



Identificación de Factores Relevantes que Afectan el Desempeño Organizacional en Empresas con Tecnología del Internet de las Cosas (IoT): Un Estudio Multicaso en Colombia

Luis Felipe Medina Arango
Cesar Alfonso Moreno Ayala

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Administración.

Tutora

Cristina López González, Doctor (PhD) en Ingeniería de Industria y Organizaciones

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Maestría en Administración
Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Medina Arango & Moreno Ayala, 2022)
Referencia	Medina Arango, L. F., & Moreno Ayala, C. A. (2022). <i>Identificación de factores relevantes que afectan el desempeño organizacional en empresas con tecnología del Internet de las Cosas (IoT): Un estudio multicaso en Colombia</i> . [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Maestría en Administración, Cohorte XVII.

Grupo de Investigación Gestión Organizacional (GESTOR).

Centro de Investigaciones y Consultorías (CIC).



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano / Director: Jair Albeiro Osorio Agudelo.

Jefe departamento: Carlos Gilberto Restrepo Ramírez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

El presente trabajo lo dedicamos a nuestras familias, padres, madres, esposa, hijos y personas que estuvieron presentes y pendiente no solo de la elaboración de la tesis sino de todo el proceso del curso del posgrado.

Agradecimientos

Agradecimientos muy sinceros a la profesora Cristina López quien desde el principio creyó en el proyecto y decidió asesorarnos de la manera más correcta, con paciencia, buenos consejos y trabajo mancomunado que da como resultado el desarrollo de la tesis.

A los gerentes de las empresas participantes por permitirnos conocer el día a día de sus procesos para entender el estado de la tecnología del IoT, haciendo posible los resultados finales de este estudio.

A nuestras familias por el apoyo, paciencia y motivación para lograr culminar este reto con éxito.

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Marco Conceptual, Teórico y Contextual	12
2 Metodología	27
2.1 Naturaleza de la Investigación	27
2.2 Desarrollo del estudio multicaso	28
3 Resultados	35
4 Discusión.....	46
5 Conclusiones	49
6 Recomendaciones	51
7 Limitaciones del estudio y trabajo futuro	52
Referencias	53
Anexos.....	60

Lista de Tablas

Tabla 1 Tecnologías Presentes en la Industria 4.0	13
Tabla 2 Clasificación de factores desde la perspectiva de recursos y capacidades	25
Tabla 3 Clasificación de factores desde el desempeño organizacional	26
Tabla 4 Descripción de las empresas participantes del estudio multicaso.	28
Tabla 5 Criterios para el juicio de expertos.....	32
Tabla 6 Síntesis de información obtenida de recursos y capacidades	35
Tabla 7 Síntesis de información obtenida del factor desempeño organizacional.....	42
Tabla 8 Valor agregado percibido por el uso del IoT.....	44
Tabla 9 Validez y fiabilidad del estudio multicaso	60

Lista de Figuras

Figura 1 Evolución de la industria 4.0	13
Figura 2 Niveles de IoT.....	15
Figura 3. Pasos para el estudio multicaso	27

Lista de Anexos

Anexo 1 Validez y fiabilidad del estudio de caso	60
Anexo 2 Instrumento para juicio de expertos	61
Anexo 3 Instrumento de recolección de información	64

Siglas, Acrónimos y Abreviaturas

IoT	Internet de las cosas
IIoT	Internet de las cosas industrial
IA	Inteligencia artificial
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
IERC	European Research Cluster
MIT	Massachusetts Institute of Technology
IoE	Internet of everything (Internet de todo)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OI	Innovación Abierta
IOI	Innovación Abierta Entrante
OOI	Innovación Abierta Saliente
RSE	Responsabilidad Social Empresarial

Resumen

Esta investigación presenta los resultados de un estudio exploratorio sobre cuáles son los principales desafíos presentes en la implementación de la tecnología de Internet de las cosas (IoT) en el contexto colombiano y cómo algunas organizaciones los superaron y lograron capitalizar sus beneficios. Usando un enfoque secuencial exploratorio a través del método de estudio de casos múltiples propuestos por Yin (1994). El documento encuentra los factores principales que intervienen en la implementación de la tecnología IoT, los beneficios y el valor intangible observado en empresas que hace uso de esta en Colombia, como aporte al conocimiento del cómo abordar esta tecnología y cómo capitalizar sus beneficios. Por lo tanto, este estudio avanza en la comprensión teórica de los factores críticos para el proceso de creación de valor en las organizaciones de la industria de IoT y ofrece implicaciones interesantes para la teoría y la práctica de la gestión.

Palabras clave: Internet de las cosas (IoT), recursos y capacidades, desempeño organizacional, estudio de caso, pruebas piloto.

Abstract

This research presents the results of an exploratory study on what are the main challenges in the implementation of Internet of Things (IoT) technology in the Colombian context and how some organizations have overcome them and managed to capitalize on their benefits. Using an exploratory sequential approach through the multiple case study method proposed by Yin (1994). The document finds the main factors that intervene in the implementation of IoT technology, the benefits and the intangible value observed in companies that use it in Colombia, as a contribution to the knowledge of how to approach this technology and how to capitalize on its benefits. Therefore, this study advances the theoretical understanding of the critical factors for the value creation process in organizations in the IoT industry and offers interesting implications for management theory and practice.

Keywords: Internet of things (IoT), resources and capabilities, organizational performance, case study, pilot test.

Introducción

El internet de las cosas (IoT) se configura como una de las tecnologías emergentes más utilizadas y buscadas hoy en día por organizaciones que quieren hacer más ágiles y eficientes sus procesos internos, con el propósito de incrementar los resultados y la competitividad en el mercado.

En el contexto colombiano y de acuerdo con la Encuesta de Transformación Digital de 2019 que realiza la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI, los objetivos de inversión en tecnologías emergentes como el internet de las cosas (IoT) están orientados principalmente a la automatización de procesos, la reducción de costos y lograr disrupción en su propia industria.

Sin embargo, la mayoría de las empresas conocen el tema de tecnologías emergentes y las identifican, pero no han hecho un uso efectivo de ellas o no las han implementado debido a que, según los gerentes y administradores, sus empresas enfrentan algunas barreras y desafíos como la baja asignación presupuestal, la resistencia al cambio (cultura organizacional) y la falta de conocimiento (ANDI, 2019).

En este sentido, se consultaron cinco empresas colombianas con perfil de proveedor tecnológico y usuarios de la tecnología IoT para dar respuesta a las preguntas de investigación ¿Cuáles son los factores principales que intervienen entre el IoT y el desempeño organizacional?, ¿Cómo actúa esta tecnología en los recursos y capacidades de la organización? y ¿Cuáles son los beneficios tangibles e intangibles logrados con el uso de esta tecnología?

Para llevar a cabo el estudio, el trabajo se ha estructurado en tres capítulos. En el capítulo “Marco Conceptual, Teórico y Contextual” se efectúan algunas precisiones teórico-conceptuales tanto del internet de las cosas (IoT) como de conceptos que permitan comprender este fenómeno. En el capítulo “Metodología” se define la metodología y se describen los pasos del estudio multicaso utilizados en este trabajo. Finalmente, en el capítulo “Resultados” se presentan los resultados y hallazgos del estudio multicaso, seguido de la discusión, las conclusiones, recomendaciones, limitaciones del estudio y trabajo futuro alrededor de los hallazgos de los casos. En este sentido, el trabajo exploratorio no tiene implicaciones teóricas, pero sí prácticas, mostrando un camino a las empresas sobre cómo implementar proyectos de IoT.

1 Marco Conceptual, Teórico y Contextual

Este capítulo está dividido en tres ítems principales donde se toman los conceptos, las teorías y el contexto bajo el cual se presenta las proposiciones de este estudio; en el primer ítem se presentan los principales conceptos de la transformación digital y la industria 4.0 los cuales se abordan durante todo el desarrollo del trabajo; en el segundo ítem se encuentran las teorías sobre las que se basa el trabajo para su desarrollo, bajo la mirada de la teoría de recursos y capacidades, y el desempeño organizacional, con las aproximaciones teóricas necesarias del tema que se trata y finalmente, en el tercer ítem, se brinda un contexto del estado actual de la industria 4.0 en el país, la evolución y el panorama cercano.

1.1 Marco Conceptual

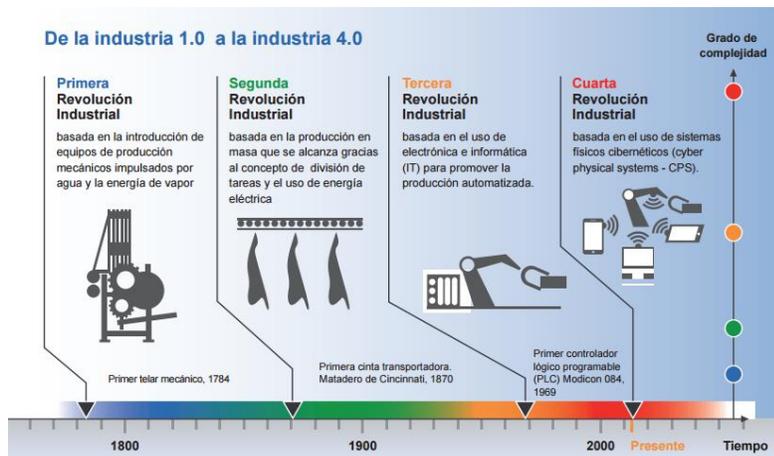
A continuación, se reseña una serie de conceptos y términos que contribuyen a la comprensión de tecnologías, tendencias y procesos innovadores que intervienen en la transformación digital dentro de las organizaciones.

- ***La Industria 4.0.***

Luego de revisada la literatura, el concepto de industria 4.0 se entiende como todas aquellas tecnologías que son los pilares fundamentales para acceder a los aspectos que integran la cuarta revolución industrial, en donde la fabricación e información se integran con el potencial de transformar la producción y cambiar el carácter de las relaciones, no solo entre el hombre y la máquina, sino también entre y con proveedores, productores y consumidores (Rozo-García, 2020), otra definición del concepto es que el término de Industria 4.0 se refiere a una amplia gama de conceptos actuales, cuya clasificación no es posible llevarla a una sola disciplina ni estudiarse en casos individuales sino que debe integrar diferentes definiciones fundamentales (Lasi et al., 2014), estos conceptos integran varios tales como: fábricas inteligentes, sistemas ciberfísicos, auto organización, nuevos sistemas en distribución y aprovisionamiento, adaptación a las necesidades humanas y responsabilidad social corporativa.

El concepto de Industria 4.0, ha evolucionado de manera diferente en el tiempo, en la Figura 1, se puede apreciar las diferentes revoluciones industriales que se ha presenciado a lo largo del tiempo.

Figura 1 Evolución de la industria 4.0



Nota. La imagen muestra la evolución de la industria 1.0 a la industria 4.0 de acuerdo a las diferentes revoluciones industriales. Tomado de “Historia de la Industria 4.0” por (Mejía Cruz, 2018), Logicbus SA.

La industria 4.0, describe la digitalización de los sistemas y de los procesos industriales, y su interconexión mediante el Internet de las Cosas y el Internet de los Servicios, para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos. Está compuesta de tecnologías avanzadas, como se ilustra en la Figura 2, por lo que las soluciones son flexibles, inteligentes y totalmente autónomas (Rozo-García, 2020). Fundamentalmente lo que se entiende por industria 4.0 representa una tendencia emergente destinada a lograr la cuarta revolución industrial mientras se aprovechan los recursos informáticos y de comunicación en donde el IoT presenta una alta relevancia en la comunicación de máquina a máquina y en los sistemas de misión crítica que tienen un gran volumen de datos (Kebande, 2022)

Tabla 1 Tecnologías Presentes en la Industria 4.0

Tecnología	Ejemplo de la tecnología	Empresas Líderes
Ciberseguridad	Comunicaciones seguras y confiables y la administración sofisticada de identidades y accesos de máquinas y usuarios, como parte esencial.	Cisco

Computación en la Nube	Implementación de datos y su funcionalidad en la nube, lo que permite más servicios basados en datos para los sistemas de producción.	Google, Microsoft
Impresión 3D	Conocida también como fabricación aditiva la cual se utiliza para utilizar principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales	General Electric
Robótica avanzada	Utilización de robots para abordar tareas sencillas y complejas convirtiéndolos en máquinas más autónomas, flexibles y cooperativas	Kuka, fabricante europeo de equipos robóticos
Big Data y Analítica	Disminución en las fallas de productos al correlacionar los datos de un solo chip para capturar la información que aporte en la fase final del proceso de producción para tomar decisiones.	Infineon Technologies
Internet de las Cosas	Conexión cada vez más avanzada de dispositivos con la computación integrada mediante tecnologías estándar. Descentralización del análisis y la toma de decisiones, lo que permite respuestas en tiempo real.	Bosch Rexroth, proveedor de sistemas de accionamiento y control
Simulación	Utilización de simulaciones en las operaciones de planta, aprovechando los datos en tiempo real para reflejar el mundo físico en un modelo virtual, que puede incluir máquinas, productos y humanos.	Siemens
Integración de sistemas horizontales y verticales	Las empresas, los departamentos, las funciones y las capacidades se pueden unir de una manera más cohesiva, a medida que las redes universales de integración de datos entre empresas evolucionen y permitan cadenas de valor verdaderamente automatizadas.	Dassault Systèmes y BoostAeroSpace
Realidad Aumentada	Los sistemas basados en realidad aumentada admiten una variedad de servicios, como la selección de piezas en un almacén y el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles	Siemens ha desarrollado un módulo de capacitación de operadores de plantas virtuales para su software Comos que utiliza un entorno tridimensional

Nota fuente: Elaboración propia a partir de (Rüßmann et al., 2015)

- ***El Internet de las Cosas (IoT)***

Una de las tecnologías que contribuye a esta revolución es la denominada “Internet de las Cosas” (IoT) cuyo término tiene su origen en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) en el año 1999, y se define como una red de cosas, con una clara identificación de elementos, integrada con inteligencia de software, sensores y conectividad ubicua a Internet. El IoT consiste en un sistema de dispositivos de computación interrelacionados (como autos, casas, animales, máquinas, robots, personas, etc.), que cuentan con identificadores únicos y que pueden recopilar, analizar e intercambiar datos sin intervención humana explícita (Yaqoob et al., 2017). Conectar objetos entre sí no es un propósito en sí mismo, pero recopilar inteligencia de dichos objetos para enriquecer

productos (bienes o servicios) sí lo es. El amplio espectro de lo que se logra conectar a la Internet hoy en día, da lugar para referirse al IoT como el “Internet de todo” (IoE) con cuatro componentes claves: personas, procesos, datos y cosas (Rayaes & Salam, 2016).

El propósito principal del internet de las cosas (IoT) es crear un mejor entorno para la humanidad, donde los objetos que rodean la vida cotidiana de las personas aprendan los gustos, preferencias y necesidades y que actúen en consecuencia sin instrucciones explícitas. Bajo esta premisa actualmente convergen varias tecnologías como la computación perimetral (*Edge Computing*), la computación cognitiva (*Cognitive Computing*) y la inteligencia artificial (*Artificial Intelligence*) que en combinación con la infraestructura y los niveles del IoT como se ilustra en la figura 2, hacen realidad este propósito.

Figura 2 Niveles de IoT



Nota. La imagen muestra la convergencia de las tecnologías. Adaptado de Internet of things-from hype to reality: The road to digitization por (Rayaes & Salam, 2016)

Esto logra desarrollos del IoT más eficientes, mejores interacciones hombre-máquina y mejoras en la gestión, comunicación, analítica de datos y toma de decisiones en los procesos de la organización. Lo que ha incentivado su uso en todos los sectores económicos, incrementando la interconexión de todo tipo de dispositivos a la internet de forma exponencial como se ilustra en la figura 4, donde se estima que para el año 2025 se tendrá 41.2 billones de dispositivos conectados a la internet en el mundo (Lueth, 2020), compartiendo datos e información de interés para personas y/o compañías que desean gestionar algún proceso o simplemente para conocer su estatus.

La implementación de esta visión tiene profundas consecuencias en la tecnología, la organización empresarial y los mercados, y viene con diferentes oportunidades y beneficios, incluido el diseño de circuito cerrado, mayor consumo valor, mantenimiento predictivo, nuevas líneas de servicio y costos de mano de obra reducidos (Lasi et al., 2014; McKnight, 2017)

- ***Transformación Digital***

De acuerdo con Polo & Magalhães (2016), las tecnologías hacen posible que las organizaciones sean más competitivas y flexibles a los cambios del mercado, por lo que una verdadera transformación digital supone el desarrollo de infraestructura, la comprensión de las tendencias del mercado, y, principalmente, una cultura organizacional preparada para el cambio y el aprovechamiento de la tecnología en beneficio de los procesos. La sociedad está frente al dilema de reconocer el valor de lo digital y estar dispuesta a invertir en ello.

Otros autores definen la transformación digital como un cambio socioeconómico entre individuos, organizaciones, ecosistemas y sociedades que está moldeado por la adopción y utilización de tecnologías digitales (Dąbrowska et al., 2022) el cual ha brindado grandes oportunidades y desafíos significativos para individuos, organizaciones, ecosistemas y sociedades enteras que mediante las tecnologías de información, computación, comunicación y conectividad (Bharadwaj et al., 2013) desarrollan características únicas de reprogramación, homogeneización de datos y una naturaleza reflexiva. (Yoo et al., 2010)

Esta transformación digital generalmente se interpreta como la inclusión de tecnologías a ciertos procesos - desde aparatos hasta software y aplicaciones -, lo cierto es que la transformación digital es más un modelo de pensamiento que tiene como centro mejorar la productividad, competitividad y oferta de valor de las compañías a través de la adecuada integración de tecnologías.

- ***Innovación***

La palabra innovación proviene del sustantivo latino innovatio, derivado del verbo innovar, introducir [algo] nuevo. Puede referirse tanto al acto de introducir algo nuevo como a la cosa misma que se introduce (Aronson, 2008) de igual manera la RAE, define la innovación como la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. (RAE, 2001).

Se considera que las innovaciones radicales transforman el statu quo, mientras que una innovación disruptiva se arraiga en aplicaciones simples en un nicho de mercado y luego se difunde por todo el mercado, desplazando finalmente a los competidores establecidos (Birnbaum et al., 2005).

En el siglo XX, innovar recurrentemente era una opción, ahora en el siglo XXI innovar se ha convertido en una obsesión. Debido a que sólo los que innovan subsisten en el mercado. Actualmente, se vive una época de mayor exigencia en términos de innovación empresarial, por ello se requieren gerentes y/o directivos que estén dispuestos a innovar.

La innovación tiene muchas maneras de implementarse pero se clasifican en dos tipos principales: innovaciones de productos e innovaciones de procesos comerciales (OECD, 2018). Las actividades de innovación incluyen todas las actividades de desarrollo, financieras y comerciales emprendidas por una empresa que están destinadas a resultar en una innovación para la empresa. Los componentes clave del concepto de innovación incluyen el papel del conocimiento como base para la innovación, la novedad y la utilidad, y la creación o preservación de valor como el presunto objetivo de la innovación. El requisito de implementación diferencia la innovación de otros conceptos como la invención, ya que una innovación debe implementarse, es decir, ponerse en uso o estar disponible para que otros la utilicen (OECD, 2018).

1.2 Marco Teórico

En cuanto a los planeamientos teóricos que facilitan la comprensión de las prácticas y procesos de innovación en la organización, la teoría de los recursos y las capacidades y el desempeño organizacional se destacan como fuentes para lograr dicha comprensión, pues soportan los planteamientos del estudio de una manera completa de acuerdo con los resultados que se busca obtener.

Desde la teoría de los recursos y capacidades son varios los autores que han definido sus dos elementos, entendiendo por recursos a los inputs en las operaciones de la firma tanto planta y equipos y propiedad intelectual, como a las capacidades y competencias de la gente los cuales crean valor de acuerdo a las interacciones que tienen con las capacidades organizacionales (Pulido, 2010), estos recursos cumplen unas características generales y similares entre ellos como: son difíciles de imitar por la competencia, son valiosos, raros y difíciles de sustituir (Barney, 1991), así

mismo son considerados tanto tangibles como intangibles y se requiere que exista entre ellos coordinación y cooperación para hacerlos productivos (Grant, 1991), además de todo, la organización debe ser su propietaria.

Por otro lado, las capacidades son definidas como la habilidad de desempeñar una tarea o actividad que involucra patrones complejos de coordinación y cooperación entre la gente y los recursos donde se pueden encontrar I+D, servicio al cliente de clase superior, etc.

Según Barney, 1991, los recursos y capacidades dentro de las organizaciones, ayudan a elegir e implementar estrategias que aporten ideas para que puedan llegar a ser más competitivas y puedan hacer frente a los desafíos y nuevas tendencias que constantemente está imponiendo el mercado. En este sentido para Barney, (1991) el valor de los recursos de la empresa y las capacidades están determinadas por el contexto del mercado dentro del cual opera, entonces teniendo en cuenta que el análisis del mercado es uno de los factores claves para establecer una metodología basada en los recursos y capacidades, se deben hacer inversiones constantes y estar atento al comportamiento y variabilidad del mercado para así lograr la sostenibilidad de la metodología que la puede convertir en una ventaja competitiva para la empresa ya que a según como asegura la autora, los intangibles son en la actualidad considerados como la real fuente de ventaja competitiva. (Grant, 1991).

Este proceso de reconocer los propios recursos y capacidades es algo que debe comenzar internamente en la organización, dado que, para seguir siendo competitivas, las organizaciones deben realizar una evaluación para encontrar qué recursos y capacidades les dan ventaja sobre los competidores, por eso es importante tener en cuenta que el proceso para establecer un modelo estratégico que le permita a la empresa generar una ventaja competitiva se basa en los siguientes aspectos:

1. Diagnóstico que ayude a comprender los recursos con los que se cuenta y a los que se puede acceder para crear valor y establecer las capacidades organizativas.
2. Establecer el enfoque y el foco estratégico para potenciar al máximo ambos aspectos.
3. Valorar o estimar el potencial de renta que pueden generar los recursos.
4. Fijar objetivos y estrategias.
5. Generar un sistema de vigilancia permanente que ayude al mantenimiento, mejoramiento y/o creación de nuevos recursos y capacidades.

Estos aspectos se gestionan de manera interna y se trabajan para crear una estrategia que se basa en dos premisas según Grant, (1991a): 1. Los recursos y capacidades internos proveen la dirección básica para la estrategia de la firma y 2. Los recursos y capacidades son la fuente primaria de beneficios de rentabilidad para la firma, es por esto que la empresa antes que todo debe gestionar internamente sus habilidades, recurrir a su interior para basar la estrategia corporativa, para potenciar y regenerar las oportunidad propias de manera tal que pueda ser sostenible en el futuro haciendo cosas de manera mejor o diferente a las demás. (Bueno Campos et al., 2006)

Pero esto solo no basta para gestionar una correcta manera de adoptar la estrategia de los recursos y capacidades, adicionalmente además de determinarlos es importante desarrollar rutinas que consisten en “hábitos organizativos que nacen de la experiencia, constituyendo la memoria de la organización y en maneras y formas de hacer las cosas y los patrones de interacción de los recursos ante situaciones concretas y repetitivas”. (Barney, 1991; Bueno Campos et al., 2006). Para seguir siendo competitivas, las organizaciones deben realizar una evaluación para encontrar qué recursos y capacidades les dan ventaja sobre los competidores. Por tanto, el desafío de la estrategia consiste en seleccionar o crear un contexto donde las capacidades y los recursos pueden proporcionar ventajas competitivas.

En este sentido para enlazar los conceptos asociados a la teoría de los recursos y capacidades, se entiende, que el desempeño organizacional es el resultado de la dinámica de la producción de bienes y servicios de una organización, que constituye la razón de ser de la misma (Bontis et al., 2002), desde este enfoque específico del trabajo de investigación el desempeño es medido de acuerdo a los aspectos tangibles o de otra forma el desempeño financiero y los no tangibles, el impacto del mercado. Así, Gopalakrishnan, (2000), define el desempeño organizacional a partir de diferentes factores, entre los que incluye: a) eficiencia, relacionada con las entradas y las salidas de recursos; b) efectividad, relacionada con el crecimiento del negocio y la satisfacción del empleado; y finalmente, c) resultados financieros, relacionados con el retorno de activos, la inversión y el crecimiento de la utilidad, en concordancia con esto otro autor, el desempeño organizacional depende del objetivo de la compañía y se puede reflejar en la rentabilidad, relacionada ésta con la utilidad operativa, Lee & Miller, (1996), sin embargo existen otros autores concuerdan con que el desempeño organizacional, está conformado por los factores que componen tanto los comportamientos de los factores externos e internos de la empresa: Tidd,

(2002) sostiene que la complejidad y la incertidumbre del entorno afectan los factores internos de la empresa; cuanto mejor encajen los factores internos con el entorno, mejor será el desempeño, Li & Atuahene-Gima, (2001), afirman que el desempeño organizacional y la innovación, dentro de los factores internos, están enlazados con factores contingentes del entorno. Mientras, Waagø & Chamanski, (2013), plantean que el desempeño organizacional está relacionado con el comportamiento de los factores internos que varían con la edad y el ciclo de vida de la empresa y con el tipo de industria.

La mirada al desempeño organizacional desde la perspectiva de la innovación trata sobre el impacto que genera la adopción de diferentes tecnologías en las actividades que se realizan en las empresa, es por esto que si bien algunos autores teóricamente han señalado que la innovación es determinante del desempeño organizacional (Marín-Idárraga & Cuartas, 2016; Stock & Zacharias, 2011; Walker et al., 2011), diversos estudios empíricos evidencian resultados aún contradictorios (Rosenbusch et al., 2011), y definen que existen diferencias de acuerdo al tipo de empresa que implementan tecnologías en sus procesos. Además, el desempeño puede ser financiero o no (Sveiby, 1997).

Según Van Andrew, 1986, la innovación se define como el desarrollo e implementación de nuevas ideas por las personas, quienes a través del tiempo participan en transacciones con otras dentro de un orden institucional. En esta misma dirección, diferentes estudios coinciden en reconocer a la innovación como un constructo de novedad, no solo de ideas sino también de comportamientos (Marín-Idárraga & Cuartas-Marín, 2019).

Mientras que el desempeño se define como el alcance de la efectividad organizacional, la cual ha sido especificada como la relación entre la eficacia y la eficiencia; la eficacia asumida como el logro de los objetivos y la eficiencia asumida como la óptima utilización de los recursos (Auh & Menguc, 2005; Neely et al., 1995; Rillo, 2010), con estos dos conceptos definidos es posible decir que para medir el impacto de la innovación en el desempeño organizacional se puede emplear los indicadores de eficiencia, y eficacia como dos términos que componen la efectividad organizacional como la mejor manera de lograr los objetivos del negocio utilizando los recursos necesarios y optimizándolos de manera correcta.

Para ello, la definición de los indicadores de eficiencia y eficacia muestran que las organizaciones deben comprometerse en totalidad en el momento de comenzar a implementar

modelos de innovación, de acuerdo a esto la conceptualización sobre eficacia y eficiencia tiene puntos de vista divergentes; sin embargo, aunque estos términos se usan cotidianamente en múltiples ámbitos, no existe una conceptualización única conocida y aceptada por igual por los diferentes profesionales (Bouza Suárez, 2000).

- **Eficiencia:** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (RAE, 2001). “Expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto económico para lograr el cumplimiento de un objetivo determinado, minimizando el empleo de recursos”. (Fernández Ríos & Sánchez, 1997).
- **Eficacia:** Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera (RAE, 2001). Capacidad de una organización para lograr los objetivos, incluyendo la eficiencia y factores del entorno. (Fernández Ríos & Sánchez, 1997)

Estas definiciones ilustran la manera en que la efectividad es un aspecto básico para lograr que las organizaciones gestionen adecuadamente su desempeño no solamente en los procesos de innovación, también en otros aspectos que se encuentre trabajando; en este sentido de acuerdo a la revisión de la literatura la efectividad puede definirse como: el resultado de la eficacia y la eficiencia; por esto desde que una empresa incluya dentro de sus objetivos estratégicos procesos de innovación es importante que se comprometa totalmente con el desarrollo, generación y seguimiento constante de estos, porque al final este factor dará cuenta del estado del desempeño organizacional que tiene la empresa en todos los niveles (Yamakawa & Ostos, 2012)

La literatura existente sobre la gestión de la innovación sugiere que las organizaciones deben innovar mientras aprovechan sus recursos disponibles en las fuentes de conocimiento internas y externas (Ferraris et al., 2017), para esto, un término que se utiliza es el de la innovación abierta (OI), la cual se expresa mejor como lo opuesto al modelo de integración vertical de estilo antiguo en el que los eventos de innovación interna afectan los productos y servicios desarrollados internamente (Chesbrough, 2017; Della Peruta et al., 2016) que se ofrecen en los mercados. OI es una práctica de innovación dispersa que depende del flujo de conocimiento monitoreado conscientemente a través de las fronteras de una empresa, utilizando instrumentos financieros y no financieros en sincronía con el modelo de negocio para motivar el intercambio de conocimientos (Chesbrough, 2017). La OI se considera innovación como un proceso de entrada y de salida (Popa et al., 2017) que ayuda a las organizaciones a satisfacer las necesidades de los clientes y vencer a

la competencia en los mercados; la OI entrante (IOI) comprende el comportamiento de aprendizaje exploratorio por ejemplo, (Popa et al., 2017) para descubrir y aprovechar nueva información y conocimientos del exterior, utilizando como fuentes de saber a las instituciones de investigación, universidades, consultores, competidores, agencias gubernamentales, proveedores y clientes (Cheng & Shiu, 2015; Popa et al., 2017). Así mismo la OI saliente (OOI) tiene como objetivo explotar ideas o conocimientos internos mediante licencias, patentes o acuerdos contractuales (Hung & Chou, 2013; Lichtenthaler, 2009) para mejorar el desempeño organizacional. (Carayannis & Grigoroudis, 2014; Hung & Chiang, 2010; Popa et al., 2017)

Por esto, las grandes beneficiadas son las PYMES, dado que estas pueden beneficiarse del conocimiento externo, ya que responden mejor a las necesidades del mercado y también son flexibles en comparación con las grandes organizaciones (Spithoven et al., 2013) y es probable que aumente su desempeño general a través de la innovación abierta (Popa et al., 2017). Las prácticas de OI son activos estratégicos que impulsan una ventaja competitiva sostenible y un desempeño mejorado a nivel de empresa (Camisón & Villar-López, 2014) también en las PYMES. Estudios anteriores sugieren que la OI ayuda a las organizaciones a lograr ventaja competitiva (Goldman et al., 1995) y resulta en desempeño organizacional mejorado (OECD, 2005) y tanto la visión basada en recursos, RBV por sus siglas en inglés (*The resource-based view*) y la visión basada en el conocimiento, KBV por sus siglas en inglés (*knowledge-based view*) consideran el desempeño organizacional diferencial como un resultado de las características internas de una organización (Camisón & Villar-López, 2014).

1.3 Marco Contextual

Para el caso de las economías emergentes revisando la literatura se encuentra que las tecnologías de Industria 4.0, en su mayor parte, han sido relacionadas con el desarrollo de actividades esenciales y han sido implementados en empresas con un alto ambiente global competitivo y no en economías emergentes (por ejemplo, la industria automotriz y empresas de servicios) (Demeter et al., 2020; Ghobakhloo, 2018) en este sentido para las pequeñas y medianas empresas que desean implementar procesos de transformación digital se pueden presentar dos situaciones: o no conocen la manera de hacerlo o se enfrentan a desafíos inimaginables que hacen que el deseo de transformarse digitalmente se convierta en problemas que no pueden solventar ni

solucionar, de igual manera las tecnologías 4.0 pueden aportar al sistema empresarial nuevas herramientas para el diseño, producción, entrega y despacho de productos (Luthra & Mangla, 2018). A pesar de esto, Singh et al. (2019) afirman que la mayoría de las organizaciones que utilizan alguna tecnología de la industria 4.0 solo en ciertas partes de su cadena de suministro, encuentran sus procesos realizados de manera menos coordinada y provoca una disminución en el uso de recursos y capacidades; especialmente en países con economías emergentes en comparación con los países desarrollados. (Dalenogare et al., 2018)

Como se dijo, la Industria 4.0 nació en los países desarrollados, donde las etapas industriales anteriores ya están maduras en cuanto a la automatización y el uso de las tecnologías de la información (Kagerman et al., 2013). En este sentido, los países emergentes pueden enfrentar una brecha importante para la adopción de la Industria 4.0 debido a que existe poca madurez en las etapas previas de los procesos industriales (Cheng Guan et al., 2006; Krawczyński et al., 2016).

Un estudio realizado en medianas y grandes empresas en Ecuador, Colombia y Perú en 2021 para medir la relación entre cultura social, industria 4.0 y desempeño organizacional en el contexto de economías emergentes, encontró que las tecnologías de la Industria 4.0 estaban relacionadas positivamente con el desempeño organizacional y presentaban una relación negativa entre la cultura social y el desempeño de las empresas. La conclusión del estudio invita a aprovechar la transformación digital e incorporar políticas para impulsar el desarrollo tecnológico. Con la automatización y la globalización, no es suficiente aplicar métodos tradicionales de optimización de procesos debido a que en los países emergentes se requiere una mejora en la conectividad para reducir la brecha competitiva en el sector productivo y una ventaja comparativa más significativa con los países desarrollados. (Aguilar-Rodríguez et al., 2021)

En Colombia, de acuerdo con el informe de la encuesta de transformación digital de la ANDI (2019), más de la mitad de las empresas encuestadas conocen las tecnologías emergentes, pero no hacen un uso efectivo de estas. Y los objetivos de inversión en tecnologías emergentes están orientados principalmente a la automatización de procesos, la reducción de costos y lograr disrupción en su propia industria u otras industrias, con resultados similares entre la industria manufacturera y el sector de servicios.

Los beneficios concretos resultan aún algo abstractos para una parte significativa de los encuestados, que no son capaces de señalar o percibir resultados tangibles que se manifiesten en

ventajas competitivas, con respecto a las barreras y desafíos que enfrentan las compañías colombianas para lograr una transformación digital exitosa, encuesta de la ANDI menciona como principales: falta de presupuesto, falta de cultura y desconocimiento.

Otro factor importante mencionado en esta encuesta, es el interés por avanzar en adopción digital dentro de las organizaciones, pero no es suficiente el conocer las tecnologías sino también crear cultura digital, esto confirma la importancia de cambiar la mentalidad, la necesidad de ejercer un liderazgo desde el nivel más alto de las organizaciones, que no sólo incluyan al *Chief Information Officer* (CIO) y/o el *Chief Digital Officer* (CDO) sino también al *Chief Executive Officer* (CEO), vicepresidencias, representantes del tema en las juntas directivas, entre otros; para impulsar esta transformación digital en las organizaciones. De acuerdo con el primer estudio de transformación digital en Colombia de Polo & Magalhães (2016), las organizaciones tradicionales están obligadas a defenderse de estos modelos disruptivos. Tarde o temprano muchas organizaciones se enfrentarán a la digitalización (o comoditización) de sus modelos de negocio. La digitalización supone una importante disminución de las barreras de entrada de nuevos competidores. Ante ese escenario, abrir los procesos de innovación puede convertirse en una palanca de crecimiento importante.

Para la definición de los factores principales que intervienen en los proyectos de IoT, se tomaron como referencia, principalmente, los aspectos y condiciones mencionados en el artículo “Decálogo para desarrollar proyectos de IoT exitosos”, publicado en el 2019 por la empresa española Libelium, líder en diseño y fabricación de soluciones tecnológicas para hacer posible el internet de las cosas (Libelium, 2019). Igualmente, se revisó la contraparte en el informe del “Por qué fracasan los proyectos IoT” de la empresa Beecham Research publicado en el 2020, (Beecham Research, 2020) con la participación de grandes empresas especializadas en diseño y desarrollo de proyectos IoT como Libelium, Télite, Semtech, Kerlink, Sierra Wireless entre otras, para examinar el por qué los proyectos de IoT fracasan, o nunca comienzan y qué se puede aprender de ellos (Duke-Wooley, 2020).

Reconocidos los factores que intervienen en los proyectos de IoT, se clasificaron desde la perspectiva de la teoría de los recursos y capacidades de la organización (Barney, 1991; Bueno Campos et al., 2006), y en los resultados y desempeño organizacional (Marin-Idárraga & Cuartas,

2016; Stock & Zacharias, 2011; Walker et al., 2011), donde este último se analiza desde el punto de vista de lo tangible (financiero) y lo intangible (no financiero) (Sveiby, 1997), como se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2 Clasificación de factores desde la perspectiva de recursos y capacidades

Teoría	Factores que intervienen	Elementos que lo describen
Recursos y capacidades en IoT	Formulación estratégica	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo alineado al negocio • Inversión • Uso efectivo de la información • Perspectiva de futuro
	Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura tecnológica • Flexibilidad y Escalabilidad • Nivel de ciberseguridad
	Metodología	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación. • Aceptación Tecnológica. • Capacitación. • Uso de pruebas piloto. • Apoyo de Expertos.
	Mejora de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del error humano • Confiabilidad de los datos • Tiempos de respuesta. • Mitigación de Riesgos Operativos.
	Competencias	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento operativo • Eficiencia operativa • Monitoreo y Supervisión. • Toma de decisión

Nota. Esta tabla muestra los factores y elementos que intervienen en la ejecución de proyectos IoT. Elaboración propia, a partir de (Beecham Research, 2020; Grant, 1991; Marin-Idárraga & Cuartas, 2016)

La formulación estratégica, evalúa cómo la implementación del proyecto de internet de las cosas (IoT) se encuentra alineado a los objetivos estratégicos del negocio, la justificación de la inversión, el uso efectivo de la información y la perspectiva de futuro de este.

La técnica, hace referencia a la infraestructura tecnológica, la flexibilidad, escalabilidad y en nivel de ciberseguridad usado en la implementación del proyecto IoT, con el objetivo de conocer los desafíos que tuvieron que sortear para hacer realidad este proyecto en la organización desde el punto de vista informático.

La metodología utilizada, para la implementación de proyecto IoT juega un papel importante debido a que da cuenta de la táctica usada desde el inicio al fin del proyecto teniendo

en cuenta el nivel de aceptación tecnológica, las necesidades de capacitación, el uso de pruebas piloto y el soporte de expertos, para que este culminara de forma exitosa.

La mejora de los procesos es uno de los objetivos esperado con la implementación del IoT en la organización, esto incluye elementos como la reducción del error humano, la confiabilidad de los datos, los tiempos de respuesta y la mitigación de los riesgos operacionales.

El fortalecimiento de competencias por parte de la incorporación de la tecnología IoT en la organización, tiene en cuenta los aportes en las habilidades de los trabajadores para el monitoreo de activos, manejo de información en tiempo real, la toma de decisiones, el conocimiento y la eficiencia operacional.

Tabla 3 *Clasificación de factores desde el desempeño organizacional*

Teoría	Factores que intervienen	Elementos que lo describen
Desempeño financiero	Productividad	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados Económicos • Incremento de ventas • Ahorros operacionales.
Desempeño no financiero	Valor intangible	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de valor al cliente/usuario • Competitividad. • Grado de innovación • Sostenibilidad

Nota. Esta tabla muestra los factores y elementos que intervienen en la ejecución de proyectos IoT. Elaboración propia, a partir de (Marin-Idárraga & Cuartas, 2016; Rosenbusch et al., 2011; Stock & Zacharias, 2011; Sveiby, 1997; Walker et al., 2011).

La contribución del IoT a la productividad se analiza al observar el efecto sobre los costos operacionales y el comportamiento de las ventas de la organización donde se implementó esta tecnología.

El desempeño no financiero da cuenta del valor intangible logrado por el IoT a la organización, a través de elementos como la innovación, la generación de valor, la competitividad y sostenibilidad.

2 Metodología

2.1 Naturaleza de la Investigación

Esta investigación es exploratoria, y la metodología utilizada es el “estudio de caso”, el cual se define como “una pregunta o cuestionamiento empírico que investiga un fenómeno contemporáneo en un contexto de la vida real, específicamente cuando las fronteras entre el fenómeno y el contexto no son evidentes” (Yin, 1994)

El estudio de caso procura tener un amplio entendimiento del contexto en el cual se desarrolla la problemática y, al mismo tiempo, se puede apoyar en técnicas cuantitativas para la recolección de información. Para este proyecto, los tipos de casos analizados son tipo instrumental según Stake, (1994) quien plantea que para los casos múltiples se desea analizar resultados similares y diferentes alternativas para obtenerlos o casos donde las alternativas son similares pero los resultados obtenidos son diferentes, aquí se trata de alternativas similares de implementación del IOT en empresas colombianas de diferentes industrias y regiones que han logrado beneficios gracias a esta tecnología.

La forma como se desarrolla el método del estudio de caso, se presenta en la Figura 3 donde se detallan los pasos y la técnica usada para la comparación es el cross-case analysis de acuerdo con Yin, (1994).

Figura 3. *Pasos para el estudio multicaso*



Nota fuente: Elaboración propia a partir de (Yin, 1994)

2.2 Desarrollo del estudio multicaso

Las empresas seleccionadas para este estudio multicaso son principalmente proveedores tecnológicos, los cuales cuentan con experiencia en la implementación de proyectos de internet de las cosas (IoT) en Colombia en diferentes sectores industriales como manufactura, salud, naval, energía, cemento, servicios públicos, entre otros. Asimismo, se cuenta con la participación de una empresa cliente de esta tecnología IoT para conocer la perspectiva desde el usuario final.

La búsqueda de empresas con la tecnología IoT inició en la base de datos de Ruta N para conocer empresas usuarias de esta tecnología, pero se encontraron muy pocas, por tanto, no era viable pensar en un estudio de corte cuantitativo, entonces se amplió la búsqueda con un enfoque más intuitivo y vía referencias, para conocer aquellas que cumplieran con el requisito mínimo necesario para ser parte del estudio, que era ser usuaria o haber implementado la tecnología IoT con éxito. En la tabla 4, se ilustra la descripción de las empresas seleccionadas para el estudio multicaso.

Tabla 4 Descripción de las empresas participantes del estudio multicaso.

Nombre de la Empresa	Telemetrik	Soluciones Disruptivas Disruptech	Lubriretenes y Rodamientos	Preditec Ingeniería	Armada de Colombia
Cargo / Posición	Gerente	Gerente de Innovación	Gerente Técnico y Comercial General	Gerente de servicios	Jefe de ingeniería flota naval
Localización	Medellín	Medellín	Barranquilla	Bogotá	Cartagena
Rol que desempeña	Proveedor tecnológico	Proveedor tecnológico	Proveedor tecnológico	Proveedor tecnológico	Usuario/Cliente final
<i>Nombre asignado para efectos del estudio</i>	<i>Alfa</i>	<i>Beta</i>	<i>Gamma</i>	<i>Delta</i>	<i>Épsilon</i>

Nota fuente: Elaboración propia a partir de las empresas a las que se les aplicó el instrumento.

Para efectos de este estudio multicaso, en adelante se denominarán las empresas participantes con los nombres de Alfa, Beta, Gamma, Delta y Épsilon como se presentó en la tabla 4.

Paso 1: Diseño del estudio multicaso

Preguntas de Estudio

El estudio multicaso realizado en las empresas colombianas identificadas como proveedoras o usuarias de la tecnología de Internet de las cosas, pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los factores principales que intervienen entre el IoT y el desempeño organizacional?
- ¿Cómo actúa esta tecnología en los recursos y capacidades de la organización?
- ¿Cuáles son los beneficios tangibles e intangibles logrados con el uso de esta tecnología?

Proposiciones del Estudio

- La detección de los factores críticos presentes en la implementación de tecnologías 4.0 como el IoT, que podrían contribuir al desempeño organizacional con potencial de ser una ventaja competitiva sostenible. Para esto se pretende analizar el valor agregado que el IoT aporta a los recursos y capacidades de la organización.
- Este aporte a los recursos y capacidades que se encuentran más desarrollados, asociados a la implementación del IoT, darán cuenta de mejoras en el desempeño financiero y no financiero logrado por la organización.

Unidad de Análisis

Las empresas participantes que han realizado implementación de tecnologías 4.0 para este caso el IoT como unidades primarias a ser analizadas a través de las respuestas obtenidas de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los directivos o representantes de estas.

¿Qué Conecta a las Fuentes con el Propósito de Estudio?

Las preguntas de investigación que se plantearon y las aproximaciones teóricas indican el punto de partida para crear el instrumento, en este caso la entrevista semi estructurada, para la recolección de los datos y el análisis desde los distintos niveles del caso. Por tanto, las preguntas como las proposiciones teóricas contienen los constructos (conceptos, dimensiones, factores o variables) de los cuales se obtendrá la información. (Martínez, 2006)

Los resultados obtenidos en la entrevista semiestructurada aplicada a las empresas permitirán identificar cualitativamente el proceso de la implementación de la tecnología de internet de las cosas y conocer los resultados obtenidos en las empresas en mención. Este será el enfoque de la valoración para los tres constructos principales y dentro de estos, los factores que intervienen y que dan cuenta de las evidencias que se requieren para concluir sobre el proceso de la implementación y los resultados logrados de acuerdo con las particularidades de cada empresa.

Criterios para Interpretar los Resultados

De acuerdo con (Álvarez Echeverría, 2015), por lo general las organizaciones, erróneamente tienen la creencia de que mediante la adopción de una nueva tecnología, solamente por el hecho mismo de implementarla se resolverán sino todos, por lo menos la mayoría de sus problemas en las diferentes áreas de la empresa, entre las cuales se encuentran las siguientes: El proceso, la procuración o administración, el suministro, las comunicaciones, la planeación, las operaciones, entre otras.

En este sentido según los factores propuestos, se buscó identificar los factores claves que intervienen en el desempeño organizacional en las empresas que han realizado alguna implementación de la tecnología de internet de las cosas (IoT) dentro de sus procesos productivos teniendo en cuenta los siguientes aspectos principales:

- a) Los recursos y capacidades que se ven modificados o influenciados con la introducción del IoT en los procesos internos de la organización.
- b) El impacto al desempeño financiero y el valor tangible creado como resultado de la implementación del IoT en la organización.
- c) El valor intangible generado (esperado o no), que se evidencia al interior de la organización gracias al IoT.

Esto, dado que a menudo cuando se implementa una nueva tecnología dentro de una empresa se deben tomar en cuenta todos estos aspectos, ya que como resultante de estas causas se pueden observar los siguientes efectos: a) Pérdidas financieras. b) Agudización de problemas. c) Incremento de eventos no deseados. d) Surgimiento de nuevos problemas. e) Incremento en los costos operativos. (Álvarez Echeverría, 2015)

Los resultados a obtener a través de entrevistas se valoraron de manera cualitativa y se identificaron las características principales sobre las cuales se tomó la decisión de implementar el IoT en algún proceso al interior de la organización y la técnica utilizada para ello. De igual forma, para valorar el desempeño financiero y no financiero, se consultó sobre los rendimientos de la operación, ahorros logrados y el valor intangible generado en la organización.

Finalmente, se reseñan las principales lecciones aprendidas surgidas durante la implementación y puesta en marcha del proyecto IoT en la organización y su cumplimiento con las expectativas de los usuarios.

Paso 2: Preparación de instrumento de recolección de datos

Las empresas llamadas a participar en este estudio multicaso se encuentran ubicadas en las ciudades de Medellín, Barranquilla, Bogotá y Cartagena, las cuales han implementado la tecnología del internet de las cosas (IoT) en al menos uno de sus procesos internos. La captura y recolección de la información se realizó por medio de entrevistas semiestructuradas, utilizando un formulario digital como guion, y se aplicó a los gerentes, jefes o directores que tuvieron una participación en los proyectos IoT en estas organizaciones.

El esquema del modelo conceptual reflectivo, que se asemeja a un modelo de ecuaciones estructurales, y que se muestra a continuación de acuerdo a (Polites et al., 2012) muestra la variable latente (desempeño exitoso de la empresa con IOT) la cual muestra la “realidad” y las variables medidas (aquellos criterios de éxito en la implementación del IOT) como indicadores de esa realidad.

Para materializar esta intención se construyó y banco de preguntas que dio como resultado un guion de entrevista semi estructurada (ver anexo 2), el cual fue revisado y validado a través de un juicio de expertos de cuatro (4) integrantes, para esto se tuvo en cuenta la propuesta de (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008), y se esquematiza en la tabla 5 los criterios para el juicio de expertos. El grupo de expertos contaba con la experiencia específica para actuar como tal y estaba compuesto por:

- Wilber Armel Cortez Gómez. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- Carlos Federico Vásquez Jiménez. Tronex.
- Luis Francisco Zorro Rivera. Gran Colombia Gold.

- Dursun Barrios Hernández. Universidad Nacional de Colombia.

El grupo recibió la instrucción para el diligenciamiento de la ficha, en hoja Excel, así como el propósito de la investigación, las cuales fueron recibidas y procesadas por el equipo investigador, que analizó las coincidencias y aplicó correctivos y ajustes en la redacción de varios ítems, así como la organización y presentación de estos.

Tabla 5 *Criterios para el juicio de expertos*

Categoría	Calificación	Indicador
Suficiencia: los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Bajo Nivel	los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente
	4. Alto Nivel	Los ítems son suficientes
Claridad: el ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem
	4. Alto Nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada
Coherencia: el ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión que está midiendo
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión que está midiendo
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo
	4. Alto Nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo
Relevancia: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante y debe ser incluido
	4. Alto Nivel	el ítem es muy relevante y debe ser incluido

Fuente: (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008)

Una vez que se recibió la realimentación del grupo de expertos, se hicieron ajustes en el instrumento los cuales consistieron principalmente en:

- Corrección en la redacción de algunas preguntas, incluyendo artículos, letras y palabras que faltaron, así mismo la organización ortografía y acentuaciones.
- Corrección y unificación de tiempos gramaticales de acuerdo con la naturaleza de cada pregunta.
- Reagrupación, recolección y recategorización de preguntas que estaban dispersas en todo el formulario y que apuntaban a un mismo factor.
- Reducción en el número de las preguntas del formulario, inicialmente se formularon 91 preguntas y luego se pasó a 34, al unificar criterios que permitieron reevaluar el enfoque y propósito de cada una y de cada factor. Por tanto, se incorporaron unas preguntas con otras.

Paso 3: Recolección de datos

Una vez ajustado y organizado el instrumento de captura de información, se generó la versión final, la cual se encuentra en el anexo 3, la cual fue colocada en un formulario virtual de “Google forms” para estandarizar y facilitar su diligenciamiento. Posteriormente se procedió a contactar a los potenciales entrevistados, previamente seleccionadas, para invitarlos a participar de la entrevista semi estructurada o concertar el encuentro virtual, y de esta forma obtener la información necesaria para su respectivo análisis.

Al escoger empresas donde el proyecto de IoT había sido exitoso y estaba dando resultados favorables para el negocio, se logró capturar experiencias reales de todo el proceso de diseño, implementación y puesta en operación de esta tecnología, aportando a la transparencia y confianza de los datos recolectados para este estudio.

Pasos 4: Análisis de los casos

El análisis de los resultados se da para contrastar la información recolectada en el instrumento, con respecto a las teorías y tesis propuestas en este estudio multicaso. Asimismo, se valida la presencia de aspectos o factores no contemplados en el planteamiento inicial, los cuales interactúan en este proceso de implementación y manejo de la tecnología IoT al interior de las organizaciones.

Pasos 5: Elaboración de informe final del estudio multicaso

En el siguiente capítulo, se presentan los resultados del estudio, debidamente analizados, donde se da respuesta a las preguntas de investigación y se discuten las limitaciones del estudio y el trabajo futuro.

3 Resultados

De acuerdo con los constructos y teorías seleccionadas para este estudio multicaso, donde se explora la existencia de una relación entre la tecnología IoT desde la perspectiva de los recursos y capacidades de la organización, que factores intervienen en ésta y cuál es su influencia en el desempeño, la información obtenida en el instrumento se organiza y se sintetiza, usando la guía de (Dame & Engineering, 2021), para cada uno de los factores comprendidas en la teoría de Recursos y Capacidades, este resumen de los resultados en las cinco empresas participantes se expone en la tabla 6.

Tabla 6 Síntesis de información obtenida de recursos y capacidades

RECURSOS Y CAPACIDADES					
	ALFA	BETA	GAMMA	DELTA	ÉPSILON
Formulación estratégica	Uso de telemetría para capturar datos operacionales en tiempo real para facilitar la toma de decisiones.	Captura y centralización de información para alimentar indicadores de gestión. Integración de tecnologías para facilitar la transformación digital.	Conectividad para la captura de información en tiempo real orientado a lograr una operación automatizada.	Automatización de procesos para agilizar la toma de decisiones.	Proyecto estratégico para el monitoreo de activos críticos.
Técnica	Uso de datos cifrados e infraestructura informática independiente.	Servicio de servidor en la nube independiente con infraestructura dedicada.	Fortalecimiento de la infraestructura informática.	Servicio de servidor en la nube independiente con infraestructura compartida.	Actualización parcial de infraestructura informática. Desafíos de comunicación satelital.
Metodología	Prueba piloto inicial para analizar el comportamiento de la solución el contexto operacional dado. Acompañamiento y Entrenamiento específico al personal.	Prueba piloto en uno de los procesos con un módulo IoT para validar la funcionalidad. Acompañamiento y entrenamiento durante todo el proceso.	Proyectos pequeños (pilotos) para demostrar beneficios de la tecnología. Acompañamiento a la adaptación.	Uso de pruebas piloto para puesta a punto de la solución. Acompañamiento y Entrenamiento específico al personal.	Verificación de la comunicación e infraestructura informática (piloto), para comprobar la viabilidad.
Mejora de procesos	Optimización del tiempo, reducción de pérdidas, ahorro de energía y reducción del error humano.	Diagnóstico y estadística en tiempo real del estado de los activos para la toma de decisiones.	Asegura la captura de la información e incrementa su confiabilidad. Reduce la incertidumbre de la operación.	Incremento de la información del proceso y confiabilidad de los datos. Mitigación de riesgos por daño a los activos y personas.	Optimización de tiempos de captura de datos y generación de reportes. Prevención de fallas catastróficas

					(afectación mayor al activo)
Competencias	Genera nuevo conocimiento del estado del proceso, desarrolla nuevas habilidades y mejora la toma de decisiones.	Mejora el conocimiento y las practicas operativas	Habilidades para la interpretación y análisis de datos orientada para mejorar la toma de decisiones	Genera nuevo conocimiento de la condición de los activos, desarrolla nuevas habilidades y mejora la toma de decisiones.	Estandarización de procesos. Conocimiento pasa de ser implícito a explícito.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por las organizaciones.

Sobre la *formulación estratégica* que da cuenta sobre cómo se encuentran los objetivos alineados al negocio, la inversión, el uso efectivo de la información y la perspectiva de futuro, (Marín-Idárraga & Cuartas-Marín, 2019). Para la empresa **Alfa**, la telemetría es usada para capturar datos de variables operacionales en tiempo real, ayudándolos a tomar decisiones cuando se presenten desviaciones importantes en el comportamiento de estos datos. En **Beta**, la utilización de la nube como repositorio de la información de variables operacionales representativas para controlar procesos críticos y construir indicadores claves de desempeño (KPI) que aportan a la toma de decisiones operativas. Para **Gamma** la centralización de la información en tiempo real tanto de las variables del proceso como de la condición de los activos toma importancia para el control y toma de decisiones sobre los procesos productivos mitigando riesgos operativos y optimizando la producción. En **Delta** su estrategia está orientada en incrementar la rapidez de la toma de decisiones operativas utilizando información capturada en tiempo real de variables operativas del proceso y colectada en la nube para su seguimiento. Y finalmente, para **Épsilon** el monitoreo de los activos críticos a través de comunicación satelital busca realizar un seguimiento remoto en tiempo real de las condiciones operativas de esto, con el propósito de impulsar y dar cumplimiento al plan de desarrollo tecnológico 2042.

Los aspectos relevantes que se identifican en materia de formulación estratégica con el uso del IoT en las organizaciones a las que se les aplicó la entrevista semiestructurada tienen en común que “la mejora en los procesos para la toma de decisiones operativas se da por la correcta recolección de información de los procesos, lo que permite la captura de datos en tiempo real, flexibilidad en la comunicación y almacenamiento soportada por tecnologías como telemetría, servidor en la nube y comunicación satelital, lo que incrementa la confiabilidad de la información”

en palabras de varios de los gerentes de las empresas. Se puede decir entonces que la tecnología de IoT supone un gran avance para las organizaciones con respecto a la formulación estratégica particular de las empresas, debido a que además aportar a la automatización de procesos, mejora sustancialmente la toma de decisiones y la confiabilidad de la información.

El resultado común observado entre las empresas participantes estuvo en la mejora de la toma de decisiones al contar con información en tiempo real de las variables del proceso previamente seleccionado por ser crítico para la operación/producción y de esta forma poder realizar monitoreo y/o generar indicadores reales y precisos que contribuye a ser más eficientes y eficaces las actividades operativas de la organización.

En cuanto a la *técnica* que se centra en consultar sobre la infraestructura informática, la flexibilidad y escalabilidad tecnológica y el grado de ciberseguridad de las empresas usuarias del IoT (Beecham Research, 2020). La empresa **Alfa** como proveedor tecnológico promueve el uso de infraestructura informática dedicada para el manejo del IoT usando protocolos de seguridad informática propios a través de datos cifrados. Igualmente, la empresa **Beta** hace uso de servidor y computación en la nube dedicado para gestionar el IoT, a través de infraestructura informática independiente, lo que mejora la latencia y no interfiere con otros procesos informáticos o productivos. Para **Gamma** la integración con el sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) para el monitoreo y control de los procesos productivo en plantas industriales “es la clave para el éxito de cualquier implementación tecnológica”, por esto la empresa se vio obligada a actualizar y fortalecer su infraestructura informática para acoger el IoT y mitigar los riesgos potenciales de ciberseguridad que surgieron con esta tecnología. En **Delta** la actualización de la infraestructura informática se da de forma parcial enfocada en incrementar la capacidad de almacenamiento, con el uso de comunicación independiente a través de un servidor en la nube para gestionar la aplicación IoT y de esta forma mitigar riesgos potenciales de ciberseguridad. Finalmente, en el caso de **Épsilon** la información en sí es un activo crítico que puede poder en riesgo la seguridad de la operación y de las personas, por lo tanto, la seguridad informática se refuerza y la infraestructura informática se actualiza de forma parcial para acoger la tecnología IoT, adicionalmente se asume el costo por la comunicación satelital debido a la dispersión geográfica de sus activos y las grandes áreas a cubrir.

Como aspectos generales importantes se tiene que “la infraestructura informática con acceso a servidores en la nube es fundamental para brindar la flexibilidad necesaria y la visualización de datos en tiempo real según la aplicación.

Es evidente la alta resistencia y restricción al acceso informático de las cinco organizaciones, y con justa causa debido al gran valor intangible que representa la información. Esta es una de las barreras que debe sortear cualquier implementación tecnológica en una organización y este proyecto IoT no fue la excepción. Para esto los proveedores tecnológicos utilizaron infraestructura informática independiente dedicada o combinada al proyecto IoT para prevenir los conflictos por restricciones informáticas y de esta manera mitigar el riesgo de pérdida, fuga o robo de información importante para la organización.

Es por esto que algunas empresas se hace uso de datos cifrados para darle mayor seguridad a los datos, que se traduce en mayor confianza y tranquilidad para los usuarios. Otras empresas realizan un fortalecimiento o actualización de su infraestructura informática para cumplir con los requisitos exigidos por el proyecto IoT y la ciberseguridad.

En el caso del factor *metodología*, se destaca el proceso de implementación de la tecnología IoT, el nivel de aceptación tecnológica, la capacitación recibida, el uso de pruebas piloto y el apoyo de expertos (Robayo Acuña, 2016). El proceso de implementación de la tecnología en **Alfa** se realizó a todo costo, donde se llevó cabo una prueba piloto para demostrar que la aplicación daba respuesta a la necesidad del cliente y se capacitó al personal involucrado en el proyecto tanto en operación como mantenimiento de la solución. Durante la implementación, se presentó algo de resistencia por parte del personal operativo quienes por desconocimiento pensaban que la tecnología los iba a desplazar, pero se dio una buena gestión de cambio organizacional a través de capacitaciones y asesoramiento logrando mitigar dicha resistencia. En **Beta** se instaló un módulo IoT en uno de los procesos con el fin de validar la comunicación, el flujo de datos y comportamiento de la tecnología en el contexto operacional particular. “La capacitación a personal de todos niveles organizacionales y el acompañamiento por parte del proveedor tecnológico antes, durante y después de la implementación del IoT fueron fundamentales para el cierre de brechas de conocimiento y la toma de decisiones sobre ejecutar el proyecto”. El proceso realizado por **Gamma** fue implementar proyectos piloto pequeños y económicos para dar a conocer la tecnología IoT y de esta manera mostrar los beneficios y la aplicabilidad en los procesos operacionales sin la

afectación de puestos de trabajo que es el miedo que surge en los trabajadores cuando se pretende usar las tecnologías 4.0. Con el asesoramiento por parte de especialistas en la tecnología y comunicaciones se logró ampliar la implementación del IoT en la mayoría de los procesos operativos de la planta de producción para el monitoreo y control de activos críticos. **Delta** desarrolló varios pilotos donde en cada uno de ellos fue aprendiendo y mejorando la versión para finalmente determinar los componentes y tecnología que mejor se adaptaba al contexto operacional del cliente. El mayor reto estuvo en obtener la cobertura de acceso a internet para los activos ubicados en las partes más lejanas de la empresa para poder comunicar los sensores al servidor de la nube. Mientras, en **Épsilon** el proceso de implementación fue “desafiante” debido a que no existen políticas de actualización periódica de la infraestructura informática y tecnológica de la organización para adaptarse a nuevas tecnologías y poder realizar implementaciones escalonadas para estar siempre a la vanguardia tecnológica, esto sumado al desconocimiento de los gerentes y directivos hizo más difícil lograr financiamiento y aprobaciones. Para dar solución a esto fue clave el apoyo de expertos para la transferencia de conocimiento y poder llevar a cabo la implementación de la solución tecnológica basado en el IoT cuya mayor complejidad se presentó en el tema de la comunicación satelital para la transmisión de la información.

En los cinco casos se evidencia que la prueba piloto fue fundamental para demostrar las bondades y beneficios de la tecnología IoT, además de poder verificar el funcionamiento del hardware, software y la comunicación en el contexto operacional particular de cada empresa. Esto en algunos casos validó la funcionalidad y confirmó la viabilidad del proyecto brindando confianza para proceder con la inversión.

Otro aspecto común entre los casos fue la capacitación, donde todas pasaron por una etapa de entrenamiento en los nuevos conocimientos y habilidades para entender y manejar la aplicación IoT una vez implementada en la organización. Asimismo, el acompañamiento por parte del proveedor tecnológico fue clave para la puesta en marcha de la aplicación y la aclaración de dudas que surgen después de la implementación.

También se observan cambios en la cultura organizacional luego de lograr la aceptación tecnológica por parte de los trabajadores, donde al inicio se presentaba resistencia por el miedo e incertidumbre que genera el desconocimiento del tema. Es clave asegurar que culturalmente la

organización se sienta cómoda y comprometida con el proceso de implementación de la tecnología, para que el proyecto obtenga los beneficios esperados.

En este apartado el uso de pruebas piloto en la etapa de viabilidad del proyecto IoT fue determinante para tomar la decisión final de inversión y puesta en marcha de este, en todas las empresas consultadas. Igualmente, el entrenamiento y el acompañamiento del proveedor tecnológico en todo el proceso de implementación fueron factores que contribuyeron a una incorporación adecuada de la nueva tecnología.

En cuanto a la *mejora de los procesos* que valida la reducción del error humano, la confiabilidad de los datos, los tiempos de respuesta y la mitigación de los riesgos operacionales, las empresas opinaron lo siguiente: La empresa **Alfa** evidenció que la “mejora de procesos estuvo enmarcada en la mitigación de riesgos por pérdida de producción al monitorear variables del proceso que contribuyen a llevar un mejor control operativo”, reducción de pérdida de tiempo al manejar datos en tiempo real y prevención del error humano por digitación manual de datos operativos. Mientras que para **Beta, Gamma, Delta y Épsilon** la contribución a los procesos debido a la implementación del IoT fue mejorar el monitoreo y diagnóstico del estado de los activos críticos para la operación, permitiendo llevar tendencias y estadísticas sobre el comportamiento de variables operativas logrando optimizar la gestión de mantenimiento de estos. Evitando pérdida de información por captura inadecuada, imprecisa o por omisión de datos en campo y obteniendo mejoras en el tiempo de disponibilidad de los activos, al igual que reducir los paros no programados de producción por la ocurrencia de fallas inesperadas o daños catastróficos en dichos activos.

Adicionalmente, se identificaron otros aspectos que favorecen a la operatividad y producción como la rapidez en la obtención de informes e indicadores, ahorros energéticos y la mitigación del riesgo de accidentalidad al evitar exponer un trabajador en campo para la recolección de información de máquinas en pleno funcionamiento. En síntesis, se puede indicar que es importante optimizar los tiempos y que los datos sean procesados mediante técnicas confiables que mitiguen los daños, los errores humanos y finalmente los aportes de estos datos mejoren la toma de decisiones en las organizaciones.

Todas las empresas participantes presentaron una mejora en la reducción del tiempo de consulta y/o captura de datos operativos, agilizando la toma de decisiones. También se logra mitigar el error humano con el uso de sensores ubicados directamente sobre las máquinas o el

proceso que se quiere monitorear y controlar, consiguiendo incrementar la confiabilidad de los datos y en algunos casos previene la exposición de riesgos a las personas que normalmente deben ir hasta la maquina o proceso para capturar los datos operativos.

El mayor aporte del IoT a los procesos es incrementar su disponibilidad favoreciendo a la continuidad de la operación/producción evitando paros no programados debido al monitoreo continuo de las máquinas y procesos, lo cual se ve traducido en un mejor desempeño financiero.

Finalmente, en el multicaso sobre las *competencias* que incluyen el conocimiento operativo aportado, la eficiencia operativa, el monitoreo de condición de activos y la toma de decisiones, todo esto como aporte para mejorar el conocimiento, las habilidades y/o destrezas de los trabajadores al interior de la organización. Se encontró que en todas las empresas en las que se aplicó la entrevista semiestructurada se evidencia que el conocimiento operativo paso de ser implícito a explícito, debido a que se cuenta con más información sobre los activos y procesos, logrando una mejor comprensión de estos. La toma de decisiones también fue otro aspecto que todas las empresas revelaron, se mejora significativamente al contar con datos más confiables y en tiempo real.

La empresa **Beta** menciona que “en algunas prácticas operativas y de mantenimiento se percibe una gran mejora al facilitar el acceso en el campo de información oportuna de los procesos operativos logrando tomar acciones preventivas y/o correctivas a tiempo y que esto tiene un menor impacto en la producción”. Tanto en **Gamma** como en **Épsilon** el conocimiento dejó de ser exclusivo de un área específica y paso a estar disponible la información a otras áreas interesadas, logrando unificarse y estandarizarse para entendimiento de todos.

En general se evidencia que hubo una mejoría en las competencias de las personas que estuvieron involucradas en la implementación de la tecnología IoT y los usuarios finales, debió al entrenamiento y el nuevo conocimiento de los sistemas o procesos que controlan o donde laboran. Lo que confirma que conocer la tecnología, adoptarla, participar en los procesos de capacitación y utilizarla en los procesos puede hacer que la empresa pase a un nivel más alto no solo de producción sino a un nivel estratégico, donde se toman las decisiones más acertadas.

A continuación, se muestra en la tabla 7 el resumen de los factores de desempeño financiero y desempeño no financiero como síntesis de información obtenida del factor desempeño organizacional.

Tabla 7 Síntesis de información obtenida del factor desempeño organizacional

DESEMPEÑO FINANCIERO (DFI)					
	ALFA	BETA	GAMMA	DELTA	ÉPSILON
Productividad	Optimización de costos operacionales.	Incremento de la disponibilidad de activos productivos, reducción de costos por prevención de fallas imprevistas	Incremento de la disponibilidad de activos productivos, reducción de costos por prevención de fallas imprevistas.	Optimización de costos operacionales por reducción de paros no programados del proceso, reducción del consumo de repuestos y ahorros energéticos	Reducción de costos operativos.
DESEMPEÑO NO FINANCIERO (DNF)					
	ALFA	BETA	GAMMA	DELTA	ÉPSILON
Valor Intangible	Previene reclamaciones por calidad e incumplimiento de la normativa legal. Favorece la marca mostrándola ecológica y a la vanguardia tecnológica. Impulsa las iniciativas de innovación y transformación digital. Favorece la Responsabilidad Social Empresarial por el ahorro energético, cuidado del ambiente y reducción del riesgo para las personas. Contribuye a la ventaja competitiva por la optimización de los procesos productivos.	Competitividad en la integración y manejo de <i>big data</i> . Estímulo para la automatización y transformación digital. Eficiencia de procesos.	Promueve la implementación de tecnologías 4.0. Reducción de costos y mejora en rentabilidad. Mejora de estándares a la comunidad por evitar exponerlos a riesgos. Aporte al ambiente por ahorros de materiales y energéticos.	Contar con información suficiente y confiable para la toma de decisiones. Optimización de rendimiento del proceso. Evita reprocesos por afectación de la calidad al prevenir fallas en los procesos.	Reducción de tiempos de respuesta de proveedores. Agiliza el proceso del sistema de talento humano. Ahorro en consumo de papel. Anticipación a fallas no esperadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por las organizaciones.

Con respecto al *desempeño financiero*, el factor productividad que tiene los aspectos de resultados económicos, el incremento de ventas y los ahorros operacionales. Para **Alfa** y **Épsilon** el beneficio percibido fue en la optimización de los costos operacionales al mejorar su proceso operativo con la solución tecnológica de IoT. Mientras, que, en **Beta**, **Gamma** y **Delta**, se observa una reducción de costos resultado del incremento de la disponibilidad de los activos productivos al

detectar fallas potenciales de en estos a través de la solución tecnológica y tomar acciones correctivas de forma temprana, evitando paros no programados de producción.

Otros aspectos observados asociados el desempeño organizacional son los ahorros en tiempo, control de pérdidas, consumo de materias primas y paros de producción. Se puede decir que, si bien la implementación de esta tecnología no supone grandes ingresos para las organizaciones, si reduce de manera sustancial los costos operacionales que finalmente son en los que se incurre por desarrollar la actividad económica de la empresa logrando percibir más ingresos.

En general se observa que la mayor contribución a la productividad es a través de la reducción de los costos operacionales debido al incremento de la disponibilidad de los activos y/o procesos productivos, lo cual afecta positiva y directamente a las utilidades o estados financieros de la organización. Por otro lado, también se puede identificar en las respuestas de los participantes que el IoT logra obtener un ahorro energético al hacer uso eficiente de los activos, situación que también contribuye a mejorar la productividad.

El *desempeño no financiero* que da cuenta del valor intangible influenciado por el uso del IoT en la organización en elementos como el grado de innovación, la generación de valor para el cliente, la competitividad, la sostenibilidad y la responsabilidad social empresarial (RSE). Se observa que **Alfa** se reporta que “previene reclamaciones por incumplimiento de la normativa legal”, favorece la marca mostrándola ecológica y a la vanguardia tecnológica, impulsa las iniciativas de innovación y transformación digital, favorece la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) a través del ahorro energético, cuidado del ambiente y reducción del riesgo para las personas, aspectos que contribuye a la ventaja competitiva. **Beta** reporta influencia sobre la competitividad a través de la integración y manejo de *big data*, el estímulo para la automatización y transformación digital y la eficiencia de procesos. En **Gamma**, se menciona el valor que genera al evitar reprocesos por afectación de la calidad al prevenir fallas en éstos, pues promueve la implementación de tecnologías 4.0 y se reducen costos mejorando la rentabilidad y de forma indirecta influye en los estándares de la comunidad por prevenir exponerlos a riesgos y aporta al ambiente por ahorros de materiales y energéticos. La empresa **Delta**, menciona como intangibles el contar con información suficiente y confiable para la toma de decisiones y la optimización de rendimiento del proceso. Y finalmente, en **Épsilon** se presenta reducción de tiempos de respuesta de proveedores, se agiliza el

proceso del sistema de talento humano, existe ahorro en consumo de papel y se anticipan las fallas no esperadas.

Los aspectos identificados de valor intangible generado directa e indirectamente con el uso del IoT en la organización son la reducción de reclamaciones o no conformidades al atender de forma temprana desviaciones sobre los activos o procesos, proyección de una imagen corporativa a la vanguardia de la tecnología, se permite conocer más el comportamiento de los procesos, soporta iniciativas de innovación y metodologías ágiles, contribución a la RSE al reducir el uso de papel, reducción de riesgos, reducción de desperdicios, integración y manejo de datos de sistemas complejos y/o críticos, optimización costos operacionales. Además, el valor intangible se da en temas de competitividad y responsabilidad social empresarial lo que se percibe en el cliente final como una organización que además de ofrecer productos y servicios de calidad, a precios razonables de acuerdo con las demandas del mercado y elaborados y prestados en consonancia con el cuidado del ambiente y la preservación del planeta son a la larga lo que asegura la sostenibilidad y el crecimiento del negocio.

En este aspecto depende de la aplicación y la necesidad particular que cubre el IoT en la organización. En general, el valor agregado de esta tecnología observado en este estudio multicaso se ilustra a en la Tabla 9.

Tabla 8 *Valor agregado percibido por el uso del IoT*

Clasificación del valor intangible	
Capital humano	Desarrollado de nuevas habilidades como la analítica de datos, especialmente a nivel operativo.
	Permite ampliar el conocimiento de los activos y procesos al tener más información del comportamiento operativos de estos.
Capital estructural – Procesos	Mitigación de riesgos al prevenir la exposición de personas a peligros y en la identificación temprana de fallas potenciales que afecten la continuidad del negocio.
	Optimización de costos operacionales por mejora en la eficiencia de procesos productivos.
	Contribuye al cuidado del medio ambiente al reducir el uso de papel eliminando la captura manual de datos y a también a la reducción de errores humanos.
	Integración y manejo de datos de sistemas complejos y/o crítico.

Capital estructural - Capacidad de innovación	Actualización y/o fortalecimiento de la infraestructura informática y de telecomunicaciones, esto para alojar la tecnología IoT y el nuevo volumen de datos.
	Soporta iniciativas de innovación y metodologías ágiles.
Capital estructural – Clientes	Reduce reclamaciones o no conformidades al atender de forma temprana desviaciones sobre los activos o procesos.
Capital relacional	Favorece la imagen corporativa, proyectando una organización a la vanguardia de la tecnología.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Hollander Sanhueza, 2005)

Por otro lado, otros nuevos factores asociados que surgen con la implementación y al uso de la tecnología del internet de las cosas (IoT) son:

- La resistencia al cambio es frecuente al inicio del proyecto IoT, por parte de las personas, especialmente en el nivel operativo, por la incertidumbre que genera la llegada de nueva tecnología y el miedo a las consecuencias que esto representa en las condiciones laborales y los cambios de la zona de confort.
- Surgen nuevos riesgos asociados a las telecomunicaciones y la instrumentación o sensórica por posibles averías o vandalismo de acuerdo con el contexto operacional de estos.
- Incremento del riesgo por vulnerabilidad a ataques cibernéticos y/o pérdida de información relevante para la organización, esto si no se realiza una adecuada selección y gestión de la infraestructura informática, de ahí la importancia del apoyo de expertos.

4 Discusión

Las respuestas aportadas por las empresas a las que se les aplicó la entrevista semiestructurada dan los parámetros para responder a las preguntas de estudio propuestas en el paso número 1 de diseño de caso, en este sentido, luego de la revisión se puede indicar que los factores más influyentes que intervienen dentro del IoT y el desempeño tanto financiero como no financiero (Sveiby, 1997) en las organizaciones son de manera general la mejora en cómo se toman, procesan y almacenan los datos que salen del desarrollo de las actividades propias del negocio, esto para que las decisiones que se tomen sean más ágiles y efectivas para el crecimiento y el desarrollo mismo de la organización; de igual manera la toma de decisiones en sí es un factor que se ve impactada de manera positiva por el uso de esta tecnología, mejorando definitivamente el desempeño operativo en todos los casos.

Otro aspecto para rescatar tras la aplicación del multicaso, es el conocimiento y las competencias que se desarrollan en el personal al usar y estar en contacto con este tipo de tecnologías, debido al entrenamiento y la transferencia de conocimiento recibido, así como la experiencia de uso que enriquece las habilidades y fortalece las competencias de las personas a todo nivel organizacional dependiendo de la envergadura del proyecto, motivando la implementación de otras tecnologías y herramientas que complementen el análisis de datos para conseguir un mejor diagnóstico de las situaciones y procesos dentro de la organización.

De igual manera el aporte del IoT a la reducción en los costos operativos de la empresa es otro factor que interviene directamente en el desempeño, debido a la mejora en la toma de decisiones, con un panorama operativo más ajustado a la realidad de la empresa lo que ayuda a mitigar riesgos y a realizar financieramente lo que sea mejor para su funcionamiento y crecimiento tal como lo indica en buena medida (Libelium, 2019).

La relación de los factores y la manera en cómo intervienen en los recursos y las capacidades de las organizaciones se puede decir que es directa de acuerdo a lo que se evidenció en las respuestas, porque si bien la implementación de la tecnología es todo un desafío, el desempeño se ve beneficiado en una gran medida por todos los aspectos que tiene en cuenta y que impacta de manera positiva, esto se relaciona directamente con los recursos y capacidades porque como se expuso anteriormente, se conocen como capacidades y competencias de la gente los

aspectos que crean valor de acuerdo a las interacciones que tienen con las capacidades organizacionales (Pulido, 2010), estos recursos cumplen unas características generales y similares entre ellos como: son difíciles de imitar por la competencia, son valiosos, raros y difíciles de sustituir (Barney, 1991), así mismo son considerados tanto tangibles como intangibles y se requiere que exista entre ellos coordinación y cooperación para hacerlos productivos (Grant, 1991), de acuerdo a esto al ser una tecnología externa, cada empresa la aplica según su contexto operacional particular y la adapta con el fin de cubrir la necesidad específica generando el valor esperado, el cual se puede considerar, valiosos, raros y difíciles de sustituir, lo que supone una ventaja competitiva que es sostenible en estas empresas y que da cuenta del estado de las capacidades de innovación de las mismas.

Para definir que estrategias deben ser implementadas por estas empresas para desarrollar diferentes capacidades de innovación que le permitan mejorar el desempeño, es clave que la organización este constantemente investigando sobre nuevos desarrollos tecnológicos que puedan cubrir sus necesidades previamente identificadas o transformar sus procesos a otro nivel más competitivo. Debido a que son tecnologías muy versátiles, se considera que tienen un campo amplio de actuación para todos los procesos de la compañía, para todo esto al final debe existir retroalimentación constante para ir evolucionando y mejorando sosteniblemente.

Finalmente, dentro de los principales aspectos y lecciones aprendidas de las empresas en el proceso de planeación, implementación y desarrollo de la tecnología de internet de las cosas y que darán cuenta de mejoras en el desempeño de las organizaciones se pueden reseñar los siguientes:

- La implementación de internet de las cosas da respuesta a proyectos estratégicos organizacionales.
- Se presentan desafíos de comunicación de acuerdo con el contexto operacional, pero se solucionan con la integración de otras tecnologías existentes para dar respuesta a estas necesidades particulares propias de cada empresa.
- Es fundamental el apoyo de expertos y la realización de una prueba piloto para confirmar la funcionalidad de la solución e impulsar el proyecto, logrando culminar con éxito.
- El conocimiento del IoT es básico o nulo para las personas que se inician en esta tecnología, produciendo una resistencia natural que se maneja con capacitaciones y transferencia de conocimiento.

- Se evidencia como un beneficio directo, el control y monitoreo de activos físicos críticos en tiempo real reduciendo la incertidumbre sobre la condición física de estos.
- La disminución de costos operativos hace que la empresa pueda invertir en esta tecnología y recibir un retorno de la inversión rápidamente, en especial si la solución está orientada a incrementar la disponibilidad operativa de los activos.
- La capacitación constante, el dedicar tiempo y recursos a una adecuada implementación de esta tecnología, genera el desarrollo de nuevas habilidades del personal en analítica de datos.
- La contribución a la RSE se da indirectamente al presentar reducción en el uso de papel, reducción de riesgos, reducción de desperdicios.

5 Conclusiones

Este estudio multicaso logra identificar que el proceso de toma de decisiones se ve altamente beneficiado con la implementación del Internet de las Cosas (IoT) en la organización, impactando directamente el desempeño de esta y por consecuencia sus resultados. Debido a que se cuenta con una fuente de datos más directa y confiable, con información en tiempo real del proceso productivo, siendo este uno de los mayores aportes de esta tecnología, que posteriormente al combinarse con otras tecnologías 4.0 como la inteligencia artificial podría el mismo sistema de control llegar a tomar decisiones y acciones de forma autónoma sobre los procesos.

Asimismo, se ven favorecidos los tiempos de respuesta y el uso eficiente de los activos físicos con el monitoreo de la condición, donde las maquinas hablan a través de los sensores convirtiéndose en un actor más que transmite información para la operatividad de los procesos al interior de la organización. Esta aplicación del IoT para el monitoreo y control de los activos físicos ha sido el enfoque principal que las organizaciones participantes le han encontrado a su uso y donde le están sacando el provecho a esta tecnología, buscado la máxima disponibilidad de los procesos favoreciendo la continuidad de la operación evitando paros no programados, lo cual se ve traducido en un mejor desempeño financiero.

Un factor determinante a la hora de implementar soluciones tecnológicas usando el IoT son las pruebas piloto, donde se pone a prueba la instrumentación, comunicación e infraestructura informática dentro del contexto operacional particular para evaluar su respuesta y funcionalidad. Todo esto con el respectivo acompañamiento de expertos por parte del proveedor tecnológico para la puesta en marcha y culminación satisfactoria del proyecto.

Dentro de los valores intangibles que se ven favorecidos por la implementación del IoT, se encuentra la transferencia y creación de nuevo conocimiento, a través de capacitaciones por parte del proveedor tecnológico y al interactuar directamente con la tecnología que permite obtener más información de las maquinas, sistemas, procesos y cosas. Beneficiando la habilidad y competencia de las personas tanto los usuarios como los mismos proveedores de la tecnología.

Dentro de los principales desafíos se encuentra la resistencia y restricción al acceso informático de la organización y probablemente debido al gran valor intangible que representa la información. Para manejar esta barrera, se está haciendo uso de infraestructuras informáticas

independientes y dedicadas para mitigar el riesgo de pérdida, fuga o robo de información importante para las organizaciones. La ciberseguridad en los últimos años ha cobrado una relevancia, a medida que surgen los desarrollos tecnológicos e informáticos con el fin de proteger los datos y diseñar infraestructuras que puedan adoptar las nuevas tecnologías sin que represente algún riesgo para los intereses de la organización.

Otro gran desafío, ya de orden cultural, es la resistencia al cambio por parte de algunos de los trabajadores donde por miedo y desconocimiento ejercen una resistencia natural a la implementación de este tipo de tecnologías 4.0, como respuesta a la amenaza potencial de sus intereses laborales y personales por posible sustitución de la mano de obra, que hasta cierto punto es cierto debido a que en algunas aplicaciones pretenden evitar desplazamientos y toma de datos manuales, pero lo cierto es que las empresas liberan horas-hombre que puedes utilizar en otras actividades que agreguen mayor valor.

La implementación del IoT en las organizaciones genera nuevos riesgos asociados a las telecomunicaciones y la instrumentación que es utilizada para soportar esta tecnología, por posibles fallas, daños o vandalismo de estos componentes que son vulnerables a factores externos y deterioro gradual acuerdo con el contexto operacional propio de cada organización.

Otro aspecto relevante que se ve favorecido, es la imagen corporativa, esto dependiendo del tipo de solución y proceso donde se aplicó la tecnología IoT en la organización. Donde puede proyectar a la organización como una marca innovadora y a la vanguardia tecnológica lo que contribuye a su recordación y reconocimiento en el mercado.

6 Recomendaciones

El trabajo futuro y las recomendaciones para investigaciones que vengan en camino y soluciones que ayuden a resolver problemáticas relacionadas con el IoT, se dan desde el punto de vista de la relación entre éste y el desempeño, donde es posible incluir en todas las áreas de la organización, como algunos de orden cultural, orientados al trabajo en red y sistemático, con el fin de dar mejor respuesta a los procesos y actividades que se desarrollan en el día a día, de manera y que esta solución además de ser integral (técnica y de gestión), permita anticiparse a sucesos futuros que puedan afectar de manera negativa el desempeño organizacional.

El uso de la nube y los sistemas *cloud* aporta una buena oportunidad para hacer planeación y seguimiento a los procesos en las organizaciones que implementen no solo el IoT sino cualquier tecnología de la industria 4.0, la cual se encuentra en constante evolución y cambio por lo que es básico estar a la vanguardia de los desafíos que se presentan en materia de procesos y sistematización de procedimientos, por tanto es necesario que la industria regional y la academia hagan seguimiento al respecto.

La estrategia de IoT en la empresa debe estar en constante actualización, evolución y seguimiento con el fin de dar respuesta a las necesidades particulares de cada organización, el desempeño se ve impactado por aspectos que se pueden controlar con una planeación estratégica adecuada que asegure una ventaja competitiva en el corto y largo plazo para las organizaciones. Por tanto, seguir afinando esta exploración hasta lograr hacer de ella un instrumento estandarizado que permita hacer seguimiento a la industria es un desafío para tener información de carácter descriptiva.

Se recomienda la documentación y seguimiento constantes para que la implementación de la tecnología no se quede en el enunciado, sino que se trabaje de manera correcta y consciente, para que la inversión realizada se vea reflejada en crecimiento para la empresa y su seguimiento sea relevante para la toma de decisiones.

7 Limitaciones del estudio y trabajo futuro

Dentro de las principales limitaciones de este estudio se encuentran la poca existencia de empresas que operan productivamente la tecnología de internet de las cosas (IoT) en Colombia, la baja disponibilidad de estas para brindar información debido a la sensibilidad de los datos que manejan con esta tecnología y el surgimiento de pandemia del COVID-19 que dificultó la comunicación y la disposición para atender personal externo a la organización. Todo esto sumó barreras a vencer para establecer la población objetivo y más aún para poder encontrar e identificar las empresas que realmente cumplieran con los requisitos mínimos para el estudio.

Después de este estudio exploratorio se podría abordar este análisis desde un enfoque descriptivo para determinar un modelo cuantitativo que defina la relación de los factores que intervienen en este proceso de implementación y uso de la tecnología de internet de las cosas (IoT) en las organizaciones.

Por otro lado, los resultados de este estudio y sus hallazgos pueden servir como referencia o guía para los gerentes y empresarios que interesados en implementar nuevas tecnologías que incluyan el internet de las cosas (IoT), y desean conocer los desafíos que se pueden encontrar en estos proyectos y como capitalizar los beneficios de esta tecnología en sus organizaciones.

Referencias

- Aguilar-Rodríguez, I. E., Bernal-Torres, C. A., Aldana-Bernal, J. C., Acosta-Aguinaga, A. G., Artieda-Cajilema, C. H., & Chalá, P. (2021). Relationship between social culture, industry 4.0, and organizational performance in the context of emerging economies. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(4), 750–770. <https://doi.org/10.3926/jiem.3560>
- Álvarez Echeverría, F. (2015). *Implementación de Nuevas Tecnologías* (UFG Editores (ed.)).
- Aronson, J. K. (2008). Defining innovation and innovativeness in drug therapy. *Journal of Ambulatory Care Management*, 31(1), 65–68. doi: 10.1097/01.JAC.0000304100.38120.b2
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI. (2019). *Informe de Transformación Digital 2019*. <https://www.andi.com.co>
- Auh, S., & Menguc, B. (2005). Balancing exploration and exploitation: The moderating role of competitive intensity. *Journal of Business Research*, 58(12), 1652–1661. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2004.11.007>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Beecham Research. (2020). *Por qué fracasan los proyectos de IoT y cómo vencer las malas probabilidades*. <https://www.beechamresearch.com/>
- Bharadwaj, A., Sawy, O. A. El, Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: to-wards a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471–782. <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v76.i10.20>
- Birnbaum, R., Christensen, C. M., & Raynor, M. E. (2005). The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. *Academe*, 91(1), 80. <https://doi.org/10.2307/40252749>
- Bontis, N., M. Crossan, M., & Hulland, J. (2002). Managing an organizational learning system by aligning stocks and flows. *Journal of Management Studies*, 39(4), 437–469.
- Bouza Suárez, A. (2000). Reflexiones acerca del uso de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad en el sector salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 26(1), 50–56. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662000000100007
- Bueno Campos, E., Salmador Sánchez, M. P., & Morcillo Ortega, P. (2006). *Dirección estratégica*

nuevas perspectivas teóricas (Pirámide (ed.)).

- Camisón, C., & Villar-López, A. (2014). Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. *Journal of Business Research*, 67(1), 2891–2902. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.06.004>
- Carayannis, E., & Grigoroudis, E. (2014). Linking innovation, productivity, and competitiveness: Implications for policy and practice. *The Journal of Technology Transfer*, 39(1), 199–218. doi:10.1007/s10961-012-9295-2
- Cheng, C. C. J., & Shiu, E. (2015). The inconvenient truth of the relationship between open innovation activities and innovation performance. *Management Decision*, 53(3), 625–647. <https://doi.org/10.1108/MD-03-2014-0163>
- Cheng Guan, J., Kam, C., C.M.Yamb, R., Chin, K. S., & Pun, K. F. (2006). Technology transfer and innovation performance: Evidence from Chinese firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 666–678. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.05.009>
- Chesbrough, H. (2017). The Future of Open Innovation. *Research-Technology Management*, 60(1), 35–38. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1255054>
- Dąbrowska, J., Almpantopoulou, A., Brem, A., Chesbrough, H., Cucino, V., Di Minin, A., Giones, F., Hakala, H., Marullo, C., Mention, A. L., Mortara, L., Nørskov, S., Nylund, P. A., Oddo, C. M., Radziwon, A., & Ritala, P. (2022). Digital transformation, for better or worse: a critical multi-level research agenda. *R and D Management*, 1–25. <https://doi.org/10.1111/radm.12531>
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204(December 2017), 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Dame, N., & Engineering, I. (2021). Capacidade tecnológica, capacidade transaccional e fronteiras da firma. *Suma de Negocios*, 1–17. <https://mc04.manuscriptcentral.com/sumneg>
- Della Peruta, M. del R., Giudice, M., Lombardi, R., & Soto-Acosta, P. (2016). Open Innovation, Product Development, and Inter-Company Relationships Within Regional Knowledge Clusters. *Journal of the Knowledge Economy*, 9(2), 680–693. doi: 10.1007/s13132-016-0356-
- Demeter, K., Losonci, D., Marciniak, R., Nagy, J., Móricz, P., Matyusz, Z., Baksa, M., Freund, A., Jámor, Z., Pistru, B., & Diófási-Kovács, O. (2020). Industry 4.0 through the lenses of technology, strategy, and organization A compilation of case study evidence.

-
- Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 51(11), 14–25.
<https://doi.org/10.14267/veztud.2020.11.02>
- Duke-Wooley, R. (2020). Why IoT Projects Fail. In *Beecham Research*.
<https://www.whyyiotprojectsfail.com/>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532. <https://doi.org/10.2307/258557>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez De Contenido Y Juicio De Expertos: Una Aproximación a Su Utilización. *Avances En Medición*, 6(1), 27–36.
- Fernández Ríos, M., & Sánchez, J. C. (1997). *Eficacia Organizacional*. 315.
https://books.google.com.pe/books?id=d3z_i6znsFUC&lpg=PP1&hl=es&pg=PR6#v=onepage&q&f=false
- Ferraris, A., Santoro, G., & Bresciani, S. (2017). Open innovation in multinational companies' subsidiaries: the role of internal and external knowledge. *European Journal of International Management*, 11(4), 452–468. doi: 10.1504/EJIM.2017.10006514
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Goldman, S. L., Nagel, R. N., & Preiss, K. (1995). The Moderating Role of Market, Firm and Supply Chain Factors on the Relationship between Information Technology Practices and Supply Chain Agility. *American Journal of Industrial and Business Management*, 4(5), 258–266. 10.4236/ajibm.2014.45033
- Gopalakrishnan, S. (2000). *Unraveling the links between dimensions of innovation and organizational performance*. 8310(March 2000). [https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(00\)00024-9](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(00)00024-9)
- Grant, R. M. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. In *California Management Review* (Vol. 33, Issue 3, pp. 114–135).
<https://doi.org/10.2307/41166664>
- Hollander Sanhueza, R. (2005). Los Activos Intangibles: presentación de algunos modelos desarrollados. *Revista Horizontes Empresariales*, 4(1), 47–60.
<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/HHEE/issue/view/211>

- Hung, K.-P., & Chiang, Y.-H. (2010). Exploring open search strategies and perceived innovation performance from the perspective of inter-organizational knowledge flows. *R&D Management*, 40(3), 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00588>
- Hung, K.-P., & Chou, C. (2013). The Impact of Open Innovation on Firm Performance: The Moderating Effects of Internal R&D and Environmental Turbulence. *Technovation*, 33(10–11), 368–380. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.06.006>
- Kagerman, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. *Federal Ministry of Education and Research*, 4–7.
- Kebande, V. R. (2022). Industrial internet of things (IIoT) forensics: The forgotten concept in the race towards industry 4.0. *Forensic Science International: Reports*, 5(April 2021), 100257. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2022.100257>
- Krawczyński, M., Czyzewski, P., & Bocian, K. (2016). Reindustrialization: A challenge to the economy in the first quarter of the twenty-first century. *Foundations of Management*, 8(1), 107–122. <https://doi.org/10.1515/fman-2016-0009>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business and Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lee, J., & Miller, D. (1996). Strategy, Environment and Performance in Two Technological Contexts: Contingency Theory in Korea. *Organization Studies*, 17(5), 729–750. doi.org/10.1177/017084069601700502
- Li, H., & Atuahene-Gima, K. (2017). Product innovation strategy and the performance of new technology ventures in China. *The Academy of Management Journal*, 44(6). <https://doi.org/10.5465/3069392>
- Libelium. (2019). *Libelium*. Decálogo Para Desarrollar Proyectos IoT Exitosos.
- Lichtenthaler, U. (2009). A Capability-Based Framework for Open Innovation: Complementing Absorptive Capacity. *Journal of Management Studies*, 46(8), 1315–1338.
- Lueth, K. L. (2020). *State of the IoT 2020: 12 billion IoT connections, surpassing non-IoT for the first time*. IoT Analytics. <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connections-surpassing-non-iot-for-the-first-time/>
- Luthra, S., & Mangla, S. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain

- sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.04.018>
- Marín-Idárraga, D. A., & Cuartas-Marín, J. C. (2019). Relación Entre La Innovación Y El Desempeño: Impacto De La Intensidad Competitiva Y El Slack Organizacional. *Revista de Administração de Empresas*, 59(2), 95–107. <https://doi.org/10.1590/s0034-759020190203>
- Marín-Idárraga, D. A., & Cuartas, J. (2016). La Co-Alineación estratégica en las Pymes. In *Universidad Autónoma de Colombia*.
- Martínez, P. C. (2006). El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y Gestión: Revista de La División de Ciencias Administrativas de La Universidad Del Norte*, 1(20), 165–193. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1217568>
- McKnight, M. (2017). IOT, Industry 4.0, Industrial IOT... Why connected devices are the future of design. *KnE Engineering*, 2(2), 197. <https://doi.org/10.18502/keg.v2i2.615>
- Mejía Cruz, J. (2018). *Logicbius. Historia de Industria 4.0*. Historia de La Industria 4.0.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations and Production Management*, 15(4), 80–116. <https://doi.org/10.1108/01443579510083622>
- OECD. (2005). Oslo Manual 2005: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Paris, OECD Publishing. *The Measurement of Scientific; Technological and Innovation Activities*.
- OECD. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. In *The Measurement of Scientific; Technological and Innovation Activities* (4th ed.). OECD.
- Polites, G. L., Roberts, N., & Thatcher, J. (2012). Conceptualizing models using multidimensional constructs: A review and guidelines for their use. *European Journal of Information Systems*, 21(1), 22–48. <https://doi.org/10.1057/ejis.2011.10>
- Polo, F., & Magalhães, V. (2016). *I Estudio de transformación digital en Colombia*.
- Popa, S., Soto- Acosta, P., & Martínez Conesa, I. (2017). *Antecedents, moderators, and outcomes of innovation climate and open innovation: An empirical study in SMEs*. doi:10.1016/j.techfore.2017.02.014
- Pulido, B. (2010). Teoría de los recursos y capacidades el foco estratégico centrado en el interior

- de la organización. *Sotavento MBA*, 15, 54–60.
- RAE, R. A. de la L. E. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*.
- Rayas, A., & Salam, S. (2016). Internet of things-from hype to reality: The road to digitization. In *Internet of Things From Hype to Reality: The Road to Digitization*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44860-2>
- Rillo, M. (2010). *Strategic Organizational Diagnosis and Design*.
- Robayo Acuña, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7(16), 125–140. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>
- Rosenbusch, N., Brinckmann, J., & Bausch, A. (2011). Is innovation always beneficial? A meta-analysis of the relationship between innovation and performance in SMEs. *Journal of Business Venturing*, 26(4), 441–457. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2009.12.002>
- Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177–191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Engel, P., Harnisch, M., & Justus, J. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
- Singh, R. K., Kumar, P., & Chand, M. (2019). Evaluation of supply chain coordination index in context to Industry 4.0 environment. *Benchmarking: An International Journal*, 28(5), 1622–1637. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2018-0204>
- Spithoven, A., Vanhaverbeke, W., & Roijackers, N. (2013). Open innovation practices in SMEs and large enterprises. *Small Business Economics*, 41(3), 537–562. <https://www.jstor.org/stable/43552884>
- Stake, R. E. (1994). *Cases studies: handbook of qualitative research* (N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (eds.)). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Stock, R. M., & Zacharias, N. A. (2011). Patterns and performance outcomes of innovation orientation. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(6), 870–888. <https://doi.org/10.1007/s11747-010-0225-2>
- Sveiby, K.-E. (1997). *The new organizational wealth, Managing and measuring knowledge - based*

- assets* (First). Berret-Koehler Publishers Inc.
- Tidd, J. (2002). Innovation management in context: environment, organization and performance. *British Academy of Management*, 3(3), 169–184. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1468-23...>
- Van Andrew, H. (1986). Central Problems in the Management of Innovation. *Management Science*, 32(5), 590–607. <https://www.jstor.org/stable/2631848>
- Waagø, S. J., & Chamanski, A. (2013). Organizational Performance of Technology-Based Firms – the Role of Technology and Business Strategies. *Enterprise and Innovation Management Studies*, 2(3), 205–2223. <https://doi.org/10.1080/14632440110105062>
- Walker, R. M., Damanpour, F., & Devece, C. A. (2011). Management innovation and organizational performance: The mediating effect of performance management. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 21(2), 367–386. <https://doi.org/10.1093/jopart/muq043>
- Yamakawa, P., & Ostos, J. (2012). Relación entre innovación organizacional y desempeño organizacional. *Revista Universidad y Empresa*, 13(21), 93–115. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/issue/view/191>
- Yaqoob, I., Ahmed, E., Hashem, I. A. T., Ahmed, A. I. A., Gani, A., Imran, M., & Guizani, M. (2017). Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges. *IEEE Wireless Communications*, 24(3), 10–16. <https://doi.org/10.1109/MWC.2017.1600421>
- Yin, R. (1994). *Investigación sobre Estudios de Casos. Diseño y Métodos* (Vol. 5). SAGE.
- Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research. *Information Systems Research*, 21(4), 724–735. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0322>

Anexos

Anexo 1 Validez y Fiabilidad del Estudio Multicaso

La calidad y objetividad del estudio multicaso que se propone, tiene en cuenta los criterios de validez, según el grado en que un instrumento mida lo que realmente se busca medir, y la fiabilidad es la consistencia interna de la medida de esos resultados, según lo define Yin, (1994). Para lo cual es necesario hacer explícitas las pruebas que propone Martínez, (2006) y, mediante estrategias como las revisiones parciales de la información por parte de un informante clave, y/o contar con evidencias que provengan a partir de diferentes fuentes, según lo define (Eisenhardt, 1989). En la Tabla 9. Validez y fiabilidad del estudio de caso, se recogen los tipos de validez que sugiere probar el método, y aplicados en este trabajo de investigación.

Tabla 9 Validez y fiabilidad del estudio multicaso

Prueba	Estrategia	Fase
<p>Validez de la construcción</p> <p>Establecimiento de las variables de acuerdo a las definiciones y las medidas operacionales correctas para los conceptos que van a ser estudiados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usar múltiples fuentes de evidencia de definiciones y términos a tener en cuenta. ▪ Establecer relaciones entre conceptos para depurar y llegar a las variables finales a ser estudiadas. ▪ Establecer cadena de evidencia mediante la retroalimentación del multicaso y las preguntas propuestas en las entrevistas, que además pasaron por un juicio de expertos. 	<p>Revisión de la literatura y apoyo metodológico para la construcción del instrumento</p>
<p>Validez interna</p> <p>Se establece una relación causal por la que se muestran ciertas condiciones que guían a otras condiciones para distinguir relaciones ilegítimas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer e identificar patrones de comportamiento común ▪ Estandarización en la aplicación de las entrevistas, sólo un entrevistador y un redactor. ▪ Concertación de las citas virtuales con los encargados de los procesos. ▪ Implementar formularios en línea para que sea más fácil aplicar la entrevista semiestructurada 	<p>Protocolo para la aplicación del instrumento</p> <p>Análisis de la información</p>
<p>Validez externa</p> <p>Establece el dominio en el cual los resultados del estudio pueden ser generalizados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de información del contexto local, como el estudio de la ANDI. ▪ Consulta de varios expertos para la construcción del instrumento 	<p>Revisión de la literatura</p> <p>Diseño de la intervención.</p>

Prueba	Estrategia	Fase
<p>Fiabilidad</p> <p>Demuestra cómo los funcionamientos de un estudio tales como los procedimientos de colección de datos pueden repetirse en otros estudios y obtener los mismos resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación rigurosa del instrumento de entrevista y además de constatar la veracidad sobre la existencia y el que hacer de las organizaciones participantes. ▪ Elaboración de informes y reportes, de acuerdo con los protocolos de estudio multicaso, según la información escrutada en el proceso y socializada con los participantes 	<p>Análisis de la información</p>

Fuentes: (Eisenhardt, 1989; Martínez, 2006; Yin, 1994)

La descripción de los elementos anteriores, dan fe que el proceso de validación del multicaso, contó con la validez requerida para aplicar el instrumento y tuvo la revisión interna y externa necesaria para lograr una descripción justificada. Durante el proceso, las unidades de análisis fueron las empresas a través de los entrevistados; por lo cual el multicaso proporcionó aprendizaje sobre el fenómeno en cuestión, apoyado en la rigurosa aplicación los instrumentos y la revisión bibliográfica.

Anexo 2 Instrumento para Juicio de Expertos

Dimensión		Pregunta	
Formulación estratégica	Alineación con el negocio	1	¿El proyecto de Internet de las cosas (Internet de las cosas) hace parte de los objetivos estratégicos de la empresa?
		2	¿Este proyecto de “Internet de las cosas” obedeció a una estrategia de transformación digital de la compañía? ¿Fue orientado a la optimización de procesos o a mejorar la propuesta de valor del cliente con contenido digital?
		3	Teniendo la competitividad como eje estratégico. ¿El proyecto “Internet de las cosas” está orientado a generar factores diferenciales o incrementar la competitividad en la compañía?
		4	¿Qué necesidad o problemática se esperaba solucionar con el proyecto de Internet de las cosas?
		5	¿Cómo evaluaron la viabilidad del proyecto “Internet de las cosas”? ¿Por qué implementar esta tecnología y no otra?
		6	¿Qué criterios se tomaron en cuenta para seleccionar esta tecnología del Internet de las cosas?
		7	¿El proyecto de internet de las cosas se constituyó o podría constituirse en un modelo de negocio que apoya las estrategias existentes?
	Perspectiva de futuro	8	¿Cuál era el beneficio esperado de este proyecto de Internet de las cosas? ¿Se logró dicho objetivo? ¿Qué tipo de beneficios futuros se esperaban con la implementación del proyecto de Internet de las cosas?
		9	¿Se espera que el Internet de las cosas se integre con otras tecnologías en un futuro para continuar fortaleciendo la capacidad empresarial o transformación digital?
		10	¿Espera en un futuro ampliar el uso del Internet de las cosas al interior de la compañía?
	Inversión	11	¿Cuál fue el monto de inversión del proyecto de Internet de las cosas? (En porcentaje del presupuesto de inversión asignado a Innovación y tecnología)
		12	¿Se utilizó algún tipo de financiación para la ejecución del proyecto de Internet de las cosas? ¿Cuál?
		13	¿Cuál fue el costo anual estimado de operación y mantenimiento de la aplicación Internet de las cosas? (En porcentaje del presupuesto asignado a Innovación y tecnología)

Uso efectivo de la información	14	¿Se utilizaron los servicios de empresas asesoras de tecnología o startups para llevar a cabo el proyecto Internet de las cosas? ¿Cómo seleccionaron la empresa asesora?	
	15	¿El proyecto de Internet de las cosas cumplió con el presupuesto, alcance y tiempo planeados?	
	16	¿Cuál ha sido el aporte de la información suministrada por el Internet de las cosas para la identificación de patrones, comportamientos o necesidades de los clientes, proveedores o procesos?	
	17	¿Esta tecnología del Internet de las cosas mejoró la comunicación entre las áreas de la empresa? ¿De qué manera?	
	18	¿Los datos capturados y gestionados por la tecnología Internet de las cosas son suficientes, útiles y agregan el valor esperado?	
Técnica	Infraestructura tecnológica	19	¿La implementación del Internet de las cosas obligó a la compañía a actualizar de manera total o parcial su infraestructura informática y de comunicación? ¿En qué porcentaje?
		20	¿Cómo gestionaron el incremento de datos aportados por la implementación del Internet de las cosas? ¿Se utilizó un servicio iCloud, servidor local o una combinación? ¿La infraestructura es propia o es de un tercero?
	Flexibilidad y escalabilidad	21	¿Fue necesario utilizar otras tecnologías para poder integrar el Internet de las cosas con la tecnología existente en la compañía?
		22	¿Se presentaron obstáculos al integrar el Internet de las cosas con las tecnologías presentes en la organización? ¿Están usando otras tecnologías 4?0?
		23	¿Qué medidas tomaron para mitigar el fenómeno de obsolescencia temprana?
	Nivel de ciberseguridad	24	¿Fue necesario reforzar la seguridad informática de la compañía con la implementación del Internet de las cosas? ¿De qué manera?
		25	¿Cómo se mitiga el riesgo de pérdida de información o hackeo? ¿Están cubiertos por alguna aseguradora o normativa frente algún evento de este tipo?
26		¿Acudieron a la figura de un tercero para este aspecto de ciberseguridad? ¿Qué sub-categorías de la ciberseguridad se tuvieron en cuenta?	
27		¿Fue necesario solicitar consentimiento del uso de la información producto del Internet de las cosas al cliente o usuario final?	
Metodología	Implementación	28	¿Qué cambios organizacionales tuvieron que hacer para la implementación del internet de las cosas? ¿Cómo fue este proceso? (Estructurales, ubicación, culturales, asociaciones)
		29	¿Cuáles fueron los principales desafíos que presentó el proyecto de implementación del Internet de las cosas? ¿Cómo los solucionaron?
		30	Si hubo un contrato con un tercero ¿Qué tipo de contrato se utilizó para el desarrollo del proyecto Internet de las cosas? (llave en mano, precio unitario, mixto)
	Uso de pruebas piloto	31	¿Se realizaron pruebas piloto antes de la implementación del Internet de las cosas? ¿Qué pruebas piloto realizó para tomar la decisión de invertir?
		32	¿Se realizaron pruebas piloto? SI/NO, ¿En qué áreas se hizo el piloto? ¿Qué correctivos encontraron, qué cambios hicieron, qué resultados les arrojó el piloto?
		33	¿Cuándo se hicieron los pilotos tuvieron la meta de alcanzar el producto mínimamente viable?
	Apoyo de expertos	34	¿La asesoría para el diseño y materialización del proyecto Internet de las cosas fue prestada por una universidad, un proveedor de tecnología, un startup o fue desarrollo propio?
		35	¿En qué consistió el apoyo de expertos al proyecto Internet de las cosas? ¿Fue fundamental este apoyo para culminar con éxito el proyecto? ¿Por qué? ¿Cómo ha sido en servicio posventa por parte del experto?
		36	¿Cómo llegaron a esa empresa asesora o proveedora de tecnología? ¿Fueron una o varias empresas participantes?
		37	¿Fue suficiente este apoyo? SI/NO ¿Debieron contratar otro tipo de apoyo durante la implementación del Internet de las cosas?
		38	¿El proyecto Internet de las cosas se desarrolló de forma personalizada o se implementó algún sistema comercial?
39		¿Se generó alguna alianza con otra institución para la construcción del proyecto Internet de las cosas?	
Capacitación	40	¿Qué conocimiento previo tenían de esta tecnología? ¿Se capacitaron para entenderlo antes de tomar la decisión de aprobar el proyecto?	
	41	¿Cómo fue el proceso de capacitación de los usuarios/clientes internos y externos para la operación, interpretación y manejo del Internet de las cosas?	

Aceptación tecnológica	42	¿En qué aspectos y en qué tipo de conocimientos recibieron capacitación? ¿Qué cargos recibieron la capacitación en Internet de las cosas?		
	43	¿Encontraron quien los capacitara en el ámbito nacional o tuvieron que buscar capacitación en el extranjero?		
	44	¿El capacitador fue el mismo proveedor?		
	45	¿Qué tipo de barreras y oportunidades se presentaron cuando se implementó la tecnología Internet de las cosas? ¿Cómo gestionaron cada una de estas?		
	46	¿Esta herramienta tecnológica ha permitido mejorar el clima o comunicación organizacional? ¿De qué manera?		
	47	¿El Internet de las cosas ha facilitado la manera de gestionar una actividad, proceso o área dentro de la organización? ¿De qué manera?		
	48	¿El Internet de las cosas ha mejorado la gestión de procesos y actividades con los clientes externos? ¿Existen evidencias de estas mejoras? ¿Qué indicadores les han dado cuenta de esto?		
	Mejora de procesos	49	¿El uso del Internet de las cosas ha permitido un diagnóstico más acertado de los problemas presentados de los procesos de la organización? ¿Cómo ha sido este proceso?	
		50	¿El Internet de las cosas ha disminuido las no conformidades ocasionadas por el error humano en el proceso operativo? ¿De qué forma lo ha hecho?	
51		¿Esta tecnología ha contribuido a maximizar el uso del talento de los empleados? ¿Cómo lo hizo?		
Confiabilidad de los datos		52	¿Cómo ha influido en la confiabilidad de los datos la implementación del Internet de las cosas? ¿Cómo determinan la confiabilidad de los datos obtenidos?	
		53	¿Se ha tenido inconvenientes con la recolección o el procesamiento de los datos?	
		54	¿Se requiere apoyo técnico o especializado para la interpretación de los datos arrojados por el Internet de las cosas?	
Tiempos de respuesta		55	¿Cuál es el nivel de criticidad de los datos que maneja el Internet de las cosas? ¿Por qué?	
		56	¿Qué operaciones en específico han mejorado el tiempo de entrega/respuesta? ¿Qué ahorros o mejoras ha significado esta reducción de los tiempos?	
		57	¿Cómo miden los tiempos de entrega o respuesta de los procesos o servicios?	
Mitigación de riesgos operativos		58	¿La mejora del tiempo de respuesta contribuyó al incremento de la productividad del proceso? ¿De qué manera?	
		59	¿Cuál tipo de riesgo se ha logrado reducir o mitigar con esta tecnología? ¿De qué manera contribuye a reducir estos riesgos seleccionados?	
		60	¿Con el Internet de las cosas han logrado predecir o identificar comportamientos de los clientes/usuarios que pueden impactar negativamente a la empresa? ¿De qué manera?	
Competencias		Conocimiento operativo	61	¿El Internet de las cosas ha generado nuevos riesgos que gestionar dentro de la organización? ¿Cuáles? ¿Se justifica por el beneficio recibido?
			62	¿La información entregada por el Internet de las cosas mejoró el conocimiento operativo del proceso u organización?
			63	¿El Internet de las cosas contribuyó al acceso a nuevo conocimiento de los procesos? ¿De qué manera?
	Eficiencia operativa	64	¿Se vio modificada la cadena de valor o el macro proceso de la compañía por la implementación del Internet de las cosas? ¿De qué manera?	
		65	¿El Internet de las cosas contribuyó a mejorar la eficiencia de sus procesos productivos? ¿De qué manera? ¿Cómo se evidencia?	
		66	¿El Internet de las cosas contribuyó a mejorar algunas habilidades o destrezas de los trabajadores? ¿Cuales? ¿Cómo se evidencia?	
	Monitoreo y supervisión	67	¿El Internet de las cosas mejoró la comunicación con los clientes o usuarios de la compañía? ¿De qué manera?	
		68	¿Qué clase de activos o sistemas se monitorean con el Internet de las cosas? ¿Cómo ha influido esto para la operación de la empresa? ¿Cómo miden esta influencia?	
		69	¿Los activos monitoreados están concentrados en un área o están dispersos? ¿Si están dispersos no presentan problemas de comunicación?	
		70	¿Cómo monitorean o supervisan la información en tiempo real que arroja el Internet de las cosas?	
Toma de decisión	71	¿El monitoreo en línea ha reducido los costos operacionales?		
	72	¿Ha cambiado la toma de decisiones con la implementación de Internet de las cosas? ¿En qué aspectos ha sido ese cambio? ¿Si no ha cambiado por qué creen que no ha cambiado?		

Productividad	Resultados económicos	73	¿La implementación de Internet de las cosas mejoró o empeoró los indicadores financieros? ¿Cuáles indicadores?
		74	¿La inversión en esta tecnología ha aumentado los ingresos netos de la compañía? ¿Los costos operativos han disminuido luego de la implementación de la tecnología? ¿Cómo miden el impacto financiero que genera el Internet de las cosas?
		75	¿En cuánto tiempo se estima recuperar la inversión realizada en el proyecto Internet de las cosas?
		76	¿Planean realizar otras inversiones en proyectos relacionados con Internet de las cosas y las tecnologías 4.0?
	Incremento de ventas	77	¿El uso del Internet de las cosas ha permitido captar nuevos usuarios o clientes? ¿Cómo identificaron los nuevos demandantes/clientes?
		78	¿La implementación del Internet de las cosas ha incrementado el margen de ganancia del producto o servicio?
	Ahorros operacionales	79	¿Cuáles fueron los principales ahorros operacionales logrados con la implementación del Internet de las cosas? (Tiempos, consumos de materias primas, tiempos del personal, energéticos)
		80	¿El Internet de las cosas ha mejorado la eficiencia en el consumo de energía?
		81	¿Con el Internet de las cosas se consiguió aumentar la calidad de los bienes o servicios? Si es así, ¿En qué porcentaje se redujo los bienes o servicios no conformes?
Valor intangible	Generación de valor al cliente/usuario	82	¿La implementación del Internet de las cosas ha reducido las PQRS? ¿Por qué?
		83	¿El Internet de las cosas ha beneficiado la experiencia de marca? ¿De qué manera?
	Competitividad	84	¿Los datos generados con esta tecnología han permitido conocer más al cliente, usuario o proceso?
		85	¿Esta nueva tecnología generó alguna ventaja competitiva? ¿De qué manera?
		86	¿Internet de las cosas ha permitido incrementar el mercado, cautivando nuevos clientes? ¿Cómo identificaron esto?
	Grado de innovación	87	¿Debido a la tecnología Internet de las cosas, cambiaron aspectos en los bienes o servicios que comercializan o producen? ¿Cuáles fueron dichos cambios? ¿Generaron un factor diferencial respecto a la competencia?
		88	¿La tecnología del Internet de las cosas contribuyó a fortalecer la innovación (sobre el producto, el proceso, el modelo de negocio, sobre el sistema organizacional) de la compañía? ¿De qué manera? ¿Han obtenido algún premio o algún reconocimiento por esto?
	Sostenibilidad	89	¿Cómo han hecho prospectiva y vigilancia alrededor del Internet de las cosas en el mercado?
		90	¿Cuentan con una estrategia para la sostenibilidad del negocio? ¿Cuál fue el aporte del Internet de las cosas a esta estrategia?
91		¿Cómo contribuye el proyecto Internet de las cosas a la sustentabilidad, en relación con la RSE y cuidado ambiental?	

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cual? _____

Anexo 3 Instrumento de Recolección de Información

Nombre la empresa:
Nombre de quien responde la entrevista
Cargo dentro de la empresa:
Correo electrónico corporativo:
Rol en el proyecto IoT:
1) ¿Qué necesidad o problemática se esperaba solucionar con el proyecto de Internet de las cosas?
2) ¿Qué clase de activos o sistemas se monitorean con el Internet de las cosas? ¿Cómo ha influido esto para la operación de la empresa? ¿Cómo miden esta influencia?
3) ¿Esta nueva tecnología generó alguna ventaja competitiva? ¿De qué manera?
4) ¿Se espera que el Internet de las cosas se integre con otras tecnologías en un futuro para continuar fortaleciendo la capacidad empresarial o transformación digital? o ¿Ya lo está haciendo? ¿De qué manera?
5) ¿El proyecto de Internet de las cosas cumplió con el presupuesto, alcance y tiempo planeados?
6) ¿Esta tecnología del Internet de las cosas mejoró la comunicación entre las áreas de la empresa? ¿De qué manera?

7) ¿La implementación del Internet de las cosas obligó a la compañía a actualizar de manera total o parcial su infraestructura informática y de comunicación? ¿De qué manera?
8) ¿Se presentaron obstáculos al integrar el Internet de las cosas con las tecnologías presentes en la organización? ¿Cuáles?
9) ¿Fue necesario reforzar la seguridad informática de la compañía con la implementación del Internet de las cosas? ¿De qué manera?
10) ¿Qué cambios organizacionales tuvieron que hacer para la implementación del internet de las cosas? ¿Cómo fue este proceso? (Estructurales, ubicación, culturales, asociaciones)
11) ¿Cuáles fueron los principales desafíos que presentó el proyecto de implementación del Internet de las cosas? ¿Cómo los solucionaron?
12) ¿Se realizaron pruebas piloto antes de la implementación del Internet de las cosas? ¿Qué pruebas piloto realizó para tomar la decisión de invertir?
13) ¿En qué consistió el apoyo de expertos al proyecto Internet de las cosas? ¿Fue fundamental este apoyo para culminar con éxito el proyecto? ¿Por qué? ¿Cómo ha sido en servicio posventa por parte del experto?
14) ¿Qué conocimiento previo tenían de esta tecnología? ¿Se capacitaron para entenderla antes de tomar la decisión de aprobar el proyecto?
15) ¿Cómo fue el proceso de capacitación de los usuarios/clientes internos y externos para la operación, interpretación y manejo del Internet de las cosas?
16) ¿Qué tipo de barreras y oportunidades se presentaron cuando se implementó la tecnología Internet de las cosas? ¿Cómo gestionaron cada una de estas?
17) ¿El uso del Internet de las cosas ha permitido un diagnóstico más acertado de los problemas presentados en los procesos de la organización? ¿Cómo ha sido este proceso?
18) ¿El Internet de las cosas ha disminuido las no conformidades ocasionadas por el error humano en el proceso operativo? ¿De qué forma lo ha hecho?
19) ¿Se ha tenido inconvenientes con la interpretación, recolección o el procesamiento de los datos?
20) ¿Qué operaciones en específico han mejorado el tiempo de entrega/respuesta? ¿Qué ahorros o mejoras ha significado esta reducción de los tiempos?
21) ¿Cuál tipo de riesgo se ha logrado reducir o mitigar con esta tecnología? ¿De qué manera contribuye a reducir estos riesgos seleccionados?
22) ¿El Internet de las cosas ha generado nuevos riesgos que gestionar dentro de la organización? ¿Cuáles? ¿Se justifica por el beneficio recibido?
23) ¿La información entregada por el Internet de las cosas mejoró el conocimiento operativo del proceso u organización?
24) ¿El Internet de las cosas contribuyó a mejorar algunas habilidades o destrezas de los trabajadores? ¿Cuales? ¿Cómo se evidencia?
25) ¿El Internet de las cosas mejoró la comunicación con los clientes o usuarios de la compañía? ¿De qué manera?
26) ¿Se facilitó la toma de decisiones a través de un sistema programado de acuerdo con los datos colectados por el Internet de las cosas?
27) ¿Los costos operativos han disminuido luego de la implementación del Internet de las cosas? ¿Mejoró los indicadores financieros?
28) ¿El uso del Internet de las cosas ha permitido captar nuevos usuarios o clientes? ¿Cómo identificaron los nuevos clientes?

29) ¿Cuáles fueron los principales ahorros operacionales logrados con la implementación del Internet de las cosas? (Tiempos, consumos de materias primas, tiempos del personal, energéticos, etc)
30) ¿La implementación del Internet de las cosas ha reducido las PQRS? ¿Por qué?
31) ¿El Internet de las cosas ha beneficiado la experiencia de marca? ¿De qué manera?
32) ¿Los datos generados con esta tecnología han permitido conocer más al cliente, usuario o proceso?
33) ¿La tecnología del Internet de las cosas contribuyó a fortalecer algún proceso de innovación de la compañía? ¿De qué manera?
34) ¿Cómo contribuye el proyecto Internet de las cosas a la sustentabilidad, en relación con la responsabilidad social (RSE) y cuidado ambiental?