Sprints backlog* (las dos soluciones a trabajar serán los únicos *Sprints*) que se pueden ver en la tabla 10. Adicional, en la tabla se puede observar cada solución a implementar con sus respectivos tiempos de desarrollo, teniendo en cuenta que dentro de esta franja de tiempo se incluye la presentación del Sprint. Es importante entender, que los Sprints propuestos dan continuidad a la página web y darían soluciones satisfactorias a sus necesidades.

Tabla 11. Sprints a desarrollar; autoría propia

Sprints	Tiempo de desarrollo	¿Qué solución presentaría a sus necesidades?
<i>chatbot</i> para interacción con el cliente- Resolución de dudas, quejas o reclamos.	2 semanas	Mejora del servicio al cliente, al resolver inquietudes y quejas o reclamos de forma eficaz y eficiente para seguir fidelizando a sus clientes.
Análisis de ventas/ inventarios con <i>QuickSight</i> por medio de <i>Insights</i> en AWS.	1 semana	Análisis de las ventas e inventarios en tiempo real, para ayudar a que el despacho de pedidos tenga un lead time menor, y que se pueda tener la agilidad de entrega como diferenciador con la competencia.

Teniendo en cuenta los Sprints a desarrollar, presentaremos el *Definition of Done* (DoD) y el *Defintion of Ready* (DoR) para cada uno de éstos. Estos parámetros son necesarios para determinar en dónde inicia y termina cada Sprint. Asimismo, como parámetros iniciales, se presentan las labores internas de los procesos, de cada uno de los integrantes del grupo, para que se pueda desarrollar satisfactoriamente los modelos de soluciones tecnológicas para ALPAPEL S.A.S. En la tabla 11 se presentan las definiciones de DoR y DoD para entendimiento del lector.

Tabla 12. DoR y DoD para integraciones de los Sprints; Autoría propia.

Sprint	DoR	DoD
<i>chatbot</i> para interacción con el cliente- Resolución de dudas, quejas o reclamos.	<ul style="list-style-type: none"> -Listas de posibles dudas, quejas o reclamos presentadas en pedidos pasados (presenciales) -Enlaces pertinentes para redirigir al usuario a la solución factible. -Lista de trabajadores que responderán a las dudas o quejas de los clientes de ser necesario (para crearles los permisos necesarios). -Visto bueno del cliente a las posibles soluciones a plantear con la herramienta digital. 	Se presentará un modelo de <i>chatbot</i> con posibles soluciones a dudas, quejas o reclamos que se frecuentaban en la toma de pedidos presenciales, esto debido a que nunca se ha presentado toma de pedidos digitales.
Análisis de ventas/ inventarios con <i>QuickSight</i> por medio de <i>Insights</i> en AWS.	<ul style="list-style-type: none"> -Bases de datos con información sobre las ventas generadas en los últimos 3 meses. -Bases de datos con la información de movimiento de inventario generadas en los últimos 3 meses. -Idea inicial sobre la información de valor que se debe presentar en el <i>dashboard</i> para respectivos análisis gerenciales. 	Se presentará un modelo de <i>dashboard</i> , el cual tiene como objetivo presentar la información de ventas e inventario de forma gráfica, para fácil entendimiento del negocio y posibles tomas de decisiones con esta información.

Ahora, se plantean las labores internas de los participantes de este proyecto, con el fin de ver el alcance presentado por cada uno de ellos para las soluciones digitales a integrar. En la tabla 12, se presenta el resumen de los integrantes y sus especialidades.

Tabla 13. Presentación de integrantes del grupo y sus alcances; autoría propia.

Integrante del grupo	Especialidad	Alcance
----------------------	--------------	---------

Cliente ALPAPEL S.A.S	Product Owner- Persona que solicitará un producto frente a sus necesidades en el negocio.	Planteará sus necesidades y recibirá las entregas pertinentes de los Sprints y frente a estas plantea posibles mejoras o recomendaciones a realizar dependiendo de sus necesidades. Dará el visto bueno de los desarrollos realizados.
David Ricardo López	Especialista en creación de <i>insights</i> en la plataforma de <i>QuickSight</i> Monitoreo y análisis de variables nominales por medio de IoT	Manejo de la data para la creación del <i>dashboard</i> . Especialista en API's de AWS.
Diana María Quijano	Especialista en análisis de oportunidades y planteamiento de soluciones tecnológicas para necesidades de los clientes.	Creadora de la hoja de ruta para la correcta implementación de las tecnologías frente a las necesidades del usuario, reconocimiento de integraciones de procesos y alineación del grupo de trabajo para soluciones efectivas para la empresa caso de estudio. Conocedora de API's de AWS, especialista de integraciones ágiles Scrum.
Jonatán Ruiz	Especialista en desarrollos en páginas web por medio de AWS.	Integración de desarrollos tecnológicos en páginas web. Especialista en API's de AWS.
Jorge Andrés Valero	Especialista en creaciones de <i>chatbot</i> por medio de AWS.	Creación y programación de la información a presentar en el <i>chatbot</i> para soluciones a clientes. Especialista en API's de AWS.

Teniendo en cuenta todo lo descrito anteriormente en este capítulo, se continuará con el desarrollo de los Sprints mencionados, y se presentará el resultado de dichas integraciones tecnológicas.

6.2.2 Primer Sprint: creación de un chatbot para la interacción con los usuarios para soluciones logísticas para ALPAPEL S.A.S

Como fue mencionado anteriormente, se vio la necesidad de proponer a ALPAPEL S.A.S un *chatbot* el cual ayudaría a resolver dudas, quejas o reclamos, y direccionaría al catálogo en la página web. El *chatbot*, ofrecería soluciones de forma totalmente automática y fácil, tanto para los clientes, como para los operarios y los administrativos, puesto que ayudaría a orientar a los usuarios mediante enlaces o vínculos dependiendo de la necesidad. A continuación, en la Tabla 13, se presenta el resultado de la integración de la solución desarrollada en el primer Sprint.

Tabla 14. Resultados primer Sprint: chatbot para interacción con clientes; Autoría propia

Fecha de entrega: 29/05/2020	
Sprint: <u>chatbot para interacción con clientes</u>	
Objetivo Sprint: Aumento de las ventas por medio de la página web y resolución de inquietudes y dudas respecto a los pedidos.	
Presupuesto necesario para la integración: Se espera tener un tope de 4000 solicitudes al mes, esto depende de la demanda que sea asignada. El tope presupuestal sería de 3usd mensuales. Cada solicitud tiene un costo de 0.00075usd. Respecto a Dynamodb, se espera no superar la capa gratuita.	
Entregable del Sprint: - Modelo de chatbot para interacción con los clientes para resolución de dudas, quejas y/o reclamos.	Comentarios/Sugerencias de revisión: El cliente acepta los resultados del sprint con satisfacción y denota que es funcional para todo lo solicitado respecto a la atención de clientes y su recolección de datos.

Recomendaciones para próximo Sprint (Retrospectiva):

El cliente, al estar desarrollando su propia página web, solicita apoyo posterior para realizar la conexión de su sitio web con el *chatbot* creado. Para esto se le enseña el procedimiento anteriormente grabado en el objetivo 2.

Incrementos entregados a la fecha: (Acumulado)

- *chatbot* para interacción con los clientes.

Como se puede observar en el **Anexo 6**, la integración fue efectiva. Desde el inicio, el especialista en creación del *chatbot* junto al equipo de trabajo, diseñó un diagrama que se puede apreciar en los resultados del primer sprint dentro del **anexo 6 - objetivo 3**. En este diagrama, se observan tres posibles intenciones: 1. Un cliente que desea ser atendido por un asesor 2. Un cliente que desea ser dirigido directamente al catálogo de productos, y por último, 3. Un cliente que desea dejar un comentario sobre su experiencia. La construcción se inició con Amazon Lex, esta API está diseñada para crear el diálogo y definir las intenciones que el cliente podría tener, cada una de estas tiene un glosario de palabras que la activan.

Dependiendo de las intenciones, se realizan diferentes procesos, en el caso de la intención 1 y 3, la información debe ser almacenada en una base de datos. Por ello, para guardar la información suministrada por parte del cliente, se crearon diferentes *slots* (funcionan como variables temporales) dentro de Amazon Lex, posteriormente, almacenar el contenido de dichos *slots* en la base de datos que ofrece la API Amazon DynamoDb. Sin embargo, para realizar el almacenamiento de la información suministrada en DynamoDB, se requiere de Amazon Lambda cuyo objetivo es transportar la información por medio de funciones en el lenguaje de programación JSON. Como resultado, Amazon Lambda ubica la información obtenida en los *slots* de Lex en la tabla respectiva de DynamoDb.

En función a lo anterior, se obtuvo un prototipo final del *chatbot* a través del cual se puede interactuar las 24 horas del día, permitiendo la atención continua de clientes y la minimizando el tiempo de utilización del asesor. Lo anterior, se puede observar con mayor detalle en las imágenes de los resultados del primer Sprint en el **Anexo 6 - objetivo 3**.

6.2.3 Segundo Sprint: Creación de Insights en AWS para procesos logísticos en ALPAPEL S.A.S

Así como la integración tecnológica del primer Sprint, se vio la necesidad de plantearle a ALPAPEL S.A.S un tablero de control de datos por medio de *Insights* con ayuda de la herramienta *QuickSight* de Amazon. Los *Insights* son presentados en *dashboards*, que resumen los datos (gráficos, indicadores o tablas) de la empresa para tomar decisiones, analizar el estado actual y gestionar estrategias para mejorar la productividad del negocio. El objetivo del tablero de control de datos, es ver el comportamiento en tiempo real para plantear estrategias de mejora continua efectivas en el corto y mediano plazo. A continuación, en la Tabla 14, se presenta el resultado de la integración de la solución desarrollada en el segundo Sprint.:

Tabla 15. Resultados segundo Sprint: chatbot para interacción con clientes; Autoría propia

Fecha de entrega: 1/06/2020
Sprint: <u> <i>Análisis de ventas/inventarios con insights en AWS</i> </u>
Objetivo Sprint: <i>Toma de decisiones por medio de análisis de datos en tiempo real y entendimiento del negocio de forma efectiva</i>
Presupuesto necesario para la integración: <i>18 USD mes por autor</i>

Entregable del Sprint: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Tablero de control (Dashboard) diseñado para análisis de ventas e inventarios.</i> 	Comentarios/Sugerencias de revisión:
Recomendaciones para próximo Sprint (Retrospectiva): Exposición de resultados al cliente	
Incrementos entregados a la fecha: (Acumulado) <ul style="list-style-type: none"> - <i>chatbot</i> para interacción con los clientes. - Herramienta de visualización de <i>insights</i> 	

Como se puede observar en el **Anexo 6** la integración fue efectiva, conectando así la base de datos de ventas, desde el último año, con la plataforma *QuickSight* de AWS. Se generaron *insights* para la toma de decisiones basado en los productos, clientes, vendedores, bodegas y fechas. Esta plataforma presenta los resultados a través de *dashboards* y estos pueden ser modificados y/o examinados por los roles encargados de analizar los datos de la compañía. La base de datos, se almacena en la nube y puede ser consultada en cualquier momento.

Los principales resultados obtenidos se basan en la comparación año a año de los principales productos en ventas totales, vendedores destacados y bodegas por producto. Todos los *dashboards* están anidados para brindar análisis dinámicos, sencillos y concisos para mostrar la información de manera clara. Por otro lado, se generaron acciones, análisis de datos segmentados por grupos determinados; filtros, y parámetros que facilitan la lectura de los datos, en función de brindar conclusiones para comparar los datos históricos por medio grupos y/o fechas determinadas.

En conclusión, se vinculó la base de datos a la nube de AWS para almacenar datos, crear *dashboards* y compartir información en tiempo real, en función de tomar decisiones rápidas y concretas de acuerdo a la necesidad del negocio. Además, esta funcionalidad puede ser escalable a futuras bases de datos o alimentar la base de datos actual con información de los futuros datos tomados en los próximos periodos de tiempo. Finalmente, se busca también minimizar el envío de los datos en repetidas ocasiones a los empleados que trabajan sobre la base de datos, maximizar la sinergia a la hora de trabajar en grupo, generar un acceso fácil y encontrar resultados en conjunto representativos y concretos que permitan a la empresa decidir estratégicamente desde otras perspectivas.

7. Medir el impacto del marco implementado, por medio de indicadores que se encuentren articulados mediante un tablero de gestión del desempeño

7.1. Metodología

Una vez se implementaron las soluciones tecnológicas a la empresa caso de estudio, y con el fin de evaluar el resultado de la aplicación del marco de trabajo para la integración de las tecnologías 4.0 en la CS, se decide dedicar un capítulo para el análisis de los indicadores de medición de procesos SCOR, comparando los procesos antes y después de la implementación de las soluciones tecnológicas a la empresa ALPAPEL S.A.S, con el objetivo de evaluar si las soluciones presentadas por el grupo de trabajo cumple con las necesidades de la empresa, y determinar si las nuevas tecnologías son parte de la solución para el mercado cambiante en el que nos encontramos en este momento.







7.2. Resultados






Como se mencionó anteriormente, los resultados y el análisis de éstos, serán con base en las soluciones creadas con ayuda de las tecnologías 4.0 para la empresa caso de estudio. Se compartirán los indicadores con base al modelo SCOR que utiliza ALPAPEL S.A.S previo a la implementación de las soluciones tecnológicas, y se mostrarán los resultados obtenidos con esos procesos (AS IS), luego de esto, se realizará un contraste de los mismos indicadores, pero se presentarán los resultados frente a los procesos con la solución tecnológica integrada (TO BE). La comparación es necesaria para ver el impacto de la tecnología y cómo ésta logra ayudar, o no, a la necesidad presentada por la compañía. Este capítulo presentará las conclusiones generales del proyecto y sus oportunidades de mejora para próximos trabajos relacionados con éste.






7.2.1 Indicadores de evaluación del modelo SCOR para los procesos AS IS y TO BE de ALPAPEL S.A.S

Los indicadores de rendimiento de procesos presentados por SCOR se dividen en 5 grandes grupos: fiabilidad, respuesta, agilidad, costos y eficiencia de gestión de activos. Basado en estos grupos, se eligieron los KPI's que utiliza ALPAPEL S.A.S para evaluar el desempeño de éstos presentados a continuación en la tabla 15. Asimismo, se evalúan los resultados previos a la implementación tecnológica (AS IS) de la empresa y después de la misma (TO BE), con el fin de ver si hubo un impacto positivo y significativo en los procesos de la empresa.

Tabla 16. Principales KPI's de ALPAPEL S.A.S y análisis procesos AS IS y TO BE; Autoría propia

	KPI's rendimiento procesos SCOR	Resultados ALPAPEL S.A.S (AS IS)	Resultados ALPAPEL S.A.S (TO BE)	Justificación del cambio en rendimiento indicadores
Fiabilidad (Reliability) RL 1.1 Cumplimiento perfecto del pedido	RL 2.1 % De pedidos entregados en su totalidad 	90% Frente a un promedio de 3861 pedidos recibidos mensualmente, se entregan 3475 pedidos en su totalidad sin requerir alguna devolución.	90% Frente a un promedio de 3861 pedidos recibidos mensualmente, se entregan 3475 pedidos en su totalidad sin requerir alguna devolución.	Valor sin cambios
	RL 2.2 Rendimiento de entrega a la fecha de confirmación al cliente 	56% Para un tiempo objetivo de la empresa, de 4 horas para que se entregue el pedido al cliente, se toman 9 horas reales para la entrega por pedido.	90% Para un tiempo objetivo de la empresa, de 4 horas para que se entregue el pedido al cliente, se toman 5 horas reales para la entrega por pedido.	Con ayuda del <i>Chatbot</i> se puede atender en tiempo real al cliente y poder proporcionarle una fecha exacta de entrega a éste debido a conocimiento del inventario disponible (en tiempo real) con ayuda del <i>dashboard (Quick Sight)</i> .
	RL 2.4 Condición perfecta del producto 	97% De un promedio de 3861 pedidos obtenidos en el mes, se tiene presente que hay un promedio de 386 pedidos los cuales presentan devoluciones.	97% De un promedio de 3861 pedidos obtenidos en el mes, se tiene presente que hay un promedio de 386 pedidos los cuales presentan devoluciones.	Valor sin cambios
Respuesta (Responsiveness) RS 1.1 Tiempo de ciclo de cumplimiento del pedido	RS 2.1 Tiempo ciclo abastecimiento 	3 días/ pedido al proveedor Al mes, con un promedio de 965 pedidos realizados a la semana, se estarían demorando 3 días para la entrega de mercancía/ pedido.	3 días/ pedido al proveedor Al mes, con un promedio de 965 pedidos realizados a la semana, se estarían demorando 3 días para la entrega de mercancía/ pedido.	Valor sin cambios
	RS 2.3 Tiempo de ciclo de entrega pedido 	9 hrs/ pedido. Al mes, con un promedio de 965 pedidos realizados a la semana, se estarían utilizando 8685 horas para entregar pedidos	5h/ pedido. Al mes, con un promedio de 965 pedidos realizados a la semana, se estarían utilizando 4825 horas para entregar pedidos.	Tiempo de ciclo se reduce debido a que todos los procesos se realizan en línea con ayuda del <i>Chatbot</i> , por lo que se pretende disminuir tiempos muertos. Una vez el cliente pida un producto se empieza a realizar todo el proceso en paralelo correspondiente a la entrega.
Agilidad (Agility) AG 1.1 Adaptabilidad de la CS al crecimiento de demanda	AG 2.1 Agilidad de abastecimiento 	70% Para un promedio de pedidos de 1365 pedidos/ semana (cuando sube la demanda), y teniendo un objetivo esperado por la empresa, para pedidos al proveedor de 5 pedidos/semana cuando aumenta la	83% Para un promedio de pedidos de 1365 pedidos/ semana (cuando sube la demanda), y teniendo un objetivo esperado por la empresa, para pedidos al proveedor de 5 pedidos/semana cuando aumenta la demanda, se están realmente pidiendo 6 pedidos/semana.	Por medio de análisis de datos con <i>Quick Sight</i> se puede determinar cada cuánto se debe pedir abastecimiento con el proveedor (teniendo un inventario mínimo en cuenta)

		demanda, se están realmente pidiendo 8 pedidos/semana.		frente a la demanda de las semanas.
	AG 2.3 Agilidad de entrega de pedido 	56% Para un promedio de crecimiento de 400 pedidos/semana cuando sube la demanda, y considerando una entrega deseada por la empresa de 4 horas/pedido cuando sube la demanda, se están utilizando 9 horas/pedido para entrega de pedidos realmente.	90% Para un promedio de crecimiento de 400 pedidos/semana cuando sube la demanda, y considerando una entrega deseada por la empresa de 4 horas/pedido cuando sube la demanda, se están utilizando 5 horas/pedido para entrega de pedidos realmente.	Se generan órdenes de compra virtual por medio del <i>chatbot</i> , a la bodega más cercana del cliente que tenga el producto disponible (se puede revisar con ayuda del <i>dashboard</i> ya que este se actualiza en tiempo real).
Agilidad (Agility) AG 1.2 Adaptabilidad de la CS a la reducción de demanda	AG 2.6 Agilidad de abastecimiento 	80% Para un promedio de pedidos de 799 pedidos/semana cuando disminuye la demanda, y teniendo un objetivo de pedidos al proveedor de 4 pedidos/semana por parte de la empresa cuando la demanda disminuye, se están pidiendo realmente 6 pedidos/semana.	90% Para un promedio de pedidos de 799 pedidos/semana cuando disminuye la demanda, y teniendo un objetivo de pedidos al proveedor de 4 pedidos/semana por parte de la empresa cuando la demanda disminuye, se están pidiendo realmente 5 pedidos/semana.	Como se mencionó anteriormente, por medio de análisis de inventario en tiempo real se determina cada cuando se pedirá teniendo en cuenta el GAP de entrega por parte del proveedor y analizando la demanda promedio de la semana.
	AG 2.8 Agilidad de entrega de pedido 	0% Para un promedio de disminución de 166 pedidos/semana cuando disminuye la demanda, y considerando una entrega deseada por parte de la empresa de 4 horas/pedido cuando esto ocurre, se están utilizando 9 horas/pedido para entrega de pedidos realmente.	90% Para un promedio de disminución de 166 pedidos/semana cuando disminuye la demanda, y considerando una entrega deseada por parte de la empresa de 4 horas/pedido cuando esto ocurre, se están utilizando 5 horas/pedido para entrega de pedidos realmente.	Se generan órdenes de compra virtual por medio del <i>chatbot</i> , a la bodega más cercana del cliente que tenga el producto disponible (se puede revisar con ayuda del <i>dashboard</i> ya que este se actualiza en tiempo real).
Costos (Cost) CO 1.1 Costos totales de la gestión de la CS	CO 2.1 Costos de planeación 	\$0 COP/mes Para la planeación se estima \$0 COP para generar planes de producción en la empresa. Todo se realiza frente una junta directiva.	\$200.000 COP/mes Se considera una inversión mensual de \$200.000 COP para tener los créditos necesarios para realizar el tablero de control por <i>QuiskSight</i> para ayudar a la planeación gerencial y para tener la posibilidad de visualizar la información (0.30 USD por 30 min lectura).	Se genera una inversión para el uso de las soluciones tecnológicas presentadas en el proyecto. Los costos de <i>QuickSight</i> se presentan en la parte final de la tabla en donde se justifica su inversión para la mejora del rendimiento de la empresa.
	CO 2.2 Costos de abastecimiento 	\$3.000.000 COP/mes Se tienen costos mensuales de \$3.000.00 COP por el abastecimiento de productos. Estos costos incluyen transporte, material especial para transportar, entre otros.	\$2.000.000 COP/mes Se tienen costos mensuales de \$2.000.00 COP por el abastecimiento de productos. Estos costos incluyen transporte, material especial para transportar, entre otros.	Se reducirán los costos de abastecimiento porque se pedirá cuando se requiera y se bajará el costo de Stock de inventario puesto que no se espera tener más de lo que se requiera en la semana.

	CO 2.4 Costos de entrega 	\$10.000.000 COP/mes Se generan \$10.000.000 COP costos por transporte, distancias recorridas, conductores, entre otros.	\$4.000.000 COP/mes Se generan \$4.000.000 COP costos por transporte, distancias recorridas, conductores, entre otros.	Se reducirá el costo de entrega puesto que se podrán tomar decisiones frente cantidad de personal, rutas óptimas de entrega (por los pedidos del día).
	CO 2.6 Costos de mitigación 	Permanece igual	Permanece igual	Valores no compartidos por la empresa, pero se asegura que permanecerán igual.
Eficiencia de gestión de activos (Asset Management Efficiency) AM 1.1 Tiempo de ciclo de efectivo	AM 2.1 Días de ventas sobresalientes 	2 de 6 días/ Semana Al mes se tienen 8 días de ventas sobresalientes, sobre un promedio de 25 días mes (sin Domingos), teniendo así un 32% de ventas efectivas.	4 de 6 días/ Semana Al mes se tienen 17 días de ventas sobresalientes, sobre un promedio de 25 días mes (sin Domingos), teniendo así un 68% de ventas efectivas.	Se busca la mejora del servicio al cliente por medio del <i>Chatbot</i> , logrando cerrar mayor número de ventas semanales.
	AM 2.2 Días de suministro de inventario 	5 de 6 días/ Semana Durante el mes (25 días hábiles sin domingos), se están pidiendo 21 días para suministrar inventario. Teniendo en cuenta que el deseado sería de 12 días/mes, se está teniendo una efectividad del 43% .	4 de 6 días/ Semana Durante el mes (25 días hábiles sin domingos), se están pidiendo 13 días para suministrar inventario. Teniendo en cuenta que el deseado sería de 12 días/mes, se está teniendo una efectividad del 92% .	Dependiendo de la demanda semanal, se abastecerá de producto a las bodegas, reduciendo así la cantidad de pedidos realizados (análisis de datos con el <i>dashboard</i>)
Eficiencia de gestión de activos (Asset Management Efficiency) AM 1.3 Retorno del capital de trabajo	AM 2.8 Inventario 	60 días La empresa presenta una rotación de inventario de 60 días promedio.	20 días La empresa presenta una rotación de inventario de 20 días promedio.	La rotación de inventarios se reducirá por la cantidad de pedidos necesarios para suplir la demanda y por el número de ventas exitosas que se realizará por la mejora de pedido por parte del cliente (<i>Chatbot</i>).

Con base a la información presentada en la tabla 15, frente a las soluciones tecnológicas ofrecidas por el grupo de trabajo, siendo éstas la integración de análisis de datos mediante *QuickSight* y comunicación asertiva por *chatbot*, se observan mejoras en los procesos internos de la compañía caso de estudio ALPAPEL S.A.S. La disminución de tiempos muertos en los procesos de la cadena de suministros, desde la confirmación de pedido al cliente, hasta la entrega de éste, se puede afirmar comparando los procesos AS IS y TO BE de los indicadores de fiabilidad, respuesta, agilidad y retorno de capital. Lo anteriormente mencionado, se presenta gracias a la comunicación con el cliente mediante el *chatbot*, el cual soluciona inquietudes y problemáticas frente a los productos requeridos por éstos, generando así mayor número de ventas cerradas semanalmente y fidelizando a los clientes por el buen servicio presentado.

De igual manera, el manejo de inventario en tiempo real y las proyecciones de ventas con ayuda de análisis de datos mediante *QuickSight*, fueron de gran ayuda para la planeación de abastecimiento y el manejo efectivo de los recursos en los procesos internos de la empresa. Los indicadores de fiabilidad, agilidad, costos, eficiencia de gestión de activos y retorno de capital, son aquellos que muestran mejoras frente a lo planteado anteriormente. Se reconoce que al tener conocimiento de los datos en tiempo real, como lo es la cantidad de inventario en cada una de las bodegas y asimismo la necesidad del cliente debido a los productos que más solicitan por medio del historial de compras (bases de datos), ayuda a que sea posible disminuir los días de abastecimiento por parte del proveedor y así, disminuir los días de rotación de inventario, generando mayores ingresos por ventas y disminuciones de gastos por manejo ineficiente del inventario semanal.

Finalmente, se expondrán los costos asociados a la operación de ALPAPEL S.A.S en la tabla 17. En los costos se presenta la necesidad de un único usuario para el manejo del tablero de control en QuickSight, pero se debe tener en cuenta que se incurriría en un costo adicional de 0.3 USD por 30 min de un usuario que sólo necesite visualizar la información, pero al no tener un estimado de cuánto se demoraría haciendo análisis de los datos, no se incluye en el resumen de costos. Es importante mencionar que la configuración y el costo total dependerá de: la empresa caso de estudio, el número de soluciones que requiera y el número de personas que interactúen con las soluciones tecnológicas.

Tabla 17. Costos para integración de soluciones tecnológicas incurridos por la empresa caso de estudio; Autoría propia

Herramienta	Precios USD(Mes)	Precios COP(Mes)
QuickSight	12 USD/ usuario	\$45.600 COP (Dólar a 3800 COP)
Chatbot	0,00075 USD* 3861(demanda mes) = 2.89 USD	\$10.982 COP (Dólar a 3800 COP)
Servicios de gestión AWS partner especialista (esto incluye costos de infraestructura, mano de obra y soporte)	76 USD y 10 USD (mantenimiento)	\$288.800 COP (Dólar a 3800 COP)
Fuente: Cloudaws.es. 2020. Servicios Cloud Administrados. [online]. Available at: < https://www.cloudaws.es/pages/partner-administrador-amazon-aws-cloud-hosting#pnmarcha > [Accessed 1 August 2020].		
TOTAL	100.89 USD	\$383.382 COP

Frente a lo presentado previamente, la inversión es de \$382.382 COP mensuales, dependiendo de la cantidad de usuarios registrados por la empresa para el uso del QuickSight, tanto como los pedidos recibidos o interacciones realizadas en el Chatbot. AWS es una plataforma que permite la flexibilidad del manejo de datos, y asimismo los costos varían por el uso de las herramientas diseñadas en esta plataforma.

Una vez identificado el monto a invertir en las soluciones tecnológicas, se procede a analizar si la inversión representa un gasto adicional significativo para la empresa. Se pudo verificar que los ingresos netos de venta promedio mensuales, en ALPAPEL S.A.S, son de \$ 231.812.961 COP, por lo que la inversión representa el 0.16%. Esta inversión podría mejorar la agilidad de respuesta de la CS y reduciría los costos de abastecimiento e inventario, por lo que la ganancia neta aumentaría.

7.2.2 Análisis de brechas

Una vez se terminó de analizar los indicadores de ejecución de los procesos internos de ALPAPEL S.A.S, se pudo encontrar diferencias en los procesos en cuanto a abastecimiento, planeación de costos, gestión de inventarios, servicio al cliente y ventas. Con base en estas diferencias, se planteó un diagrama de análisis causa raíz para interpretar las posibles causas de las brechas existentes entre el estado AS IS y el TO BE, presentado en la Tabla 15. El diagrama 9, muestra las principales causas de dichas diferencias, en éste se presentan los impactos generados a partir de las soluciones tecnológicas.

Brechas As Is - To be

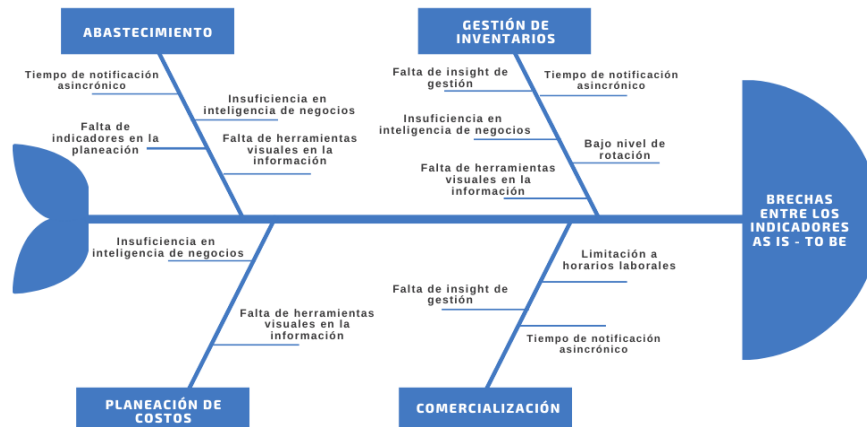


Figura 12. Espina de pescado de brechas entre estado As Is y To Be; Autoría propia.

Frente al diagrama presentado, de las posibles causantes de las diferencias entre los procesos con tecnología o sin ella, y basado en lo que se trabajó durante el desarrollo del proyecto, se puede concluir que:

- La falta de *insights de gestión*, el cual está relacionado con las herramientas visuales de información, se presenta como causa en todas las etapas analizadas en el diagrama. Lo anterior indica que una de las tecnologías que más impacto podría tener en la CS es el tablero de control generado a través de *QuickSight*.
- El tiempo de notificación asincrónico se presenta en 3 de las 4 etapas ubicadas en el diagrama, esto podría ser solventado por Amazon SNS al presentar una opción de alertas en tiempo real.
- En la etapa de gestión de inventarios se presenta un bajo nivel de rotación relacionado con el tiempo de notificación asincrónico. Al crear un sistema de notificaciones a través de Amazon SNS y de la mano con Amazon QuickSight se logra mejorar la gestión en tiempo real y aumentar los niveles de rotación afectados.

8. Conclusiones

Inicialmente se realizó una investigación de la CS de las PyMes manufactureras, cuyo objetivo era realizar la caracterización de las etapas, y contrastar los indicadores de desempeño bajo el modelo SCOR. Según la encuesta de MINTIC (2017), el 23.6% de las PyMEs Colombianas están proyectándose a implementar las tecnologías (en la relación con sus clientes, aumentar el impacto en el mercado y/o mayor rentabilidad), pero solo el 12.4% están preparadas para la transformación. Es decir, el porcentaje de las PyMEs que se están proyectando y tienen la capacidad de adaptar las herramientas tecnológicas es bajo, por ello, es necesario promover el impacto de la Industria 4.0, ya que éstas empresas, representan el mayor porcentaje de participación productivo del país con el 80% del mercado laboral de Colombia y representa el 35% del Producto Interno Bruto (PIB) según el DANE (2017).

Posteriormente, se realizó un diseño que mide el nivel de madurez de diferentes dimensiones asociadas al estado actual de la empresa, lo cual permite identificar oportunidades de mejora. En este orden, se realizó una búsqueda y contraste de las API's de Amazon Web Services que podrían llegar a impactar procesos de la CS de las PyMes manufactureras. Éstas API's, generaron funcionalidades asociadas a un *chatbot* para la interacción con los usuarios en pro de soluciones logísticas, el análisis de *insights* a través de Amazon *QuickSight* en la búsqueda de un mejor control de la CS, el monitoreo y análisis de datos por medio de IoT en los procesos de manufactura, la creación de una página web asociada a la nube, y el manejo de bases de datos en Amazon S3. Por otro lado, se pudo evidenciar que las API's con mayor relevancia en este trabajo son: Amazon S3, DynamoDb y Amazon SNS las cuales tienen una participación en las soluciones tecnológicas en un 50%, 50% y 75% respectivamente.

A partir del marco de trabajo realizado, se logró identificar que la empresa caso de estudio, de acuerdo al nivel de madurez, se encontraba como una empresa conservadora y teniendo en cuenta sus necesidades se realizó un plan de integración con las herramientas tecnológicas diseñadas. En este orden ideas, de las herramientas disponibles se desarrollaron el *Chabota* y tablero de control. Por medio de los marcos de trabajo ágiles se realizó una entrega exitosa de las soluciones tecnológicas en los tiempos acordados de una manera precisa y eficiente.

Finalmente, para sustentar el aporte de dichas herramientas digitales en la empresa, se materializó la medición del impacto con una tabla de indicadores. En este orden de ideas, para encontrar el valor agregado, se utilizaron dichos indicadores en un paralelo comparativo entre lo que fue antes, y después de la implementación, que permitió, generar un roadmap para el cierre de brechas. Como se mostró anteriormente, el 70% de los KPI's de desempeño medidos en ALPAPEL tuvieron un impacto positivo en la empresa, y como se mencionó trae beneficios en la flexibilidad de manejo de recursos (dependiendo de la operación, la necesidad, los costos, entre otros), la generación de puentes de comunicación con los *stakeholders*, y la mejora la calidad del trabajo por parte de los empleados.

Además, para aportar en el análisis de decisión de inversión en el negocio, se evaluó mediante un análisis financiero (tiempo de retorno, flujos de caja, impuestos, entre otros). En este caso, se encontró que el costo de uso de *QuickSight*, y el *chatbot* en AWS oscila entre: \$56.582 COP mensuales y \$200.000 COP mensuales, teniendo en cuenta unos ingresos para la empresa caso de estudio en promedio de \$231.812.961 COP. Es decir, la inversión que se haría en el escenario menos favorable (\$200.000 COP mensuales), representaría el 0.08% de sus ingresos mensuales, lo cual induce la generación de beneficios para la empresa.

9. Recomendaciones

Se recomienda aplicar bajo algunas modificaciones, este modelo de transformación digital en otros sectores de la economía y revisar qué impacto podría haber dentro de sus CS. De acuerdo a lo la investigación realizada y a los resultados obtenidos en los objetivos, se puede entender que la transformación digital se encuentra en auge y es necesario que las organizaciones tomen esta ola evolutiva para disminuir la brecha entre las PyMes y grandes empresas dentro del ámbito tecnológico.

Dentro de la investigación realizada, se identificó la aplicabilidad de API's relacionadas con IoT, sin embargo, no se logró realizar la aplicación de ésta en la empresa caso de estudio a causa de razones externas. En este sentido, se recomienda implementar este conjunto de API's para medir el impacto que puede tener. Así mismo, se investigó y se desarrolló un prototipo de implementación para páginas web y bases de datos vinculadas a la nube de AWS, con el fin de tener una red asociada directamente a los clientes para obtener y almacenar datos en tiempo real. En este orden de ideas, ejecutar ambas aplicaciones permitiría una integración más completa de las tecnologías 4.0.

Adicionalmente, lo logrado con el *chatbot* para la atención de clientes se puede aplicar a diferentes etapas de la CS, por ejemplo, comunicaciones internas para soportar diferentes procesos, trazabilidad en planta, confirmación de despachos, ejecución de la producción con los procesos de abastecimiento para el seguimiento a las órdenes de compra. Por este motivo, se recomienda replicar esta aplicación en otros procesos con el fin de generar un impacto mucho más transversal.

Es recomendable realizar un seguimiento a la respuesta de las personas frente a la integración de las soluciones tecnológicas, esto con el fin de generar oportunidades de mejora y anticiparse a las novedades que trae la transformación digital.

Se recomienda implementar todas las herramientas en conjunto para una transformación digital integral de la empresa. Quiere decir que, después de analizar el punto de encuentro entre todas las API's, se halló que la implementación de todas estas, en conjunto, promoverá un desarrollo tecnológico mayor.

Al realizar el análisis asociado a AWS, se encontró una gran funcionalidad en diferentes API's que pueden ser implementadas en los procesos productivos de una empresa. Se recomienda profundizar en la

investigación aplicada de cada una de estas API's, y desarrollar trabajos de investigación donde puedan ser utilizadas de forma integral buscando un mayor impacto.

Se debe tener a consideración que los indicadores seleccionados para la medición de desempeño de las soluciones tecnológicas, pueden variar dependiendo del contexto actual en el que se encuentra la empresa al momento de su aplicación.

8. Glosario

El glosario se encuentra documentado en el siguiente enlace web:

<https://docs.google.com/document/d/1i7-eIwmQx80QjtP61oyyLR4WziO4GqvPgmi0EPYR0DQ/edit>

9. Referencias

- Acevedo, A. (2018). Modelo de madurez para la transformación digital. Recuperado de: https://www.centrosdetransformaciondigital.gov.co/695/articulos-78552_archivo_pdf.pdf#page43
- Alunni, L., & Llambias, N. (2018). Explorando La Transformación Digital Desde Adentro Exploring Digital Transformation From the Inside. *Palermo Business Review*, (17), 11–31. Retrieved from <https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2149/docview/2154971245/fulltextPDF/ACC93D45AEA84E7FPQ/1?accountid=44394>
- Amazon Web Services, Inc. (2020). Amazon Glue. Available at: <https://aws.amazon.com/es/glue/> [Accessed 17 Feb. 2020].
- Amazon Web Services, Inc. (2020). Aprendizaje automático | Aprendizaje profundo | AWS. [online] Available at: https://aws.amazon.com/es/machine-learning/?nc2=h_ql_prod_ml [Accessed 17 Feb. 2020].
- Amazon Web Services, Inc. (2020). AWS AI | Duolingo. [online] Available at: <https://aws.amazon.com/machine-learning/customers/innovators/duolingo/> [Accessed 17 Feb. 2020].
- Amazon Web Services, Inc. (2020). Streaming Data Available at: <https://aws.amazon.com/es/streaming-data/> [Accessed 17 Feb. 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2019. Magic Quadrant For Cloud Infrastructure As A Service, Worldwide. [online] Available at: https://pages.awscloud.com/Gartner-Magic-Quadrant-for-Infrastructure-as-a-Service-Worldwide.html?trk=ar_carousel [Accessed 12 June 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2020. Beneficios De Cloud Computing | Seguridad En La Nube | AWS. [online] Available at: <https://aws.amazon.com/es/products/> [Accessed 12 June 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2020. Casos Prácticos De AWS: Startups. [online] Available at: <https://aws.amazon.com/es/solutions/case-studies/start-ups/> [Accessed 12 June 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2020. Casos Prácticos. [online] Available at: <https://aws.amazon.com/es/solutions/case-studies/> [Accessed 12 June 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2020. Comercio Minorista AWS Nube. [online] Available at: <https://aws.amazon.com/es/campaigns/comercio-minorista-nube/> [Accessed 12 June 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2020. Documentación De AWS. [online] Available at: <https://docs.aws.amazon.com/> [Accessed 13 June 2020].
- Amazon Web Services, Inc. 2020. Historias De Éxito De Los Socios De AWS (Iot). [online] Available at: <https://aws.amazon.com/es/partners/success/> [Accessed 12 June 2020].
- ANDI. (2018). La inversión industrial comienza a recuperarse: el reto es mantener un clima de negocios favorable. Recuperado de: http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20EIOC%20Septiembre%202018_636790990337284381.pdf
- Aragonès Ros, J. (2015). Tecnología y personas, dos elementos estratégicos. *Capital Humano*, 28(300), 66–68.
- AWS RoboMaker: Amazon Web Services. (2020). Retrieved 17 February 2020, from https://aws.amazon.com/es/robomaker/?nc2=h_ql_prod_ro_rm
- Banco Mundial. (2019). Desarrollo digital. Recuperado 21 septiembre 2019. <https://www.bancomundial.org/es/topic/digitaldevelopment/overview>
- Barcelos Bica, D. A., & Silva, C. A. G. D. (n.d.). Learning process of agile scrum methodology with lego blocks in interactive academic games: Viewpoint of students. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 15(2), 95–104. <https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1109/RITA.2020.2987721>
- Basco, A., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). Industrias 4.0 Fabricando el futuro. Monografía del BID, 647. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>
- BELTRÁN AMADOR, ALFREDO, & BURBANO COLLAZOS, ANGÉLICA. (2002). MODELO DE BENCHMARKING* DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PARA PYMES MANUFACTURERAS. *Estudios Gerenciales*, 18(84), 13-30. Retrieved January 29, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232002000300001&lng=en&tlng=es.
- Cabezudo, V., & Cabezudo, V. (2020). 15 empresas de Inteligencia Artificial que podrían ser tus aliados » MuyCanal. Retrieved 17 February 2020, from <https://www.muycanal.com/2019/02/20/empresas-inteligencia-artificial-alianzas-partners>
- Campo, MF(2005) “Caracterización de las cadenas productivas de manufactura y servicios en bogotá y cundinamarca” disponible:https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2886/623_2006_4_11_11_6_19_Caracterizacion_de_las_cadenas_productivas_DEF.pdf?sequence=1
- Carbajo-de-Lera, P, Alfalla-Luque, R, Medina-Lopez, Carmen. (2011) “La cadena de suministro del sector metalúrgico: un análisis de sus principales eslabones (The Supply Chain in the metallurgical sector: an analysis of the main links)” Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/WPOM/article/view/867/1003>
- Caso práctico de migración de SmugMug a la nube. (2020). Retrieved 17 February 2020, from <https://aws.amazon.com/es/solutions/case-studies/smugmug/>
- Casos prácticos e historias de éxito de clientes – Amazon Web Services (AWS). (2019). Recuperado 14 septiembre 2019. <https://aws.amazon.com/es/solutions/case-studies/all/>
- Chiranjeev, H., 2017. Integrating On-Premises Data With Customer Relationship Management Application On Cloud: A Hybrid IT Infrastructure Support Service. [online] Taylor & Francis. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2018.1462755> [Accessed 13 June 2020].
- Cooper, M., Lambert, D. and Pagh, J. (1997), "Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics ", *International Journal of Logistics Management*, The, Vol. 8 No. 1, pp. 1-14. <https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1108/09574099710805556>
- DANE. (2017). 2016 Encuesta Anual Manufacturera. Retrieved from https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/boletin_eam_2016.pdf
- Divsalar, M., Ahmadi, M., & Nemat, Y. (n.d.). A SCOR-Based Model to Evaluate LARG Supply Chain Performance Using a Hybrid MADM Method. *IEEE Transactions on Engineering Management*. <https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1109/TEM.2020.2974030>
- EAE Business School. (2020). Retrieved 17 February 2020, from <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/inteligencia-artificial-en-la-cadena-de-suministro/>

- Every product has a story. (2020). Retrieved 17 February 2020, from <https://www.provenance.org/>
- Fernandez, A. (2020). Cómo implementar la Inteligencia Artificial en una empresa en 8 pasos. Retrieved 17 February 2020, from <https://www.ticbeat.com/empresa-b2b/como-implementar-la-inteligencia-artificial-en-una-empresa-en-8-pasos/>
- Friess, E. (2019). SCRUM language use in a software engineering firm: An exploratory study. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 62(2), 130–147. <https://doi.org/10.1109/TPC.2019.2911461>
- Gajšek, B., Sternad, M. and Lerher, T., 2018. Maturity Levels For Logistics 4.0 Based On Nrw's Industry 4.0 Maturity Model. [online] Research Gate. Available at: https://www.researchgate.net/publication/329371288_Maturity_Levels_For_Logistics_40_Based_On_Nrw'S_Industry_40_Maturity_Model [Accessed 13 June 2020].
- Gina Chung, Gesing, B., Chaturvedi, K., & Bodenbenner, P. (2018). Logistics Trend Radar 2018/2019. DHL Customer Solutions & Innovations, (April), 1–56.
- Hernández, C. (2018). Así van las miPyMEs de la región. Retrieved 10 August 2019, from <https://www.incp.org.co/asi-van-las-miPyMEs-la-region/>
- I40-self-assessment.pwc.de. 2015. Industry 4.0 - Self Assessment. [online] Available at: <https://i40-self-assessment.pwc.de/i40/landing/> [Accessed 13 June 2020].
- Industrie40-readiness.de. 2019. Industrie 4.0-Readiness-Check. [online] Available at: <https://www.industrie40-readiness.de/index.php> [Accessed 13 June 2020].
- Internet de las cosas | Plataforma como servicio | AWS IoT. (2020). Retrieved 17 February 2020, from https://aws.amazon.com/es/iot/?nc2=h_ql_prod_it
- Jorge Vázquez, J., Chivite Cebolla, M. P., & Salinas Ramos, F. (2019). La transformación digital en el sector cooperativo agroalimentario español: situación y perspectivas. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (95), 39. <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.95.13002>
- Leyh, C., Bley, K., Schäffer, T., & Forstehäusler, S. (2016). A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0. Retrieved 13 June 2020, from https://www.researchgate.net/publication/308032509_SIMMI_40_-_A_Maturity_Model_for_Classifying_the_Enterprise-wide_IT_and_Software_Landscape_Focusing_on_Industry_40
- Machine Learning solutions in AWS Marketplace. (2020). Retrieved 17 February 2020, from <https://aws.amazon.com/es/mp/ai/>
- Marín, D., 2012. Estructura Organizacional Y Sus Parámetros De Diseño: Análisis Descriptivo En Pymes Industriales De Bogotá. [online] Biblat.unam.mx. Available at: <https://biblat.unam.mx/hevila/Estudiosgerenciales/2012/vol28/no123/3.pdf> [Accessed 12 June 2020].
- MINTIC. (2016). Documento -Versión Actualizada Del Modelo De Gestión It4 (p. 205). p. 205. Retrieved from http://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/propertyvalues-8170_documento_pdf.pdf
- MINTIC. (2019) “370 empresarios de Nariño han sido asesorados en Transformación Digital” Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-94296.html?_noredirect=1
- Muñoz Cardona, Á., & Mayor López, M. (2015). Las pyme en América Latina, Japón, la Unión Europea, Estados Unidos y los clúster en Colombia. *Administración y Desarrollo*, 45(1), pp. 7-24 . Recuperado de <http://esapvirtual.esap.edu.co/ojs/index.php/a/article/view/1>
- Noronha, A. (2020). Retrieved 17 February 2020, from <https://www.cisco.com/c/dam/assets/global/ES/offers/datacenter/potential/dc-05-attaining-iot-value-wp-cte-es-eu.pdf>
- Orjuela-Castro, J.A, Díaz-Ríos, O.J, González-Pérez A.Y. (2017). Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo. *Revista Científica*, 28 (1), 84-98. Doi: 10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a7
- P.A. Sánchez, F. Ceballos, G. Sánchez Torres. (2015). Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25 (2), pp 137 - 150, DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1436>
- Penteadó, M., Chicarella, A., (2015), “Logistics activities in supply chain business process”, *International Journal of Logistics Management*, The, Vol. 27 No. 1, pp. 6-30. DOI 10.1108/IJLM-04-2014-0068
- Quintero, J., 2018. Cierre De Brechas De Innovación & Tecnología. [online] Andi.com.co. Available at: <http://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20Cierre%20de%20Brechas%20Innovacion%20y%20Tecnologia-ilovepdf-compressed.pdf> [Accessed 13 June 2020].
- Rengifo, J., Rodriguez, J. (2020). Retrieved 17 February 2020, from https://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-75246_recurso_2.pdf
- Research Gate. 2017. Development Of An Assessment Model For Industry 4.0. [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/319640255_Development_of_an_Assessment_Model_for_Industry_40_Industry_40-MM [Accessed 13 June 2020]
- Revista Dinero. 2020. El Crecimiento Está En Las Pyme. [online] Available at: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/especial-comercial/articulo/el-crecimiento-esta-pyme/6374> [Accessed 13 June 2020].
- Robots and People Working Together. (2020). Retrieved 17 February 2020, from <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/05/what-exactly-does-a-robotics-expert-do.html>
- Rojas, C. (2020). Logística 4.0: internet de las cosas optimizando la cadena de suministro. Retrieved 17 February 2020, from <https://revistadelogistica.com/informes-especiales/logistica-4-0-internet-de-las-cosas-optimizando-la-cadena-de-suministro/>
- Sanchez, V., Cuenca, F., Puertas, M.(2020). Retrieved 17 February 2020, from https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/informe_blockchain_logistica_uno_e_0.pdf
- Sanchez-Egea, A., Lopez-De La Calle Marcaide, L.. (2018). MACHINES, PROCESSES, PEOPLE AND DATA, THE KEYS TO THE 4.0 REVOLUTION. *DYNA*, 93(6): 576-577. DOI: <http://dx.doi.org/10.603>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Retrieved 13 June 2020, from <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212827116307909?token=4920029f6bbdc37692ef0abb5d8f108a13c8f35f4451ad6c3c7d8b67c6fb4ecd2897954a19315f09c57b9b59681e1da6>
- Williams, R. (2020). 6 strategies to successfully implement blockchain. Retrieved 17 February 2020, from <https://www.fm-magazine.com/news/2018/nov/how-to-implement-blockchain-201820113.html>
- Zhang, Y., Zhao, L., & Qian, C. (2017). Modeling of an IoT-enabled supply chain for perishable food with two-echelon supply hubs. *Industrial Management and Data Systems*, 117(9), 1890–1905. <https://doi.org/10.1108/IMDS-10-2016-04>

