

Estudio comparativo de plataformas cloud que ofrecen servicios IoT

Pedro Nel Martinez

Mónica Moreno Castro

Febrero 2021

Universidad Santo Tomas

Especialización en Gestión en Redes de Datos

Proyecto Dirigido 2

Tabla de Contenidos

INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN.....	7
PROBLEMA	8
GESTIÓN.....	9
Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos.....	10
REQUERIMIENTOS.....	10
Marco Teórico	10
Antecedentes.....	10
Terminología	21
Marco Legal	31
PROPUESTA DE SOLUCIÓN	33
Aspectos Conceptuales	33
Planeación metodológica	34
Desarrollo Tecnológico.....	38
Conclusiones y proyecciones	38
Recomendaciones.....	39
CONCLUSIONES	40
LISTA DE REFERENCIAS	42

Lista de Tablas

Tabla 1. Antecedentes.....	10
Tabla 2. Fases de la propuesta solución	35
Tabla 3. Propuesta Matriz de Perfil competitivo	37

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Cuadrante Mágico de Gartner</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 2. Cuadrante magico para IaaS Cloud</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 3. Radar de comparación</i>	<i>38</i>

INTRODUCCIÓN

El internet de las cosas (IoT) se ha convertido en un tema importante en la actualidad y se está expandiendo a pasos agigantados en diferentes áreas de aplicación desde dispositivos portátiles inteligentes, vida doméstica automática, IoT en la industria, salud, transporte hasta ciudades inteligentes, haciendo que los elementos específicos dentro de IoT deban abordarse considerando la enorme escala de implementación y su influencia en la cuarta revolución industrial

IoT se ha convertido en un marco completo de cloud computing acompañado por una combinación y sincronización de internet, sensores inalámbricos y una analítica que hacen posible el éxito en las tecnologías IoT. Los dispositivos IoT generan y envían flujos de datos los cuales son procesados, analizados, monitoreados y enviados de nuevo a los dispositivos para tomar acciones con ellos. En su mayoría se utiliza la nube para la realización del procesamiento y analítica de los datos, algunos de los proveedores de servicios IoT en la nube han establecido servicios especializados para realizar la analítica de los datos recopilados por los dispositivos IoT, sin embargo existe un gran pool de proveedores de servicios IoT en la nube haciendo difícil una selección en función del servicio IoT.

Es por esto que se presentan los datos recopilados de las plataformas IoT Core de Google, Amazon Web Services IoT y Microsoft Azure IoT Hub obtenidos por medio de

un estudio comparativo los cuales permiten identificar las posibles características diferenciadoras y similitudes entre las tres grandes plataformas cloud para IoT. Se analizan también servicios específicos IoT tratando de identificar la plataforma más adecuada para garantizar el éxito del servicio IoT.

Este trabajo va dirigido a todo aquel que busque hacer un acercamiento específicamente a plataformas cloud que ofrecen servicios IoT, desde un ambiente universitario hasta el emprendedor que desee conocer sobre los servicios ofrecidos y las principales características de las plataformas cloud líderes buscando tener un conocimiento que le permita realizar una selección de plataformas para el desarrollo y mejoramiento de tecnologías IoT.

JUSTIFICACIÓN

El valor de las soluciones IoT está íntimamente relacionado con los datos o la analítica de estos. En general esta analítica de datos se da en las plataformas de almacenamiento que hoy en día su mayoría son cloud, sin embargo, la selección de la plataforma más adecuada a una solución IoT se convierte en un reto por la cantidad de información y servicios disponibles en el mercado.

A través de los años se han realizado estudios comparativos de elementos de las soluciones IoT; mediciones del RTT en la comunicación entre dispositivos y dos plataformas cloud (Grünberg & Schenck, 2018b), estudio comparativo de plataformas middleware IoT (Cardoso et al., 2017), estudio de modelos de seguridad para comunicación end-to-end en arquitecturas para IoT en cloud (Raza et al., 2017), estudios comparativos de plataformas cloud IoT open source de la época (Ganguly, 2016), implementación de una aplicación específica IoT en infraestructura Azure y Amazon (Moran Amortegui & Huertas Martinez, 2017). Sin embargo, ninguno de los estudios realizados se ha enfocado en encontrar diferencias entre las plataformas cloud IoT de la actualidad en función de las características de un servicio IoT.

Con base a las consideraciones anteriormente descritas, surge la necesidad de realizar un estudio comparativo aplicado a plataformas cloud que ofrecen servicios IoT, buscando los posibles criterios que hacen que una de ellas sea la adecuada para un escenario IoT determinado.

Un proceso de comparación es un proceso sistemático que consiste en investigar, identificar, comparar y aprender de otras organizaciones (Sekhar, 2010), por lo que el estudio propuesto permitirá reconocer las características por las cuales sobresale cada una de las plataformas cloud y aquellas que las hacen diferentes entre si y de esta forma tener como resultado un conocimiento condensado y un set de herramientas, que permita analizar el escenario IoT para hacer la mejor selección de plataforma cloud.

PROBLEMA

La tendencia de las empresas en convertirse en “empresas inteligentes” y mejorar sus niveles de innovación, las ha llevado a tener interés en la apropiación de nuevas tecnologías como IoT o IA, entre otras. La inversión específicamente en IoT ha aumentado un 39% desde el 2018, logrando inversiones entre 500 y 1 millón de dólares anuales en el desarrollo de los planes Digitales que incluyen IoT (Zebra, 2019) .

La arquitectura de una solución IoT tiene cuatro componentes principales: dispositivos, red, plataforma cloud y aplicaciones (GartnerInc, 2019a), sin embargo, es de resaltar que dentro de cada componente existe un mundo de posibilidades tecnológicas que afectan tanto el desempeño como el costo de la solución, factores importantes en el momento de darle valor a la solución y por lo tanto determina su éxito.

Específicamente en el componente plataformas cloud la oferta ha migrado desde plataformas específicas de IoT hasta soluciones generalistas como Ubidots que entrega soluciones de IoT de extremo a extremo para clientes de atención médica y startups

(Ubidots, n.d.); KAA que proporciona funciones clave de IoT dentro de una interfaz de usuario intuitiva (KAA, n.d.) , hasta llegar a grandes plataformas cloud que ofrecen un pool de servicios configurables como Microsoft Azure IoT y IoT Core de Google y AWS IoT. Además, estas plataformas permiten la facilidad de pago por consumo y elasticidad propia de la nube que permite que las soluciones sean fácilmente escalables.

Debido a la gran oferta a nivel de plataformas y la densidad de la información que es posible obtener hoy en día, es difícil realizar un estudio profundo de las diferentes plataformas y sus ventajas cuando se desea desarrollar una aplicación o iniciar un nuevo servicio IoT. Con base a esto la pregunta que surge se define a continuación: ¿Es posible que con estudio comparativo se pueda guiar la selección de una plataforma cloud IoT en función de sus servicios y de las características de una solución IoT?

GESTIÓN

Objetivos

Objetivo General

Realizar un estudio comparativo que permita identificar las características diferenciadoras de las plataformas Cloud en función del tipo de servicio IoT.

Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar plataformas cloud que ofrecen servicios IoT.
- Determinar características diferenciadoras entre las plataformas cloud, por medio de una matriz de perfil competitivo.
- Identificar la plataforma más favorable en función del tipo de servicio IoT a través de radares de valor.

REQUERIMIENTOS

Marco Teórico

Antecedentes

Con el objetivo de presentar la información más relevante y directamente relacionada con el actual tema de estudio se han consultado los siguientes documentos:

Tabla 1. Antecedentes

1	Selecting the right IoT cloud platform Autor: Pankaj Ganguly: Maharashtra Institute of Technology, Pune, India 22 Jan - 24 Jan, 2016 Disponible: https://ieeexplore.ieee.org/document/7562744
	En la investigación se expone que hay más “cosas” que personas para ser conectadas a Internet y como tal a una plataforma Cloud. Por lo tanto, el número de plataformas IoT Cloud, así como pagas también como open source, ha crecido significativamente. Esto también porque cada una tiene un enfoque diferente, ya sea hacia un mercado o servicio específico.

	Las características que se requieren de una plataforma IoT cloud, dependiendo el escenario, pueden ser más relevantes unas que otras. Aunque todas llegan al punto que la seguridad es lo más importante. Sin dejar atrás, un factor no funcional, pero no menos importante, que es la escalabilidad de la plataforma porque se espera un crecimiento de servicio que alberga. Por lo anterior, la cantidad de interrogantes también se ha disparado y que las plataformas IoT Cloud son difíciles de categorizar dentro de un solo estándar y por ende numeran aspectos que creen relevantes para la toma de una decisión. (Ganguly, 2016)
2	A survey of IoT cloud platforms. Future Computing and Informatics Autor: Ray, P. P. (2016). Journal, 1(1–2), 35–46. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.fcij.2017.02.001
	IoT puede definirse como “una infraestructura global para la sociedad de la información que permite servicios avanzados interconectando elementos (físicos y virtuales) basados en tecnologías de la información y la comunicación interoperables existentes y en evolución”. Define Cloud IoT como una plataforma ofrecida por un proveedor de servicios como un servicio alojado que facilita el despliegue de aplicaciones de software sin el costo y la complejidad de adquirir y gestionar las capas de hardware y software subyacentes. Con estas dos definiciones, se confirma que de toda la arquitectura de IoT, si bien el Internet es la columna vertebral de la comunicación de los agentes, dispositivos, sensores, personas y demás. Las plataformas Cloud es crucial en la solución puesto que allí se ofrece la variedad de servicios de

	aplicaciones para dominios específicos. (Ray, 2016)
3	A Case Study on Benchmarking IoT Cloud Services Autor: Kevin Grünberg and Wolfram Schenck Conference paper- Springer Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-94295-7_28
	Las comunicaciones IoT requieren intercambio de datos casi en tiempo real entre los dispositivos y la nube. Se realizó una comparación de los tiempos RTT entre la comunicación con las plataformas cloud Microsoft Azure IoT Hub y Amazon Web Services IoT variando factores como momento de día, día de la semana, locación, intervalo de envío de mensajes, evidenciando que hay muchos factores difíciles de controlar a través de la ruta entre los dispositivos y la nube. Es importante ser muy cuidadoso en la selección de la plataforma cloud correcta para las operaciones IoT especialmente si se considera el caso de flujo de datos casi en tiempo real en el sentido de la sinergia que se debe tener entre los datos y las acciones tomadas a raíz del análisis de los mismos. (Grünberg & Schenck, 2018a)
4	Sector económico y competitividad. Benchmarking competitivo Autor: Betancourt B. Libro: Análisis Sectorial Y Competitividad
	Los principios del Benchmarking como los son el soporte teórico, apoyo metodológico y la aplicación práctica de actividades para poder realizar el análisis de un mercado y su competitividad, que aporte para el desarrollo de un proceso de la dirección estratégica de una organización, tanto en la toma de decisiones como en el desarrollo de competencias que ayuden a los estrategas

	empresariales la formulación e implementación de estrategias exitosas para la supervivencia de sus organizaciones. El conocimiento de las características o puntos fuertes de una empresa les proporciona una ventaja sobre sus competidores e integra uno de los elementos eje para la creación e implementación de estrategias innovadoras de una compañía. El Benchmarking Competitivo es un modelamiento de estrategias que tiene en cuenta a toda la organización en la investigación de las mejores prácticas posibles en su entorno competitivo que permite estudiar una organización en su desempeño frente a otras de su misma actividad. (Betancourt Guerrero, 2005)
5	Benchmarking Autor: Sekhar, S. C. (2010). African Journal of Business Management Disponible en : http://www.academicjournals.org/AJBM
	Es fundamental para una empresa conocer su propio estándar y compararlo con otras empresas en el complejo y competitivo entorno empresarial. El benchmarking (evaluación comparativa) es una técnica para evaluar el desempeño de una empresa frente al desempeño de otras empresas. Se usa para encontrar la mejor práctica y tomar las acciones necesarias para mejorar el desempeño de la propia empresa de modo que cumpla o supera al de sus competidores. Normalmente es un proceso de reingeniería o mejora de la calidad y se centra en los esfuerzos continuos de gestión de la calidad de las unidades de negocio estratégicas de la organización. Los puntos de referencia del benchmarking se establecen con respecto a áreas críticas de importancia

	estratégica y operativa que influyen en un desempeño de la organización. Existen 7 tipos de benchmarking los cuales se diferencian en los elementos que se deseen comparar. El benchmarking estratégico compara decisiones y acciones tomadas a largo tiempo dentro de las organizaciones; el benchmarking interno es una comparación entre departamentos de la organización; el benchmarking competitivo es una comparación directa de la organización contra los competidores más fuertes del mercado; el benchmarking funcional es una comparación de funciones con organizaciones no competitivas dentro del mismo sector o área tecnológica; el benchmarking financiero realiza un análisis financiero y compara resultados sobre un esfuerzo determinado; el benchmarking genérico es una comparación de los procesos internos contra procesos de cualquier tipo de organización y el benchmarking de producto es el proceso de diseño de nuevos productos o mejoras de los existentes. (Sekhar, 2010)
6	Encuesta global sobre el IoT de Farnell Fecha de publicación: febrero de 2020 Disponible: https://es.farnell.com/global-iot-survey-2019
	Uno de los factores más importantes y/o relevantes al momento de querer diseñar o implementar una solución de IoT, es la seguridad. Los fabricantes tanto de los dispositivos periféricos como de las plataformas Cloud están cada día más enfocados en garantizar la seguridad tanto en el hardware como en el software. Por tanto y no era de extrañar el factor de la seguridad es el que más

	preocupa o cohibe con respecto a la información confidencial y privada recopilada. Por esta misma razón muchos desarrolladores prefieren diseñar por sí mismos una solución completa de seguridad de la periferia a la nube que depender de terceros proveedores. Los diseñadores entienden la importancia crucial de una plataforma del IoT para apoyar de forma eficaz, segura y económica sus aplicaciones del IoT, pero las cosas se están volviendo más complejas y requieren de un nuevo conjunto de destrezas cada vez que se desarrolla una solución, y no siempre es posible encontrarlo internamente. La domótica, que algunos creen que es el principal objetivo del IoT, ha pasado a un segundo puesto, pero mantiene el mismo porcentaje que el IIoT que hace énfasis en el control y la automatización de soluciones empresariales. Y acá es donde está empezando a tener catapultarse dado que va de la mano a las ciudades inteligente, gestión de la energía, transporte y demás. Aunque los tres gigantes de las plataformas Cloud, AWS, Microsoft Azure y GCP (Google Cloud Platform) siguen en cabeza de ser las plataformas de mayor preferencia entre las soluciones públicas, las empresas prefieren la propiedad y el control total de los datos, pues no incurren en costes mensuales de suscripción, son más difíciles de vulnerar desde afuera, son más rápidas y se puede acceder a ellas de forma local. Por tanto una solución de nube personal
--	--

	está en primer lugar según los resultados de la encuesta. (Farnell, 2019)
7	A Survey on Internet of Things From Industrial Market Perspective Autor: C. H. Liu (chiliu@bit.edu.cn) Disponible: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7004894
	Gran cantidad de los estudios, los realizan más enfocados hacia ámbitos académicos o investigativos de manera conceptual, pero no enfocados hacia las soluciones del mercado. Quizás porque son extremadamente amplias. Sin embargo, es una relación importante que hay que destacar, teniendo en cuenta que IoT es las industrias está creciendo significativamente. Porque quieren estar conectados con cualquier persona, con cualquier dispositivo, con cualquier red, en cualquier momento y desde cualquier lugar. Plantean que para este año cada persona tendría cerca de 6 dispositivos conectados a internet, lo cual no fue una predicción nada descabellada contando con que una persona promedio, que este activa laboral y académicamente, puede tener ese número de dispositivos, por ejemplo: El celular personal, el celular empresarial, el computador, la table, el televisor. Aquí solo enumeramos 5 básicos sin contar con los electrodomésticos y demás. IoT ha crecido y es aplicable a todos los entornos como Educación, Transporte, Industria, Salud, Ventas al por menos entre otros. Así mismo cabe resaltar que IoT no es solo conectividad sino es crear un entorno de aplicaciones y desarrollo que aprenda y tenga en cuenta costumbre y aprenda de ellas para que realice toma de decisiones de manera automática sin ninguna instrucción

	especifica del usuario. Ya no solo es hablar de domótica sino de ciudades inteligentes, entorno inteligente, agua inteligente, medición inteligente, seguridad y emergencias, comercio minorista, logística, control industrial, agricultura inteligente, cría inteligente de animales. (Perera et al., 2015)
8	Plataformas para a Internet das Coisas Autor: Paulo F. Pires, Flavia C. Delicato, Thais Batista, Thomaz Barros, Everton Cavalcante e Marcelo Pitanga Disponible: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo_Alves8/publication/334443396_Plataformas_para_a_Internet_das_Coisas/links/5d29c3a6a6fdcc2462daef7f/Plataformas-para-a-Internet-das-Coisas.pdf
	Algunos de los requisitos que plantean de middleware para IoT o de servicios de una plataforma Cloud IoT son la interoperabilidad, descubrimiento y gestión de dispositivos, interfaces de alto nivel, ciencia del contexto, escalabilidad, manejo de grandes volúmenes de datos, seguridad y adaptación dinámica los cuales deben satisfacer un conjunto de requisitos para satisfacer las necesidades de aplicaciones y usuarios. Se resalta la interoperabilidad entre los distintos dispositivos y plataformas disponibles en el entorno, dado que es uno de los principales desafíos para la realización del paradigma de IoT debido a la gran cantidad de dispositivos que se han integrados y la busca de la heterogeneidad en términos de hardware y software. Una arquitectura de referencia puede entenderse como un tipo de

	arquitectura abstracta que implica conocimiento y experiencia sobre cómo diseñar sistemas en un determinado dominio, pudiendo así orientar su desarrollo y evolución. Como se mencionaba, por los múltiples dominios y necesidades, una arquitectura de referencia se puede utilizar como un artefacto de estandarización para permitir la interoperabilidad entre sistemas o componentes del sistema. (Pires et al., 2015)
9	IoT's Future Aspects and Environment Surrounding IoT Autor: Chander Diwaker, Atul Sharma, Pradeep Tomar Conference paper- Amity International Conference on Artificial Intelligence (ACAI)
	El internet de las cosas se convirtió en un área de investigación popular hoy en día, la combinación de sensores y accionadores hacen posible construir una fuerte estructura de cloud computing para ser utilizados en redes autogobernadas en tiempo real. Es importante conocer las últimas tendencias en IoT y los efectos en la vida diaria así como la sincronización de tecnologías como sensores inalámbricos, internet, accionadores para una exitosa activación de tecnologías para IoT. IoT tiene huecos de seguridad, gestión de grandes cantidades de datos, espacio de red, alto ancho de banda y problemas de salud, para minimizar estos problemas el futuro de IoT dependerá del uso de block-chain con IoT, uso de Inteligencia Artificial, uso de WPAN y el uso de edge computing y fog computing. (Diwaker et al., 2022)

10	Cloud computing con herramientas open-source para Internet de las cosas Autor: Ariel MCampoverde M., Bertha EMazón O.Unidad, Dixys LHernández R. Universidad Técnica de Machala, Académica de Ingeniería Civil. Disponible: https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/712/624
	La telemetría es uno de los dominios de IoT que tienen bastante flujo de datos y se definen varios componentes como componentes como Software de Servidor Web (Apache, Nginx, Lighttpd), Framework para aplicación web (Node.js, Tornado, Play Framework), Base de datos (MongoDB, CouchDB, Couchbase), Protocolo de comunicación (HTTP, MQTT, WAMP, CoAP). Y para este sector es fundamental la selección de una plataforma Cloud IoT o como la referencian, un componente cloud computing. Se tienen diversos modelos de donde realizar la implementación de un servicio Cloud, puede ser la nube pública, la cual cuenta con acceso inmediato y prácticamente sin restricciones desde cualquier parte del mundo que cuente con internet. La nube privada, que por lo general es implementada dentro de la infraestructura de la compañía (on-premise) y es de uso exclusivo. Y la nube híbrida que contempla características de la pública y de la privada. Debido que IoT está fundamentado en internet, una nube pública es la alternativa más sensata para su implementación, pero si lo que se desea es una solución on-premise, ciertamente se perdería el origen de IoT y la solución mejor definida sería una M2M (Machine-to-Machine). (Campoverde et al., 2015)

11	Evaluación comparativa de la vigilancia en salud pública de COVID-19 en Colombia: primer semestre Autores: Alexandra Hurtado-Ortiz , José Moreno-Montoya , Franklyn E. Prieto-Alvarado , Álvaro J. Idrovo Biomédica 2020;40(Supl.2):131-38 Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572020000600131&lang=es
	La vigilancia en salud pública y las acciones a tomar son fundamentales para el manejo adecuado de la pandemia mundial SARS-CoV-2 conocida como COVID-19. Se analizan los casos acumulados desde el 6 de marzo 2020 hasta el 1 de septiembre 2020 (180 días) en Colombia, buscando identificar los departamentos que mejor manejo tuvieron en el control sanitario de la pandemia. El análisis se realiza evaluando el cumplimiento de la ley de Benford y los datos de letalidad. Si se evidencia que se cumple la ley, se considera que el departamento tuvo un buen desempeño en la vigilancia y control de la salud pública. Se genera una tabla de resultado basado en la ley de Benford para cada territorio y una clasificación basada en la tasa de letalidad por cada 100.000 habitantes. EL Benchmarking (evaluación comparativa) permite comparar factores específicos sin importar el campo de estudio, generando resultados susceptibles a mejora
12	Internet of Things (IoT) for Next-Generation Smart Systems: A Review of Current Challenges, Future Trends and Prospects for Emerging 5G-IoT Scenarios Autores: Shafique, K., Khawaja, B. A., Sabir, F., Qazi, S., & Mustaqim, M. Disponible: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amumber=8972389

	Las diferentes aplicaciones del Internet de las cosas (IoT) como realidad aumentada, video de alta resolución, los coches autónomos, telemedicina, exigen velocidades de datos más altas, gran ancho de banda, mayor capacidad, baja latencia y alto rendimiento. Siendo 5G una de las tecnologías claves para el desarrollo de tecnología IoT, se deben conocer sus principales características, ventajas y herramientas. La implementación de un escenario 5G-IoT exige entender y conocer una posible arquitectura, componentes y requerimientos técnicos y desafíos de requisitos en calidad de servicio que permitan contar con programas en capa de aplicación basados en la nube ejecutando las mejores características de la tecnología 5G.
--	---

Terminología

a. Gartner

Gartner Inc. Es una empresa líder mundial en investigación, asesoramiento y consultoría de tecnología, que busca brindar ideas, consejos y herramientas a empresas, profesionales TIC y comunidad en general, sobre las nuevas tendencias de tecnologías de la información en el mercado (GartnerInc, 2020a).

El objetivo de las investigaciones realizadas por Gartner es mantener a los clientes y empresas informados sobre las tendencias, tecnologías e innovaciones emergentes (GartnerInc, 2020c), Gartner realiza una exhaustiva investigación y análisis específicos

para las diferentes líneas de servicios en TI dando como resultado un completo informe, acompañado del llamado “Cuadrante Mágico de Gartner”.

b. Cuadrante Mágico de Gartner

Este cuadrante es una herramienta que mide el nivel de innovación y desarrollo de las empresas de tecnología a nivel mundial; este cuadrante se convirtió en una referencia para las empresas en el momento de tomar decisiones en los procesos de transformación digital (GartnerInc, 2020d).

El cuadrante evidencia en qué posición se ubica determinada empresa y en qué punto de desarrollo se encuentra en cuanto a visión de mercado y poder de implementación. Los resultados se muestran a través de un gráfico de dos ejes y 4 zonas: challengers, Niche Players, Visionaires y Leaders; siendo “líderes” aquellos que según Gartner son empresas que tienen presencia en todos los continentes y cuentan con una situación financiera estable y son aquellas empresas que tienen claras las necesidades tecnológicas del mercado, permitiéndoles ser innovadoras y líderes de opinión al generar estrategias y planes de crecimiento(GartnerInc, 2020b).



Ilustración 1. Cuadrante Mágico de Gartner

c. El internet de las cosas

IoT (Internet de las cosas) hace referencia a interconectar cualquier dispositivo por medio de internet, en la mayoría de los escenarios, los dispositivos que se interconectan cuentan con sensores, los cuales son los encargados de recolectar los datos y/o realizar acciones con ellos.

El término “Internet of things- IoT” fue introducido por el empresario Kevin Ashton en 1999, en una presentación donde buscaba que su empresa incluyera etiquetas de identificación de radiofrecuencia y sensores, los cuales generarían datos sobre los diferentes procesos en la cadena de suministro. Según Ashton si tuviéramos computadores capaces de saber todo, usando datos recopilados automáticamente sin la ayuda de nosotros, seríamos capaces de rastrear y reducir en gran medida el desperdicio, la pérdida y el costo en una cadena de producción. Seríamos capaces de identificar

cuando las cosas y/o maquinas necesitan ser reparadas, reemplazadas o retiradas. (Kevin, 2010)

Desde ese momento, se han presentado diferentes definiciones y opiniones sobre el término, sin embargo, todos concuerdan en ser una nueva tendencia tecnológica que busca dotar a cada elemento de una inteligencia e interconexión, con el fin de automatizar procesos que requieren habitualmente operación humana.

d. Empresa inteligente

Las llamadas empresas inteligentes son aquellas que hacen uso de las últimas tecnologías para convertir la información estratégica en planes de acción en el negocio casi en tiempo real. Gracias a estas tecnologías, aceleran la automatización de procesos, lanzan nuevos modelos de negocio y brindan mejores experiencias al usuario (SAP).

e. Machine-to-machine (M2M) communication

Hace referencia a la comunciación e intercambio de información de datos entre dos dispositivos o maquinas remotas. Para lograr esta comunicación se requiere los dispositivos a interconectar, un modulo M&M el cual permite la conexión de las maquinas con un servidor, el servidor quien gestiona la transmisión y recepción de datos y la red de comunicación entre las dos máquinas.(UIT-T, 2017)

f. Kit de desarrollo de software (SDK)

Un kit de desarrollo de software (SDK) es un conjunto de herramientas ofrecido generalmente por fabricantes de hardware, sistemas operativos (SO) o lenguajes de programación, que permiten que los desarrolladores creen aplicaciones específicas para la plataforma, el sistema o el lenguaje de programación donde se ejecutan (Red-Hat).

g. Calidad de servicio (QoS)

Hace referencia a la percepción de los usuarios del rendimiento de una red. La calidad de servicio controla y administra los recursos de la red estableciendo prioridades para específicos tipos de datos buscando reducir la pérdida de paquetes, latencia y jitter en una red.(FORTINET, n.d.)

h. Middleware

Es el software que se ubica entre el sistema operativo y las aplicaciones que permite que una aplicación interactúe con otras aplicaciones, redes, hardware o sistema operativo. Las plataformas Middleware son intermediarias entre los sensores, los servicios y las aplicaciones y gestionan el flujo y su interoperabilidad (Microsoft Azure, n.d.)

i. Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) es una plataforma de servicios de nube que proporciona un pool de servicios de infraestructura de red tales como bases de datos, almacenamiento de información, inteligencia artificial, servicios de creación y ejecución de aplicaciones, potencia de cómputo, servicios móviles, seguridad de la información, identidad verificada a los datos, entre otros, los cuales se convierten en herramientas que permiten el crecimiento de las empresas.

Esta plataforma de servicios tiene presencia en 44 de lo que AWS llama zonas de disponibilidad dentro de 16 regiones geográficas del mundo, y esperan tener un crecimiento a 14 zonas y 5 regiones más en países como China, Hong Kong, Francia y Estados Unidos (Barrera).

j. Google Cloud

Google cloud platform, por sus siglas (GCP) reúne y ofrece más de 90 servicios o productos de tecnología de la información, incluidas las aplicaciones de desarrollo web ofrecidas por separado por Google, con los cuales las empresas, los profesionales de TI y los desarrolladores pueden ganar más flexibilidad, trabajar de forma más eficiente y tener una ventaja estratégica sobre sus competidores.

Esta plataforma es utilizada para crear soluciones a través de la tecnología almacenada en la nube y ofrece al cliente las herramientas más importantes de una

solución cloud que son la rapidez en servicio y la escalabilidad de infraestructura en las aplicaciones.

Los servicios ofrecidos por la plataforma Google Cloud son muy grandes y densos, una buena forma de navegar y hacer uso de ellos es tener claro qué soluciones ofrece en función de las necesidades informáticas que se deseen suplir, entre las soluciones ofrecidas se encuentran infraestructura como servicio (IaaS), software como servicio (SaaS) y plataforma como servicio (PaaS) (Acronis).

k. Microsoft Azure

Antes conocido como Windows Azure y Azure Services Platform lanzado en febrero de 2010, es un conjunto de servicios integrados en la nube incluidos los de computación, analítica de datos, almacenamiento de información y redes, incluido servicios como infraestructura como servicio (IaaS), software como servicio (SaaS) y plataforma como servicio (PaaS) que permite crear, administrar e implementar aplicaciones en la nube. (Rouse, 2017)

l. Benchmarking

El término benchmark (del inglés ‘punto de referencia’ o ‘parámetro’), es un proceso sistemático para comparar, identificar, investigar y aprender de otras compañías que pueden ser o no del mismo sector. Se basa en analizar un conjunto de factores que

intervienen en el éxito de estas, con el fin de aprender de sus logros para aplicarlos y modelarlos en la organización sobre nuestros propios procesos de mejora. (Sekhar, 2010)

m. MPC

La Matriz de perfil competitivo, es fundamentalmente un análisis que permite ver e identificar de una forma rápida las debilidades y fortalezas de una compañía y su competencia directa. Es el resultado del procedimiento llamado perfil competitivo que consiste en identificar los factores más relevantes de los elementos que se deseen evaluar (Aldana Mosquera et al., 2010).

n. Radar de valor

Conocido como diagrama de araña, grafico de radar, grafico polar o grafico Kiviat es una herramienta que permite visualizar y comparar gráficamente tres o más variables cuantitativas representadas donde los factores se representan como radios (vectores, ejes, radios) con un comienzo e igual longitud, a lo largo de la cual se trazan los dato en ejes que comienzan desde el mismo punto que corresponden a conjuntos de datos multivariados durante una evaluación (Atanassov et al., 2021).

o. Ciencia de contexto

El contexto es cualquier información que se puede utilizar para caracterizar a una persona, lugar u objeto considerado relevante al medio ambiente en cuestión. Esta

información debe recopilarse y ser procesados con el objetivo de tomar acciones o reaccionar a estímulos basados en los datos validos extraídos.(Pires et al., 2015)

p. Paradigma

Es utilizado comúnmente como sinónimo de “ejemplo”, también se puede decir que es hacer referencia en caso de algo que se toma como “modelo”. Se usa en el vocabulario científico y en expresiones etimológicas, cuando se hacía necesario hablar de modelos de conocimiento aceptados por las comunidades científicas. (Fernandez)

q. Cloud computing

La computación en la nube se logra definir cómo una tecnología que permite acceso por medio de internet a softwares, almacenamiento de archivos y procesamiento de datos. Lo que se ha convertido en una alternativa a la ejecución de infraestructura o servidores locales. (salesforce)

r. HetNets (Redes heterogeneas)

Hace referencia a cualquier grupo de elementos que no cumplen un solo estándar, en telecomunicaciones puede hacer referencia a un grupo de conexiones y/o dispositivos que trabajan con diferentes protocolos, sistemas operativos, en redes inalámbricas hace referencia a dispositivos que trabajan bajo diferentes medios de acceso. Haciendo

referencia a ubicación geográfica de dispositivos, se refiere a una distribución no uniforme de usuarios o nodos. (Tomislav Ivanković, 2013)

s. Carrier Aggregation

En redes de telecomunicaciones hace referencia a la agregación de portadoras para aumentar el ancho de banda hasta 100MHz en la transmisión de datos, las portadoras pueden ubicarse en la misma o en diferentes bandas del espectro, permitiendo el aumento de velocidades de navegación(3GPP;Wannstrom, 2013).

t. Inteligencia artificial (IA)

Consiste en combinar algoritmos y funciones con el objetivo de crear o dotar máquinas de capacidades iguales a los seres humanos. Las capacidades van desde la realización de tareas repetitivas, emulación de pensamiento lógico y racional hasta la toma de decisiones, resolución de problemas y aprendizaje en una máquina.(Kok et al., 2010)

Marco Legal

Frente a la adopción de tecnologías avanzadas, el nivel de penetración de nuevas tecnologías es aún incipiente, IoT tiene una penetración del 9%, robótica 1,5%, impresoras 3D, 2,2%, Big Data 3,2%, Inteligencia Artificial (IA) 1,2% (Ministerio TIC, 2018)

Estos resultados muestran que es necesario fomentar la adopción productiva de tecnologías avanzadas, toda vez que estas son fundamentales para el desarrollo de procesos de transformación digital. Es por esto por lo que en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto Por Colombia Pacto por la Equidad “Para aumentar la productividad, Colombia debe sofisticar y diversificar su aparato productivo. Así mismo, debe fortalecer la capacidad técnica de las empresas no solo para buscar y seleccionar tecnología, sino también para transferirla y absorberla, así como generar y adoptar innovación” (DNP, 2019).

En cuanto a los servicios IoT o Cloud IoT no hay ninguna regulación puntual donde establezca ciertos parámetros o criterios, sin embargo, la LEY 1978 de 2019, realizando modificación a la 1341 del mismo año, tiene apartes donde declara que es necesario el incentivo por parte del estado para adoptar nuevas tecnologías en un proceso de transformación digital.

Se extraen un par de artículos y numerales, directamente citados, donde habla de dichos incentivos y oportunidades hacia la comunidad para el conocimiento de esas tecnologías avanzadas y desarrollo de estas.

LEY 1978 DE 2019 (Congreso de Colombia, 2019)

Por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC, se distribuyen competencias, se crea un Regulador Único y se dictan otras disposiciones.

ARTÍCULO 1°. Objeto. La presente Ley tiene por objeto alinear los incentivos de los agentes y autoridades del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), aumentar su certidumbre jurídica, simplificar y modernizar el marco institucional del sector, focalizar las inversiones para el cierre efectivo de la brecha digital y potenciar la vinculación del sector privado en el desarrollo de los proyectos asociados, así como aumentar la eficiencia en el pago de las contraprestaciones y cargas económicas de los agentes del sector.

ARTICULO 3° Numeral 9

El Estado garantizará la promoción de los contenidos multiplataforma de interés público, a nivel nacional y regional, para contribuir a la participación ciudadana y, en especial, en la promoción de valores cívicos, el reconocimiento de las diversas identidades étnicas, culturales y religiosas, la equidad de género, la inclusión política y social, la integración nacional, el fortalecimiento de la democracia y el acceso al conocimiento, en especial a través de la radiodifusión sonora pública y la televisión

pública, así como el uso de nuevos medios públicos mediante mecanismos multiplataforma.

La adquisición de las tecnologías crecientes de la Cuarta Revolución Industrial, como Blockchain, Big Data, (IoT) e Inteligencia Artificial (AI), podrían no llegar a muchos lugares de Colombia, como en zonas apartadas y con bajos recursos.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Aspectos Conceptuales

Para la realización del estudio comparativo de plataformas cloud se propone realizar una investigación basada en su mayoría en la información pública disponible de las plataformas. La primera fuente de información será las páginas web de los proveedores o plataformas a evaluar, referencias en estudios técnicos o reportes y demos de funcionamiento en YouTube o equivalentes con el fin de obtener la mayor cantidad de información de las plataformas cloud. El estudio no será realizado con base a la demanda de servicios o clientes de IoT específicos.

La selección de las plataformas se realizó con base a un estudio realizado por Gartner en 2019 donde evaluó a los proveedores de servicios en la nube que ofrecen infraestructura como servicio. Se seleccionaron las plataformas cloud identificadas como líderes lo cual según Gartner son *“empresas que demuestran una clara comprensión de las necesidades del mercado, son innovadores y líderes de opinión, y tienen planes bien*

articulados que sus clientes pueden utilizar al diseñar sus infraestructuras y estrategias”
(GartnerInc, 2019b).



Ilustración 2. Cuadrante magico para IaaS Cloud

Planeación metodológica

Para la realización del estudio se aplicará la metodología basada en el modelo de referenciación competitiva (Benchmarking) propuesto por Benjamín Betancourt en su libro *Análisis sectorial y Competitividad* (Betancourt Guerrero, 2014), el cual se fundamenta en la ejecución de ocho etapas. Sin embargo, para el presente trabajo se adicionarán y se modificarán algunas de las etapas con el fin de adaptar el proceso a la temática.

La metodología consiste en primer lugar en seleccionar y caracterizar las plataformas cloud a comparar, seguido de buscar criterios de agrupación que permitan hacer el estudio comparativo y con base a estos criterios se diseñará y diligenciará la

matriz de perfil competitivo de las plataformas cloud , después de esto se definirán escenarios o casos de usos de servicios IoT específicos para una siguiente generación de radares de valor los cuales permitirán el análisis gráfico del estudio comparativo para finalizar con el análisis de la información obtenida en función de los diferentes servicios IoT para poder establecer los criterios para seleccionar una plataforma cloud.

Tabla 2. Fases de la propuesta solución

Modelo de referenciación competitiva Benjamín Betancourt		Modelo comparativo de plataformas cloud que ofrecen servicios IoT	
1	Organización del equipo que va a desarrollar el proceso.	1	
2	Selección de las organizaciones a comparar.	2	Selección plataformas cloud.
3	Caracterización de los fabricantes que se van a colacionar.	3	Caracterización de las plataformas cloud a comparar.
4	F.C.E. (Identificación de factores claves del éxito)	4	Identificación las características diferenciadoras en un servicio IoT.
5	Descripción de los FEC	5	Identificación y descripción criterios decisivos para estudio comparativo
6	Elaboración de la matriz de Perfil Competitivo – MPC.	6	Diseño de la matriz del perfil competitivo
		7	Definición de diferentes escenarios servicios IoT.
		8	Diligenciamiento matriz para los escenarios
7	Elaboración de los radares de comparación.	9	Elaboración radar de comparación.
8	Análisis e interpretación de los datos arrojados por la MPC y los radares.	10	Análisis resultados y conclusiones

Como se definió en la Tabla 2 las primeras fases consisten en la identificación y caracterización de las plataformas a comparar. Durante este proceso se identificarán las características y criterios decisivos que permitirán su siguiente evaluación.

Al contar con los criterios se propone realizar una selección de escenarios de servicios IoT, iniciando con un escenario en cual se requieren almacenar y gestionar gran cantidad de datos (escenario alta demanda), otro en el cual se requiere analizar datos de forma inmediata (escenario critico) y finalmente un escenario intermedio en el cual se manejen cantidad de datos considerables los cuales deben ser analizados en un plazo de tiempo máximo (escenario medio); los escenarios se plantean con el fin de poder evaluar las plataformas de forma más real y confiable.

Teniendo en cuenta los escenarios anteriormente planteados, en la Tabla 3 se presenta una tentativa de la matriz de perfil competitivo, sobre la cual se realizará la evaluación de las plataformas seleccionadas en las primeras fases. La matriz representa de forma cuantitativa los criterios decisivos, asignándoles ponderaciones en cada una de las plataformas.

Tabla 3. Propuesta Matriz de Perfil competitivo

Criterios decisivos	Peso		Google Cloud		Microsoft Azure		AWS	
	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor
Seguridad	20	0,20						
Servicios	20	0,20						
Precio	20	0,20						
Documentación	20	0,20						
Facilidad para el usuario	20	0,20						
Total	100%	1,00						

Al finalizar el diligenciamiento de la matriz de perfil competitivo, se plantea la creación de un gráfico radial para cada uno de los escenarios planteados, que permitan visualizar gráficamente las características sobre cada una de las plataformas, buscando identificar la que resulte la mejor solución para cada uno de ellos.

En la Ilustración 3 se plantea un diseño básico del grafico radial, teniendo en cuenta los criterios decisivos seleccionados.

La matriz y el grafico radial propuestos son susceptibles a cambios con el avance de la investigación.

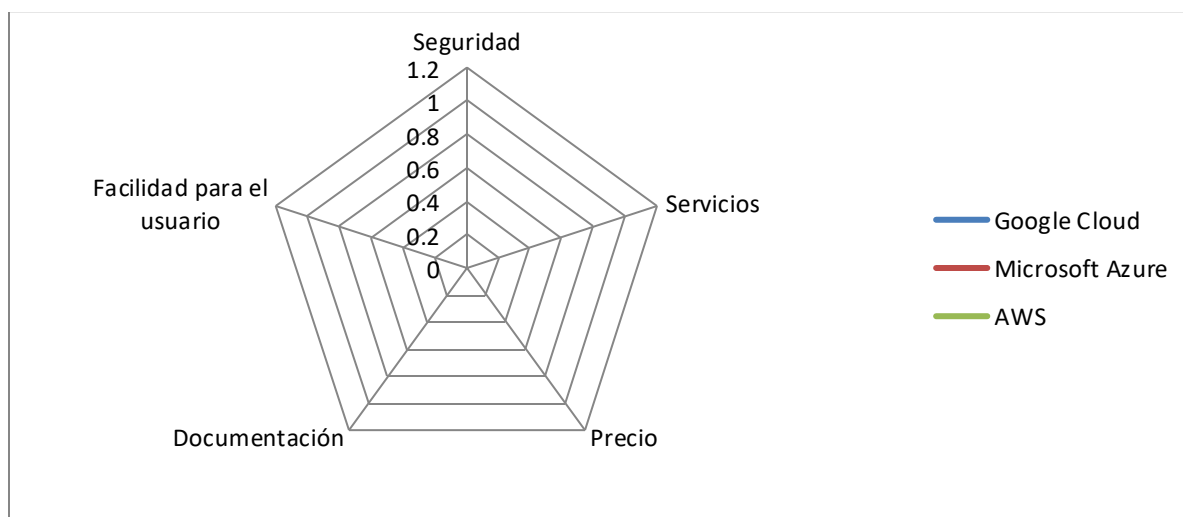


Ilustración 3. Radar de comparación

Desarrollo Tecnológico

En el presente proyecto no se realizará desarrollo ni utilización de software tecnológico especializado, las herramientas a utilizar hacen parte del paquete básico de Windows.

Conclusiones y proyecciones

Debido a que el proyecto consiste en realizar una investigación seguida de un proceso comparativo, es importante contar una metodología definida que permita organizar claramente toda la información que se espera obtener. En este caso se toma de referencia una metodología específica para la realización de un benchmarking. El proceso de definición de matriz requirió un proceso largo debido a que no se ha realizado la investigación y no se tienen definidos los criterios para la evaluación, sin embargo se realizan con los supuestos de la información que se espera obtener. Con la propuesta de la

matriz y gráficos radiales se espera poder plasmar gráficamente los resultados de la investigación que permitan realizar una selección de la plataforma de forma más acertada.

Recomendaciones

Se recomienda realizar una investigación profunda en diferentes fuentes de información para garantizar obtener la mayor cantidad de información sobre las plataformas a analizar, esto permite poder establecer de forma más certera los criterios decisivos para la evaluación, sin embargo es importante tener unos elementos básicos como los propuestos en la matriz para poder acotar el estudio y poder realizar llegar a algún resultado de selección.

Se recomienda realizar un estudio y selección apropiada de los casos de escenarios de servicios IoT, debido a que cada escenario requiere tener en cuenta elementos propios que cambiarían significativamente la evaluación de los criterios decisivos y por ende el resultado de selección de plataforma a la cual se desea llegar.

CONCLUSIONES

En los últimos años se ha observado un gran avance en investigación y evolución de tecnologías IoT. Se han desarrollado diversos estudios comparativos e investigaciones donde se han estudiado diferentes elementos de la arquitectura IoT, desde los tiempos de conexión entre los dispositivos y las plataformas, tipos de sensores y plataformas de analítica IoT.

Se estudiaron varios artículos donde se confirma el sin número y gran variedad tanto de soluciones IoT como de características que existen por evaluar. Cada uno de estos busca enfocarse en algo en particular debido a que es bastante denso el querer cubrir todas y cada una de ellas. Es por lo mismo que se observa que el objetivo del documento no consiste en brindar una única solución o un paso a paso de cómo evaluar una plataforma cloud IoT, sino que se busca poder dar al lector la información suficiente para que este se guíe u oriente, ya sea en la incursión de las plataformas cloud IoT o en el propio diseño e implementación de una solución IoT.

Así mismo fue posible identificar las características más relevantes que son fundamentales o de gran peso para la escogencia de una plataforma cloud IoT. Una de estas es la seguridad, en la que la mayoría de los sistemas y arquitecturas de red, tanto como proveedores de servicios cloud como de dispositivos periféricos finales, están haciendo un fuerte énfasis para reforzar tanto el hardware como el software.

La interoperabilidad también es un factor importante debido a la gran cantidad de proveedores y equipos actualmente en el mercado, permite que un desarrollador de IoT combine uno o varios de ellos con el fin de cubrir las necesidades que se requieran.

Otro elemento importante que ofrecen las plataformas cloud, en un desarrollo de IoT es la escalabilidad y manejo de grandes volúmenes de datos, debido a que las tecnologías y en especial los servicios IoT y la cantidad de datos que dichos servicios manejan, se requiere contar con herramientas que permitan crecer y adaptar la solución al crecimiento propio de las tecnologías de la información.

LISTA DE REFERENCIAS

- 3GPP;Wannstrom, J. (2013). *Carrier Aggregation explained*.
<https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/101-carrier-aggregation-explained>
- Aldana Mosquera, V., Argumedo Macias, A., & Morales Jimenez, J. (2010).
 Competitividad de la pequeña empresa del sector ornamentales en Atlixco, México1.
Entramado, 6(2), 26–35.
- Atanassov, K. T., Atanassova, V., Kacprzyk, J., Kaluszek, A., Krawczak, M., Owsinski, J. W., Sotirov, S., & Sotirova, E. (2021). *Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Challenges, Solutions and Perspectives* (P. A. of S. Janusz Kacprzyk, Systems Research Institute & P. Warsaw (eds.); Vol. 1081). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-47024-1>
- Betancourt Guerrero, B. (2005). *Análisis Sectorial y Competitividad*. 212.
- Betancourt Guerrero, B. (2014). *Análisis Sectorial y Competitividad*. ECOE Ediciones.
- Campoverde, A. M., L Hernández, D., & Mazón, B. E. (2015). *Cloud computing con herramientas open-source para Internet de las cosas*. 173–182.
- Cardoso, J., Pereira, C., Aguiar, A., & Morla, R. (2017, July 10). Benchmarking IoT middleware platforms. *18th IEEE International Symposium on A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, WoWMoM 2017 - Conference*.
<https://doi.org/10.1109/WoWMoM.2017.7974339>

- Congreso de Colombia. (2019). *Ley 1978 del 2019*. 4.
- Diwaker, C., Sharma, A., & Tomar, P. (2022). *IoT ' s Futur e Aspects and Environment Surrounding IoT*.
- DNP. (2019). *DNP-Departamento Nacional de Planeación*.
- Farnell. (2019). *Farnell Global IoT Survey 2019*. <https://es.farnell.com/global-iot-survey-2019>
- FORTINET. (n.d.). *What is QoS (Quality of Service)? | Fortinet*. Retrieved February 10, 2021, from <https://www.fortinet.com/lat/resources/cyberglossary/qos-quality-of-service>
- Ganguly, P. (2016). Selecting the right IoT cloud platform. *2016 International Conference on Internet of Things and Applications, IOTA 2016*, 316–320. <https://doi.org/10.1109/IOTA.2016.7562744>
- GartnerInc. (2019a). *Designing an IoT Reference Architecture*. Gartner Research. <https://www.gartner.com/en/documents/3970299>
- GartnerInc. (2019b). *Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide*. <https://www.gartner.com/doc/3947472>
- GartnerInc. (2020a). *Gartner*. <https://www.gartner.com/en>
- GartnerInc. (2020b). *Gartner | Magic Quadrant Research Methodology*. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/magic-quadrants-research>
- GartnerInc. (2020c). *Gartner | Research & Advisory*. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies>

GartnerInc. (2020d). *Gartner | Special Reports | IT Research*.

<https://www.gartner.com/technology/research/>;

Grünberg, K., & Schenck, W. (2018a). A Case Study on Benchmarking IoT Cloud Services. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10967 LNCS, 398–406. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94295-7_28

Grünberg, K., & Schenck, W. (2018b). A Case Study on Benchmarking IoT Cloud Services. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10967 LNCS, 398–406. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94295-7_28

KAA. (n.d.). *Kaa | Enterprise IoT Platform* . Retrieved September 11, 2020, from <https://www.kaaproject.org/>

Kevin, A. (2010). That ' Internet of Things ' Thing- In the real world, things matter more than ideas. *RFiD Journal*, 4986. <https://doi.org/10.1038/nature03475>

Kok, J. N., Boers, E. J. W., Kusters, W. A., Putten, P. Van Der, & Poel, M. (2010). *Artificial Intelligence: Definition, Trends, Techniques and Cases*. 1096–1097.

Microsoft Azure. (n.d.). *Qué es Azure: Servicios en la nube de Microsoft | Microsoft Azure*. 2020. Retrieved September 8, 2020, from <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-azure/>

Ministerio TIC. (2018). Plan TIC 2018-2022. *El Futuro Digital Es de Todos*, 1–105.

Moran Amortegui, H. D., & Huertas Martinez, K. (2017). *Análisis comparativo de*

plataformas cloud con soporte orientado a servicios de internet de las cosas.

Universidad Catolica de Colombia.

Perera, C., Liu, C. H., Jayawardena, S., & Chen, M. (2015). A Survey on Internet of Things from Industrial Market Perspective. *IEEE Access*, 2, 1660–1679.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2389854>

Pires, P. F., Delicato, F. C., Batista, T., Barros, T., Cavalcante, E., & Pitanga, M. (2015). Plataformas para a Internet das Coisas. *Anais Do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, 110–169.

Ray, P. P. (2016). A survey of IoT cloud platforms. *Future Computing and Informatics Journal*, 1(1–2), 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2017.02.001>

Raza, S., Helgason, T., Papadimitratos, P., & Voigt, T. (2017). SecureSense: End-to-end secure communication architecture for the cloud-connected Internet of Things.

Future Generation Computer Systems, 77, 40–51.

<https://doi.org/10.1016/j.future.2017.06.008>

Sekhar, S. C. (2010). Benchmarking. *African Journal of Business Management*, 4(June), 882–885.

Tomislav Ivanković. (2013). Heterogeneous Networks in theory and practice - IEEE Conference Publication. *36th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/6596300>

Ubidots. (n.d.). *IoT platform | Internet of Things | Ubidots*. Retrieved September 11,

2020, from <https://ubidots.com/>

UIT-T. (2017). *YSTR-UCC - oneM2M-Use Case Collection*. <https://www.itu.int/pub/T-TUT-IOT-2017-M2M4/es>

Zebra. (2019). *Estudio de Zebra: número récord de empresas convirtiéndose en “inteligentes” con crecientes inversiones de IoT.*

<https://www.zebra.com/la/es/about-zebra/newsroom/press-releases/2019/zebra-intelligent-enterprise-study-results.html>