

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PLATAFORMAS AMAZON, GOOGLE, AZURE, PARA INTERNET DE LAS COSAS "IOT" USANDO NODE-RED COMO MIDDLEWARE

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas

AUTORES: EFRAIN MAURICIO MOCHA ZHINGRI LUIS FABIAN PALTÍN GUAMANRRIGRA TUTOR: ING. ERWIN JAIRO SACOTO CABRERA, Ph.D.

> Cuenca - Ecuador 2022

### CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Efrain Mauricio Mocha Zhingri con documento de identificación N° 0106782246 y Luis Fabian Paltín Guamanrrigra con documento de identificación N° 0106430945; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 02 de agosto del 2022

Atentamente,

Hao M.

Efrain Mauricio Mocha Zhingri 0106782246

Dought

Luis Fabian Paltín Guamanrrigra 0106430945

#### CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Efrain Mauricio Mocha Zhingri con documento de identificación No. 0106782246 y Luis Fabian Paltín Guamanrrigra con documento de identificación No. 0106430945, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: "Análisis comparativo de las plataformas Amazon, Google, Azure, para internet de las cosas "IoT" usando Node-RED como middleware", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 02 de agosto del 2022

Atentamente,

Efrain Mauricio Mocha Zhingri

0106782246

Andreal

Luis Fabia Paltín Guamanrrigra

0106430945

#### CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Erwin Jairo Sacoto Cabrera con documento de identificación N° 0301185229 docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PLATAFORMAS AMAZON, GOOGLE, AZURE, PARA INTERNET DE LAS COSAS "IOT" USANDO NODE-RED COMO MIDDLEWARE, realizado por Efrain Mauricio Mocha Zhingri con documento de identificación N° 0106782246 y por Luis Fabian Paltín Guamanrrigra con documento de identificación N° 0106430945, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 02 de agosto del 2022

Atentamente,

ERWIN JAIRO Firmado digitalmente por ERWIN JAIRO SACOTO CABRERA SACOTO Fecha: 2023.01.12 CABRERA 11:12:26 -05'00'

Ing. Erwin Jairo Sacoto Cabrera, Ph.D. 0301185229

# Contents

A	gradeci	imien	tos	vii
D	edicato	ria	v	iii
D	edicato	oria		ix
G	losario	de te	érminos	x
R	esumen	ı		xi
A	bstract		х	iii
LI	STA D	)E Fl	GURAS	xv
1	Intro	lucci	ón	1
2	Probl	ema		<b>2</b>
3	Objet           3.1         C           3.2         C	<b>ivos</b> )bjetiv )bjetiv	del Proyecto vo General	<b>3</b> 3 3
4	Funda 4.1 E 4 4 4 4 4 4 4 4 4.2 R 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	amen 21 Inte .1.1 .1.2 .1.3 .1.4 .1.5 .1.6 .1.7 Raspbe .2.1 .2.2 .2.3 .2.4	tos Teóricos rnet de las Cosas-IoT	$\begin{array}{c} 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \\ 5 \\ 6 \\ 8 \\ 11 \\ 12 \\ 12 \\ 13 \\ 14 \end{array}$

	4.3	Sensor	es	14
		4.3.1	Temperatura y Humedad DHT11	14
		4.3.2	Características del Sensor	14
		4.3.3	Ciclo de Operación	15
	4.4	Nube	y sus Servicios	15
		4.4.1	Introducción a servicios en la nube	15
		4.4.2	Tipos de nube	16
		4.4.3	Modelos de servicio	16
	4.5	Provee	edores Cloud	17
	4.6	Amazo	on Web Service (AWS)	18
		4.6.1	Arquitectura	19
		4.6.2	Componentes Amazon Web Service	20
		4.6.3	Protocolos de Comunicación	20
		4.6.4	Productos de Amazon	21
	4.7	Google	e Cloud Platform	22
		4.7.1	Servicios de Google	23
		4.7.2	Arquitectura Google Cloud	23
		4.7.3	Google Cloud IoT Core	24
		4.7.4	Protocolos de comunicación	24
	4.8	Micros	soft Azure	26
		4.8.1	Arquitectura	26
		4.8.2	Componentes de Azure IoT	27
		4.8.3	Protocolos de comunicación Azure	27
-	N/Las			20
5	Mai	rco Me	etodológico	<b>30</b>
5	<b>Mai</b> 5.1	rco Me Arquit	e <b>todológico</b> sectura Azure	<b>30</b> 30
5	Mai 5.1 5.2	r <b>co M</b> e Arquit Arquit	etodológico Jectura Azure	<b>30</b> 30 31
5	Mai 5.1 5.2 5.3	rco Me Arquit Arquit Arquit	etodológico sectura Azure	<b>30</b> 30 31 31
5 6	Mar 5.1 5.2 5.3 Inst	rco Me Arquit Arquit Arquit alación	etodológico sectura Azure	<ul> <li><b>30</b></li> <li>30</li> <li>31</li> <li>31</li> <li><b>33</b></li> </ul>
5 6	Mar 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1	rco Me Arquit Arquit Arquit arquit alación Instala	etodológico sectura Azure	<ul> <li>30</li> <li>30</li> <li>31</li> <li>31</li> <li>33</li> </ul>
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1	etodológico sectura Azure	<ul> <li>30</li> <li>30</li> <li>31</li> <li>31</li> <li>33</li> <li>33</li> <li>36</li> </ul>
<b>6</b>	Mar 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1	rco Me Arquit Arquit Arquit calación Instala 6.1.1 6.1.2	ectura Azure	<ul> <li>30</li> <li>31</li> <li>31</li> <li>33</li> <li>36</li> <li>39</li> </ul>
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3	ectura Azure	<ul> <li><b>30</b></li> <li>31</li> <li>31</li> <li><b>33</b></li> <li>36</li> <li>39</li> <li>41</li> </ul>
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Amazon         sectura Google         n y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         Conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Creación del primer flujo en Node-Red	<ul> <li><b>30</b></li> <li>30</li> <li>31</li> <li>31</li> <li><b>33</b></li> <li>33</li> <li>36</li> <li>39</li> <li>41</li> <li>42</li> </ul>
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1	rco Me Arquit Arquit Arquit calación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti	ectura Azure	<ul> <li>30</li> <li>30</li> <li>31</li> <li>31</li> <li>33</li> <li>36</li> <li>39</li> <li>41</li> <li>42</li> <li>45</li> </ul>
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Objeti	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Amazon         sectura Google <b>h y Configuración</b> ación y Configuración Raspberry Pi         Conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Creación del primer flujo en Node-Red         vo 2         vo 3	<b>30</b> 30 31 31 <b>33</b> 33 36 39 41 42 45 45
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Objeti Micros	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Amazon         sectura Google         h y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         Conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Creación del primer flujo en Node-Red         vo 3         soft Azure	<b>30</b> 30 31 31 <b>33</b> 33 36 39 41 42 45 45
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Micros 6.4.1	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Amazon         sectura Google         h y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         Conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Vo 2         vo 3         soft Azure         Conexión entre sensor, Node-Red, Microsoft Azure	<b>30</b> 30 31 31 <b>33</b> 33 36 39 41 42 45 45 45 45
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Objeti Micros 6.4.1 6.4.2	ectura Azure	<b>30</b> 30 31 31 33 33 36 39 41 42 45 45 45 45 45
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit calación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Micros 6.4.1 6.4.2 6.4.3	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Google         n y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         vo 2         vo 3         soft Azure         Conexión entre sensor, Node-Red, Microsoft Azure         Creación de cuenta Azure         Create Resource Groups	$\begin{array}{c} \textbf{30} \\ \textbf{30} \\ \textbf{31} \\ \textbf{31} \\ \textbf{33} \\ \textbf{33} \\ \textbf{36} \\ \textbf{39} \\ \textbf{41} \\ \textbf{42} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{46} \end{array}$
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Micros 6.4.1 6.4.2 6.4.3 6.4.4	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Google         h y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         Conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Creación del primer flujo en Node-Red         vo 2         conexión entre sensor, Node-Red, Microsoft Azure         Creación de cuenta Azure         Create Resource Groups         Conexión entre sensor, Node-Red, Azure	$\begin{array}{c} \textbf{30} \\ \textbf{30} \\ \textbf{31} \\ \textbf{31} \\ \textbf{33} \\ \textbf{33} \\ \textbf{36} \\ \textbf{39} \\ \textbf{41} \\ \textbf{42} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{45} \\ \textbf{46} \\ \textbf{48} \end{array}$
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Micros 6.4.1 6.4.2 6.4.3 6.4.4 6.4.5	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Google         n y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         Conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Creación del primer flujo en Node-Red         vo 2         conexión entre sensor, Node-Red, Microsoft Azure         Create Resource Groups         Conexión entre sensor, Node-Red, Azure         Instalación de node-red-contrib-azure-iot-hub	<b>30</b> 30 31 31 33 33 36 39 41 42 45 45 45 45 45 45 45 45 45 45 53
5	Mai 5.1 5.2 5.3 Inst 6.1 6.2 6.3 6.4	rco Me Arquit Arquit Arquit alación Instala 6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 Objeti Micros 6.4.1 6.4.2 6.4.3 6.4.4 6.4.5 6.4.6	ectura Azure         sectura Amazon         sectura Google         n y Configuración         ación y Configuración Raspberry Pi         conexión y Encendido del Raspberry Pi         Instalación del complemento y driver para DHT11         Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry         Creación del primer flujo en Node-Red         vo 2         conexión entre sensor, Node-Red, Microsoft Azure         Create Resource Groups         Conexión entre sensor, Node-Red, Azure         Instalación de node-red-contrib-azure-iot-hub         Verificación del envio de datos con VS Code	$\begin{array}{c} \textbf{30} \\ \textbf{30} \\ \textbf{31} \\ \textbf{31} \\ \textbf{33} \\ \textbf{33} \\ \textbf{36} \\ \textbf{39} \\ \textbf{41} \\ \textbf{42} \\ \textbf{45} \\ \textbf{46} \\ \textbf{48} \\ \textbf{53} \\ \textbf{57} \end{array}$

		6.4.8	Aprovisionamiento y configuración Stream Job Analytic	60
	6.5	AMAZ	ON WEB SERVICES	67
		6.5.1	Conexión IoT en AWS y Node-Red	67
		6.5.2	Creación de cuenta AWS	68
		6.5.3	Configuración de Iot, objetos, certificados y políticas	70
		6.5.4	Configuración de Políticas	72
		6.5.5	Configuración de certificados	73
		6.5.6	Configuración de certificados en raspbeyry PI	74
		6.5.7	Crear la regla para enviar los Datos a IoT Analytics	79
		6.5.8	Creación del reporte con QuickSight	81
	6.6	Google	e Cloud	86
		6.6.1	Conexión Google cloud - Node-Red	86
		6.6.2	Creación cuenta Google Cloud	86
7	Res	ultados	S	104
8	Cro	nogran	na	107
9	Con	nparac	iones	111
10	Pres	supues	to	115
11	Con	clusior	nes	116
12	Rec	omend	aciones	118
Inc	dex			120
Bi	bliog	rafía		120

# Agradecimientos

Nuestros agradecimientos sinceros, a Dios por darnos buena salud y habernos protegido durante toda esta etapa de estudiantes, a nuestro profesor y tutor Erwin Jairo Sacoto Cabrera, PhD, que nos motivó y guio en el desarrollo de este proyecto hasta su culminación, y también nos brindó su ayuda para la culminación, a todos nuestros profesores que nos brindaron sus conocimientos y enseñan tanto profesionales como experiencias vividas, a nuestros amigos quienes también ayudaron en nuestra etapa como estudiantes para llegar a la meta, agradecemos a nuestros padres por confiar, creer y darnos ese amor de padres.

Gracias a la UPS por los maestros que nos formaron tanto en lo académico como en lo ético, guiándonos hacer personas de bien, para nuestra vida profesional y futuros padres de familia.

Agradecemos también al grupo de investigación Cloud Computing & Smart Cities & High Performance por prestarnos su apoyo desde el inicio del presente Proyecto.

# Dedicatoria

Dedico este logro en primer lugar a dios quien me dio fortaleza y sabiduría, a mis padres, a mi hermano Christian, y a todo mi familia, quienes fueron un pilar fundamental para mis estudios.

También agradezco a mis padrinos Gloria Astudillo y Xavier Muñoz, quienes son un ejemplo a seguir y gracias a ellos y a sus consejos he cumplido con una meta más propuesta en mi vida.

De la misma forma quiero agradecer Alexis y Verónica, quienes fueron los que me brindaron motivación para cumplir con este objetivo.

Efrain Mauricio Mocha Zhingri

# Dedicatoria

La dedicatoria de este proyecto es para mi familia que me motivo a seguir mi etapa de estudiante y es grato pronunciar sus nombres a mis padres Julio Y Maria a mis hermanos Mashi, Beto, Juano, Jenny y nena que gracias a su apoyo incondicional y la confianza que me tuvieron pude lograr mi meta.

Ami compañero de equipo Mauricio, que supo confiar en todo lo que nos propusimos para terminar todo el desarrollo del proyeco. A mi amigo Saul Guaman y Roberto Quinde .

A una persona especial. APP, quien estuvo presente desde el inicio asta el final de mi proyecto, quien siempre me dijo que confiaba en mí. A todos amigos y amigas del barrio que portaron su granito de arena con sus consejos, ideas y ejemplos.

#### Luis Fabian Paltín Guamanrrigra

# Glosario de términos

- Cloud Computing Es una tecnología capaz de permitir conexiones remotas a través del uso de internet.
- **IaaS (Infraestructura como servicio)** Es un servicio capaz de permitir varias funciones de comunicación, entre ellos esta el almacenamiento de información.
- PaaS (Plataforma como servicio) Es un servicio que generalmente ofrece la opción de crear aplicaciones de forma rápida y de manera eficiente.
- **SaaS (Software como servicio)** Es un servicio el mismo que permite la comunicación con aplicaciones que se encuentran dentro de la nube.
- **IoT** Es la agrupación en interconexión de dispositivos que se encuentran alojados en una nube.
- Wi-Fi Tecnología informática que permite conectar varios dispositivos en una red inalámbrica.
- **Java** Lenguaje de Programacion creada por Microsystem en 1995.
- Middleware Es un software intermedio que se posiciona entre el sistema operativo y la aplicaciones.
- IA Programa de computación que se le conoce como un auto aprendizaje similar ala inteligencia humana.

## Resumen

Actualmente, el Internet de las Cosas (Internet of things - IoT) se lo ve como una revolución de la tecnología, la automatización de procesos y servicios es el cambio que la humanidad esperaba, las grandes industrias realizan estudios con el único fin de crear hardware y software para el beneficio de las personas que miran a los dispositivos que usan IoT como dispositivos inevitables de usar.

Al momento de tomar los datos del medio ambiente, juega un papel importante para muchas organizaciones el Internet de las Cosas, debido a que como principal ventaja es la automatización el mismo que es un punto clave, ya que evita el despliegue de un número importante de personas que ejecutarían el mismo trabajo que simplemente con el uso de tecnología reemplazan dichos trabajos.

La automatización de procesos es un cambio, debido a ello se ha visto una opción muy recomendable el implementar una arquitectura orientada a utilizar los servicios disponibles que se encuentran hoy en día en la nube.

La recolección de datos del clima es un punto valioso, es por ello que se ha optado por la implementación de una infraestructura capaz de recoger los datos y enviarlos a las diferentes nubes privadas como Amazon Cloud, Google Cloud, Azure Cloud.

Con el fin de lograr este propósito se ha implementado una comunicación entre un sensor que recolecta los datos, el mismo que envía su información hacia las diferentes nubes mediante la utilización de diferentes protocolos de comunicación.

El proyecto se basa en el envío de información desde un publicador en este caso el raspberry hacia la nube y posteiror a ello generar gráficas obteniendo dicha información, pero lo más importante es reconocer los costos de envió de mensajes, número de dispositivos que se usan y así tener una clara idea del límite que provee cada nube.

Para realizar el envío de información y posterior gráficas nos basamos en 5 fases:

fase 1 Despliegue de Node-Red en el Raspberry

fase 2 Conexión entre el sensor de temperatura y humedad con el raspberry

fase 3 Implementación de una función capaz de conectarse con las nubes privadas.

fase 4 Configuración de Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service y

posterior comunicación con Raspberry Node-Red.

fase 5 Envío de datos a los diferentes generadores de informes.

fase 6 Comparación de costos de cada nube.

Ya con los datos obtenidos y generando gráficas podemos ver cuantos mensajes por segundo son enviados, así mismo se pude evidenciar desde el numero mínimo de dispositivos que serán los sensores de humedad y temperatura que se puede implementar en cada nube privada, sabiendo que los proveedores presentan planes de uso y cada uno de ellos se diferencia debido a que no poseen la misma infraestructura, pero si poseen características algo similares.

## Abstract

Currently, the Internet of Things (Internet of things - IoT) is seen as a revolution in technology, the automation of processes and services is the change that humanity expected, large industries carry out studies with the sole purpose of creating hardware and software for the benefit of people who look at devices using IoT as unavoidable devices to use.

When taking data from the environment, the Internet of Things plays an important role for many organizations, because the main advantage is automation, which is a key point, since it avoids the deployment of a significant number of people who would perform the same work that simply with the use of technology replace those jobs.

The automation of processes is a change, due to this it has been seen as a highly recommended option to implement an architecture oriented to use the available services that are found today in the cloud.

Weather data collection is a valuable point, which is why it has been decided to implement an infrastructure capable of collecting data and sending it to different private clouds such as Amazon Cloud, Google Cloud, Azure Cloud.

In order to achieve this purpose, a communication has been implemented between a sensor that collects the data, the same one that sends its information to the different clouds through the use of different communication protocols.

The project is based on sending information from a publisher, in this case the raspberry, to the cloud and subsequently generating graphs obtaining said information, but the most important thing is to recognize the costs of sending messages, number of devices used and thus having a clear idea of the limit provided by each cloud.

To send information and subsequent graphics we rely on 5 phases:

phase 1 Deployment of Node-Red on the Raspberry

**phase 2** Connection between the temperature and humidity sensor with the raspberry

phase 3 Implementation of a function capable of connecting with private clouds.

phase 4 Configuration of Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service

and subsequent communication with Raspberry Node-Red.

phase 5 Sending data to the different report generators.

phase 6 Comparison of costs of each cloud.

Already with the data obtained and generating graphs we can see how many messages are sent per second, likewise it can be evidenced from the minimum number of devices that will be the humidity and temperature sensors that can be implemented in each private cloud, knowing that the providers present usage plans and each of them differs because they do not have the same infrastructure, but they do have somewhat similar characteristics.

# LISTA DE FIGURAS

4.1	Aplicaciones IoT [124]	5
4.2	Arquitectura IoT [131]	7
4.3	Publicador Suscriptor [72]	0
4.4	Raspberry Pi [60]         1	2
4.5	Clientes (Publicadores y Suscriptores), Broker [39]	3
4.6	Características de los sensores [115]	5
4.7	Arquitectura IoT Core Amazon Web Services [95]	9
4.8	Arquitectura IoT Core Google Cloud [95]	4
4.9	Arquitectura IoT Core Microsoft Azure [95]	7
5.1	Arquitectura IoT en Microsoft Azure	1
5.2	Arquitectura IoT en Amazon	2
5.3	Arquitectura IoT Google Cloud    3	2
6.1	Sitio Oficial Raspberry	4
6.2	Paso para la instalación	4
6.3	Paso para la instalación	5
6.4	Configurar Raspberry	5
6.5	Configurar Storage	6
6.6	Insertar Micro-SD	6
6.7	Conectar Perifericos	7
6.8	Configuración Node-red	7
6.9	Configurar Raspberry	8
6.10	Configuración Node-red	8
6.11	Configuración Node-red Manage Pallet	9
6.12	Configuración Driver para DHT11	9
6.13	Instalar node-red-contrib-dht-sensor	0
6.14	Seleccionar node-red-contrib-dht-sensor	0
6.15	Instalar node-red-contrib-dht-sensor	1
6.16	$Componente rpi-dht 22 \dots \dots$	1
6.17	Pines de conexión del Sensor	2
6.18	Esquema de conexión del Sensor	2
6.19	Selección de Nodos	2
6.20	Configuración Nodo Inject	3
6.21	Configuración rpi-dht11	3

6.22	Configuración rpi-dht11
6.23	Datos que se muestran en el Debug 44
6.24	Datos que se muestran en el Debug 44
6.25	Topología de Solución IoT en Microsoft Azure 45
6.26	Creación y verificación de la cuenta Azure 46
6.27	Create Resource Groups 46
6.28	Create Resource Groups
6.29	Zona Horaria
6.30	Aprovisionamiento terminado
6.31	Seleccion de IoT Hub
6.32	Seleccion de IoT Hub
6.33	Nombre de IOT HUB
6.34	Selección de acceso público
6.35	Free tier
6.36	Resumen IOT HUB
6.37	Despliegue en progreso
6.38	Creacion de dispositivo
6.39	Nombre de dispositivo
6.40	Detalles del dipositivo
6.41	modulos Node-red
6.42	Paleta de administración Node-red
6.43	Instalación node-red-contrib-azure-iot-hub
6.44	Instalación node-red-contrib-azure-iot-hub
6.45	Editor nodo de inyección
6.46	Editor nodo del sensor
6.47	Función
6.48	Editor nodo de conexión con Azure Cloud
6.49	Sitio Oficial VS Code
6.50	Instalar Azure IoT Hub
6.51	Start Monitoring
6.52	Recibiendo datos de forma correcta
6.53	Creacion de servidor SQL
6.54	Creacion de Base de Datos
6.55	Regla de firewalls
6.56	Configuración Stream Job Analytic
6.57	Recibiendo
6.58	Query creación de la tabla
6.59	Crear un input
6.60	Crear un Output
6.61	Verificación de los datos
6.62	Eiecucion de AnalyticsJob de Azure
6.63	Verificación de datos
6.64	Import data from Sql
6.65	SQL Server database
6.66	Conexión hacia la Base de Datos 66
0.00	

6 67	Caragar datos de la tabla 66
6.68	Datos de la tabla 67
6.69	Graficas de datos en tiempo real Azure Cloud
6.70	Topologia Logia de AWS
6.71	Sitio web Amazon
6.72	Creación de usuario
6.73	Email de usuario
6.74	Vericación de código
6.75	Vefiricación de codigo
6.76	Zona horaria
6.77	Iot Core
6.78	Manage things
6.79	Creación de objeto
6.80	Creación de un objeto simple
6.81	Nombre de objeto
6.82	configuración
6.83	Configuración de política
6.84	Creación de políticas
6.85	Creación de certificados
6.86	Creación de thing
6.87	Configuración filezilla
6.88	Módulos Node-Bed 75
6.89	Módulos Node-Red
6.90	Módulos Node-Red
6.91	Captura de función
6.92	Configuración modulo matt
6.93	Configuración modulo matt
6.94	Configuración certificados 78
6.95	Configuración certificados 78
6.96	MOTT Test Client
6.97	Crear nueva regla
6.98	Query 80
6.99	Message IoT 80
6.100	Create Quick 81
6 10	Message IoT 81
6.105	2Seleccionar QuickSight 81
6 10	Iniciar el servicio
6 104	Crear DataSets 82
6 10	54WS IoT Analytics
6 106	Create Data source 83
6 10	7Edit/Preview data 83
6 109	RDatos en la tabla 84
6 100	Datos finales
6 110	Crear plantilla
6 11	Modelos de Gráficas
U.I.I.	

6.112Gráfica final				86
6.113Arquitectura de Solución IoT en Google Cloud				86
6.114Registro de Usuario				87
6.115Plataforma Google Cloud				87
6.116Crear nuevo proyecto				88
6.117Nombre de Proyecto				88
6.118Configurar el nuevo proyecto				89
6.119Enable APIs y Services				89
6.120Google Cloud IoT API				90
6.121Cloud Pub/Sub API				90
6.122IoT Core				90
6.123Create Registry				91
6.124Configuración del Registro				91
6.125Creación de llaves publico / privado				92
6.126Configuración del Registro				92
6.127Crear Divice				92
6.128Configuración del Registro				93
6.129Configuración de Node-red				93
6.130Paquete node-red-contrib-google-cloud				94
6.131Creación y configuración de los nodos				94
6.132Configuración de Nodo				95
6.133Configuración del Registro				95
6.134Tesis-IoT subcriptions				96
6.135Create Suscription				96
6.136ID subscription				97
6.137Pull information				97
6.138Data Flow				98
6.139Configuración del Job				98
6.140Crear Dataset				99
6.141Crear Tabla				99
6.142Copiar Table ID				100
6.143Pegar table ID				100
6.144Crear buckets				101
6.145Pegar path del buckets				101
6.146Uso de BigQuery				102
6.147Seleccionar nombre de Provecto				102
6.148Graficas Google	•••		•••	103
7.1 Gráfica final Amazon Cloud				104
7.2 Graficas de datos en tiempo real Azure Cloud	•••	•	•••	105
7.3 Gráfica Google Cloud	•••	•	•••	106
	• •	•	•••	100
9.1 Comparación de Servicios				111
9.2 Comparación de costos				112
9.3 Presupuesto				113

#### LISTA DE FIGURAS

9.4	Presupuesto	•		•	•	•	•		•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•		113
10.1	Presupuesto																							115

# Capítulo 1 Introducción

Este proyecto está enfocado a encontrar tanto diferencias como similitudes entre las tres diferentes nubes que son Amazon Cloud, Google Cloud, Azure Cloud, antes de nada se necesita que la información, en este caso los sensores son los que envíen datos a través de un middleware, esto con el fin de que en las nubes se procesen y almacenen la información para luego ser analizada y procesada con los servicios, que cada plataforma ofrece para las distintas suscripciones.

Este proyecto tiene como finalidad dar a conocer los costos y saber como usar cada nube y así en el caso de los estudiantes o empresas que necesiten optar por esta área de estudio y uso de servicios tengan un conocimiento del costo de cada nube, también se tiene en consideración el desarrollo y configuración que se elaboró en cada nube con el fin de lograr la comunicación completa entre los sensores y las nubes.

Para iniciar con un contrato dependerá de las necesidades de cada empresa, ya que se tiene como una opción la prueba gratuita, que es una muy buena alternativa, en este tiempo que se tiene gratis la plataforma es recomendable realizar un listado de sus requerimientos, los mismos que serán realizados en las nubes, desde allí en adelante se podrá optar por pasar por los diferentes tipos de contratos que dispone cada nube, esto sabiendo que cada nube en su nivel básico se tiene varias ventajas.

# Capítulo 2

# Problema

IoT es una tecnología capaz de trabajar con varios dispositivos, los mismos tienen la capacidad de conectarse a internet, esto facilita la comunicación entre dispositivos que se encuentran dentro de la red, de la misma forma ayuda con el proceso de intercambiar información.

Los dispositivos IoT hoy en día generan cantidades enormes de información dependiendo la empresa que los use.

En el ámbito de clima existen miles de sensores capaces de realizar la medición de diferentes fenómenos de la naturaleza, de la misma forma genera una gran ayuda a las industrias o el desarrollo de ciudades inteligentes, los mismos que requieren que todos los datos generados sean almacenados y procesados con el fin de que los destinatarios finales en este caso las empresas puedan evaluar la información.

Con el fin de lograr el envío, recepción y procesamiento de la información se incluye un servicio más que es IoT en la nube, para este caso se incluye las tres nubes privadas Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service con el fin de evaluar los aspectos técnicos, económicos y capacidades con las que cuentan cada nube con la finalidad de proporcionar a los desarrolladores un análisis técnico-económico de las plataformas más utilizadas.

Con lo descrito anteriormente, el propósito del proyecto es encontrar las características comunes y diferencias entre las plataformas, ya que el objetivo es buscar las diferencias como precio, eficacia, sencillez, etc.

Lo que muchas empresas hacen es obtener datos y son almacenados en sus servidores, sin embargo, la seguridad, el tiempo de implementación y la calidad de servicio son problemas que se hacen evidentes al momento de la visualización de la información y la adaptación de nuevos dispositivos, esto se da al momento de enviar datos de un punto a otro dentro de una red o en la creación de nuevas aplicaciones y en el despliegue de las mismas, lo que origina que no se pueda manejar escenarios que tengan cambios dinámicos.

# Capítulo 3 Objetivos del Proyecto

### 3.1 Objetivo General

Diseño y despliegue de una Arquitectura de Tres Capas de IoT, basada en una capa de percepción, capa middleware y la capa de aplicación basada en las diferentes plataformas como Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service, con el objetivo de comparar las características técnicas y económicas de las plataformas antes mencionados.

### 3.2 Objetivos Específicos

- Diseño de una arquitectura de IoT de Tres Capas, basada en una capa de percepción, capa middleware y capa de aplicación. 5
- Implementación de la arquitectura IoT propuesta, considerando en la capa de aplicación el despliegue en las plataformas Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service y la conectividad de la capa de Middleware a las mismas. 6.2
- Desarrollar un protocolo de pruebas de la red para la conectividad, almacenamiento, visualización de la información. 6.3
- Realizar el análisis de los aspectos técnicos y económicos de las plataformas Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service. 7
- Presentar las conclusiones sobre la comparación técnica y económica, así como los resultados de la operación de la arquitectura implementada. 9

# Capítulo 4

# Fundamentos Teóricos

### 4.1 El Internet de las Cosas-IoT

#### 4.1.1 Introducción

El IoT tiene un enfoque relacionado con la recolección de información y datos que generalmente son generados por clientes, en este caso sensores, tal como lo describen los autores en [57, 116].

Una descripción realizada por los autores en sus documentos [131, 133, 112] en donde se explica la circunstancia en la que surge IoT, esto se da como un cambio tecnológico significativo, cuya finalidad es la conexión de varios sensores a través de internet.

#### 4.1.2 Definición de IoT

Los autores en [120, 131], separan las definiciones en dos partes, la primera es Internet y segunda es Things, para el caso de Internet la define como una red virtual, para el caso de Things se refiere a los objetos que se pueden adaptar y comunicar con el ámbito tecnológico. Así mismo, en [120] los autores, se enfocan en tratar al IoT como una infraestructura capaz de lograr la comunicación entre objetos físicos con objetos virtuales, con el fin de lograr una comunicación automática con el único propósito de que los beneficiados sea la humanidad.

#### 4.1.3 Características IoT

Los autores en [123], explica que los beneficios de IoT se dirige al campo de la gestión, donde los beneficiados son los consumidores y las empresas.

Los problemas que se presentan en IoT son resueltos de forma rápida, ayuda con la integración de nuevas áreas y nuevos enfoques, así lo describen los autores en [78].

#### 4.1.4 Problemas IoT

De acuerdo con lo descrito en [78, 41] los autores plantean varios problemas para los entornos de IoT. El primero está ligado con el monitor de las operaciones de una red en donde interviene diferentes herramientas. Otro problema es con la integración de herramientas de seguridad, errores de software, mantenimiento exigente tenencia de redes de loT y, finalmente, problemas de seguridad relacionados con loT.

Entre las dificultades que se encuentra en IoT está una de las más importantes, lo que limita la implementación como lo es la velocidad y cobertura de las redes inalámbricas (Wi-Fi), tal como se menciona en [78].

#### 4.1.5 Aplicaciones de IoT

Las aplicaciones de IoT se encuentran en varios sectores, equipos, herramientas y otras facilidades que comúnmente se utiliza, donde cada vez son más frecuentes encontrarlas en diferentes áreas.

En la figura 4.1, se muestra l las áreas en las que interviene IoT, todo esto lo definen los autores en [124].



Figura 4.1: Aplicaciones IoT [124]

Algunas de las aplicaciones en las que se usa IoT son descritas a continuación.

Smart Health Care

En el área médica el uso de IoT se introduce en dispositivos, principalmente en el monitoreo de personas con algún tipo de discapacidad, persona de la tercera edad, en donde se monitorea problemas como falta de algún medicamento, posibles caídas que puedan sufrir una persona según lo descrito en [63].

Otro empleo en el área médica es el control de los congeladores en los que se almacena muestras importantes como vacunas así lo describen los autores en [124].

Actualmente, se evidencia un creciente uso de dispositivos de portátiles que son introducidos en el área médica con el fin de verificar el estado de salud de una persona, también con la posibilidad de monitorear los cambios de estado sin necesidad de que una enfermera este presente así lo describe los autores en [63].

■ Smart Home(Casa Inteligente)

Los hogares inteligentes cada día son más visibles, ya que se encuentra dispositivos que pueden ser adaptados sin ningún problema al hogar, como sensores de movimiento, sensores de temperatura, iluminación, cámaras de videovigilancia, etc. según lo descrito en [45].

Smart Transportation(Transporte Inteligente)

En el transporte también interviene IoT como la ubicación de cargamentos grandes y costosos, también lo podemos ver en aplicaciones donde se muestra el tráfico, accidentes producidos en la vía, etc. así lo describen los autores en [28].

Industrial Control

Refiriéndose a las industrias, IoT juega un papel importante, ya que es capaz de monitorear la calidad del aire, la temperatura, con el fin de enviar notificaciones o alarmas así lo describen los autores en [34].

Smart Agriculture(Agricultura Inteligente)

En el ámbito de la agricultura, IoT está presente como ejemplo en las mediciones de la temperatura de un invernadero con el fin de evitar exceso de aire caliente que afecte a las plantas, el mismo que ayuda a mejorar la producción tal como se indica en [90].

Smart Environment(Ciudad Inteligente)

IoT es usado en el ámbito del medio ambiente, ya que toma datos con el fin de generar información que será evaluada para una posible predicción de un terremoto de acuerdo con estudios realizados por [21].

#### 4.1.6 Arquitectura IoT

Dependiendo la implementación que se le dé a los dispositivos IoT es necesario contar con una arquitectura capaz de adaptar nuevas funcionalidades.

Con el paso de los años se ha propuesto varias arquitecturas como es el ejemplo la figura 4.2 en donde se encuentra una propuesta multicapas, en donde en el apartado

(a) que es una de las primeras implementaciones se encuentra la capa de Percepción, Red, Aplicación, el apartado (b) se encuentra a más de las capas antes mencionadas la capa de Servicio, y así mismo en el apartado (c) encontramos a más de las capas del apartado (a) la capa de Negocios, Middleware (Software de capa intermedia), es una definición de los autores en[131].



Figura 4.2: Arquitectura IoT [131]

#### 2.1.6.1 Arquitectura de tres capas

Refiriéndose a las capas de Percepción, Red, Aplicación, cumple las mismas funciones en la arquitectura tres y cuatro capas.

■ Capa de Percepción.

Según una definición realizada por [24] detalla que la que la capa de percepción cumple el rol de identificar los dispositivos IoT(sensores y actuadores ), también cumple con la obtención de información del lugar en el cual está colocado los sensores y su posterior transformación de las señales que ingresan a señales digitales.

■ Capa de Red.

Según lo descrito en [43] los autores define que esta capa cumple un papel importante, ya que es la capa que permite la comunicación con otros equipos que pueden ser conectados en la red, pueden ser servidores, dispositivos físicos.

■ Capa de Aplicación.

Esta capa es una de las más importantes, puesto que en esta capa es donde la información va a llegar como datos finales y es donde se permite la comunicación entre las aplicaciones y los servicios que las requieren así lo describe en el documento [20].

#### 2.1.6.2 Arquitectura cuatro capas

En esta capa, a más de las arquitecturas del apartado arquitectura de tres capas(a), interviene la capa Servicios.

• Capa de Servicios

Esta capa es la que actúa como comunicador con la capa inferior, es capaz de administrar servicios para las capas inferiores según lo descrito en [92].

#### 2.1.6.3 Arquitectura cinco capas

Esta arquitectura esta compuesta a más de las 4 capas antes mencionadas, aquí interviene la capa de Negocios, en la arquitectura de cuatro capas se se encuentra la capa de servicios que actúa como middleware.

• Capa de Negocios.

Esta capa se la considera como la administradora del sistema IoT, interviene directamente en la toma de decisiones, según lo descrito en [46].

#### 4.1.7 Protocolos IoT

Este protocolo interviene directamente en las telecomunicaciones, los protocolos IoT son reglas las que permiten la comunicación entre entidades o empresas diferentes.

Entre los aspectos importantes de IoT, está la necesidad de usar los protocolos IoT que ayuda a garantizar seguridad, facilita la escalabilidad, evitan que se genere una dependencia de dispositivos de acuerdo a lo descrito por [114].

#### 2.1.7.1 Tipos de Protocolos IoT

Actualmente existen un sinnúmero de dispositivos IoT, es por ello que se ha generado protocolos IoT con el fin de gestionar la comunicación.

Se describe los protocolos usados en IoT, por lo que el listado generado a continuación no se incluye todos los protocolos, ya que existe un gran numero, pero el documento se enfoca en los más usados en IoT de acuerdo a los autores en [87, 99, 40, 69].

El protocolo a usar está determinado dependiendo de la cantidad de dispositivos a interconectar y la distancia a enviar los datos, estos protocolos se dividen en:

#### • Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto HTTP)

• Los autores en [87] determina que el protocolo cliente-servidor en donde las solicitudes son enviadas por el cliente con el uso de comandos HTTP, en este caso quien genere la solicitud puede ser una aplicación o un navegador el mismo que se encuentra comunicado con un dispositivo IoT.

#### Advanced Message Queuing Protocol (protocolo de cola de mensajes avanzado AMQP)

• AMQP es un protocolo de código abierto enfocado en la mensajería, su enfoque es la seguridad, ya que tiene como finalidad que los mensajes que se envían entre servidores lleguen a su destino según lo descrito en [99].

#### Message Queuing Telemetry Transport (Protocolo de Mensajería de Publicación Suscripción MQTT)

 El protocolo es usado debido a sus características de funcionamiento como aplicaciones de bajo consumo como el procesamiento y memoria limitado de acuerdo a los entornos en los que se implementa tal como lo describen en [40].

#### Constrained Application Protocol(Protocolo de Aplicación Registrada CoAP)

 Es un protocolo conocido como cliente-servidor, en donde las tareas se las reparten entre el servidor y los clientes, encontrando una diferencia donde los clientes puede comunicarse entre sí, sin pasar a través de un servidor, así lo describen los autores en [106].

#### Data Distribution Service (Servicio de Distribución de Datos DDS)

• DDS es un servicio de distribución con un estándar de software exclusivamente desarrollado con el fin de soporta el modelo publicador/suscriptor para sistemas en tiempo real de acuerdo a los autores en [70].

#### 2.1.7.1.1 MQTT

Como se indica en [67, 72, 42], "MQTT es un protocolo publicador-suscriptor simple y liviano", así mismo los autores en [72] en su documento puntualizan que con el modelo publish/subscribe(publicador/suscriptor) los clientes no se reconocen entre sí, cada cliente lo único que conoce es la dirección y el puerto del broker.

Una definición de MQTT segun los autores [126, 111], lo describe como un protocolo de transporte con un diseño para el ámbito de IoT, es compatible con varias plataformas como Amazon AWS IoT, Microsoft Azure IoT Hub, etc.

Cuando se implementa el protocolo MQTT, es necesariamente también desplegar un cliente MQTT con el fin de que recoja y publique los datos obtenidos, así lo describe

#### el autor en [39, 110].

En la figura 4.3 se muestra comunicación entre los clientes y el broker(intermediario).



Figura 4.3: Publicador Suscriptor [72]

Con este tipo de comunicación lo que se obtiene es una comunicación síncrona denominada near-realtime(casi en tiempo real) así lo describe los autores en [72].

En el caso del broker es quien redirige los mensajes hacia los clientes " según la suscripción a tópicos", así lo redacta en [125].

Otra definición de las funciones que realiza un broker la escribe los autores en [81], donde describen que el broker es quien redirige la información hacia los solicitantes, en este caso los clientes, los mismos que nunca tienen una comunicación directa, ya que el broker es el intermediario entre ellos.

#### Ventajas MQTT

 $\blacksquare$  Confiable

El protocolo MQTT trabaja en conjunto con el protocolo TCP con el fin de garantizar el envío y entrega de los mensajes sin errores y respetando el orden en el que fueron enviados, así lo describe en [39]

Ligero

Los autores en [47], describe al protocolo MQTT como un protocolo ligero como una ventaja, debido a que es usado para mensajería ligera adecuado para escenarios M2M(Machine to Machine o máquina a máquina), debido a que los recursos tienen limitaciones como ancho de banda bajo. • Facilidad de despliegue

Entre las facilidades que provee el protocolo MQTT, esta el fácil despliegue, ya que los lenguajes de programación como Java(lenguaje de programación), Python( lenguaje de alto nivel de programación) disponen sus librerías adaptables a cualquier sistema, lo que permite la implementación de clientes MQTT, quienes son encargados de suscribir o publicar facilitando el proceso así lo describe los autores en [9].

Como se indica en [39] los mismos redactan es su documento que una ventaja de usar el protocolo MQTT es que se puede usar varios middlewares de fácil configuración y despliegue.

Fiable

MQTT es fiable debido a que implementa servicios los cuales permiten identificar la perdida de mensajes o si hubiera mensajes duplicados, así lo describe los autores en [86].

Soporta control de acceso

De acuerdo a los estudios realizados en [98], una forma de prevenir el acceso a los recursos del broker es a través del uso de credenciales con el único fin de autorizar únicamente a los clientes seleccionados.

• Encriptación TLS(Transport Layer Security seguridad de la capa de transporte)

Una de las formas de asegurar la información es con la implementación del protocolo TLS, ya que permite realizar un cifrado de la información, así lo especifica los autores en su documento[3].

### 4.2 Raspberry PI

Un dispositivo Raspberry Pi es conocido como una computadora capaz de ejecutar diversos sistemas operativos como cualquier computadora, pero uno a la vez, así mismo el dispositivo Raspberry Pi cuenta con puertos, lo que permite conectar múltiples periféricos de entrada y salida, es una definición que se encuentra en el documento de los autores en [54].

#### 4.2.1 Definición de Raspberry Pi

El Raspberry Pi mostrado en la **figura 4.4** es un controlador de borde de sesión "SBC" (Ordenador de placa única) de bajo costo en comparación con una computadora normal, su inicio se dio en el año 2012 en la fundación Raspberry Pi https://www.raspberrypi.org ubicada en Reino Unido, así los describe los autores en [55].

Raspberry Pi es una placa que realiza el mismo trabajo que una computadora, con limitaciones como la memoria Ram, procesador, etc. Su inicio se da en el año 2012 en su inicio se la presento enfocado en el estudio relacionado a la programación, es un concepto que descrito en [54].

Desde el 2012 que fue su lanzamiento, se han creado tres modelos, Raspberry Pi A, B y Zero, y un cuarto modelo conocido como Compute Module esta enfocado en las industrias.



Figura 4.4: Raspberry Pi [60]

#### 4.2.2 Implementación de Raspberry Pi

De acuerdo con lo descrito, en [60] el enfoque de diseño de Raspberry Pi es similar a una computadora con características fuertes en relación con el precio, su amplio uso hace que sea una herramienta enfocada a la investigación que puede ir desde algo simple como la grabación de video en un circuito cerrado, el encendido y apagado de dispositivos, hasta algo complejo como el monitoreo del clima.

A continuación las ventajas y desventajas de usar Raspberry Pi lo describen los autores en [75].

#### Ventajas

- Velocidad de procesamiento.
- Varias interfaces de conexión.
- Costos bajos.
- No requiere experiencia en programación.
- Fácil implementación y portabilidad.
- Bajo consumo de energía.
- Compatible con varios sistemas operativos.

#### Desventajas

- A comparación con una PC no es tan potente.
- No cuenta con botón de encendido y apagado.

### 4.2.3 Partes de Raspberry Pi

de acuerdo con lo descrito en [93], se describen las partes que componen al Raspberry Pi, que se muestran en la **figura 4.5**, describe los componentes de una Raspberry Pi son CPU,Memoria de 1 GB de RAM, entrada USB, entrada HDMI, entrada Ethernet, conector de audio y video, interfaz de cámara, interfaz de pantalla, entrada de tarjeta Micro SD, Con el raspberry puede ejecutar una variedad de distribuciones ARM GNU/Linux y Microsoft Windows .



Figura 4.5: Clientes (Publicadores y Suscriptores), Broker [39]

### 4.2.4 Instalación y Configuración

GNU/linux basado en debian sistema operativo que se va alojar en la Raspberry Pi gracias a los avances es muy sencillo, ya que se necesita de una computadora en donde se descarga Raspberry Pi Imagen, el mismo que debe ser instalado en una tarjeta SD con el uso de una herramienta que le permita realizar dicho proceso según el autor lo detalla en [55].

### 4.3 Sensores

### 4.3.1 Temperatura y Humedad DHT11

El dispositivo DHT11 es capaz de obtener datos como la temperatura y humedad que son parámetros de medición que normalmente se usa en la recolección de información, así lo explica los autores en [117].

Una definición más del sensor DHT11 lo realizan en [129] que lo describe como un sensor capaz de medir dos parámetros al mismo tiempo, la temperatura y la humedad, como característica posee una salida digital calibrada lo que ayuda a que tenga un tiempo de uso prolongado.

Otra definición del sensor DHT11 lo realiza [11] el mismo que indica que posee 2 sensores, el primero un sensor tipo NTC (Coeficiente de Temperatura) y el segundo un sensor que mide la humedad.

Como ventaja de acuerdo con [68] quien afirma que es un producto de buena calidad, lo que ayuda a tener respuestas rápidas en la toma de datos, otra ventaja es que no tiene interferencias y una de las más importantes es el bajo costo frente al trabajo que realiza.

Una descripción más a fondo la realiza los autores en [56], debido a que indica que el sensor posee un microcontrolador de 8 bits en su interior, el mismo que hace el proceso de los datos y posterior envío hacia el pin de salida, con un envío bidireccional lo que convierte al sensor en un dispositivo complejo.

### 4.3.2 Características del Sensor

En la siguiente **figura 4.6**, el sensor de humedad y de temperatura es un dispositivo que debe ser manipulado con mucho cuidado asi lo describen los autores en [115].

Parámetro	DHT11	DHT22							
Alimentación	$3$ Vdc $\leq$ Vcc $\leq$ 5Vdc	$3.3$ Vdc $\leq$ Vcc $\leq$ 6Vdc							
Señal de Salida	Digital	Digital							
Rango de medida Temperatura	De 0 a 50 °C	De -40°C a 80 °C							
Precisión Temperatura	±2 °C	<±0.5 °C							
Resolución Temperatura	0.1°C	0.1°C							
Rango de medida Humedad	De 20% a 90% RH	De 0 a 100% RH							
Precisión Humedad	4% RH	2% RH							
Resolución Humedad	1%RH	1%RH							
Tiempo de respuesta	1s	2s							
Tamaño	12 x 15.5 x 5.5mm	14 x 18 x 5.5mm							

Figura 4.6: Características de los sensores [115]

#### 4.3.3 Ciclo de Operación

Un ciclo de operación lo define en [79], desde que se realiza la solicitud hasta el momento en el que el sensor envía la información respectiva, todo ese tiempo se lo denomina ciclo de operación.

"El envío de datos se lo realiza en un tiempo aproximado de 4m<br/>s", así lo describe en el documento en [122].

Proceso de envío y recepción de datos según [118] consta de los siguientes pasos.

### 4.4 Nube y sus Servicios

#### 4.4.1 Introducción a servicios en la nube

Un gran incremento de servicios se ha visto debido a la demanda de uso que apareciendo recientemente, lo que significa una mayor concurrencia con el fin de usar las diferentes aplicaciones que que tiene disponibles en la nube, y a su vez puedan ser usados por los usuarios, así lo describen en [44, 113].

En el área de la informática, la computación en la nube juega un papel importante debido a que en una de los principales tecnologías líderes descrito por los autores en [48, 109]. Lo que actualmente domina como tecnología es la computación en la nube, lo indica los autores en [48, 104], asi mismo describen que es una de las tecnologías que lidera el mercado. Investigaciones de los autores [49], indican que un cambio en la forma de implementar los procesos que actualmente se los conoce como tradicionales se podría dar a través de la computación en la nube.

De acuerdo con [94], lo que al parecer es una aplicación web sencilla, detrás de esa aplicación existe toda una infraestructura creada que brida servicios para los usuarios, servicios de búsqueda, almacenamiento, etc.

#### 4.4.2 Tipos de nube .

De acuerdo a los autores en [14], la nube es una forma en la que las empresas pueden crecer en sus capacidades informáticas.

Nube Privada

Los autores en [12] describen en su documento a la nube privada como un tipo de nube especializada para organizaciones, la gestión en ocasiones la pueden ofrecer terceros, pero la única que puede gestionar y verificar su funcionalidad será la organización que la consume.

Nube Pública

Es una nube disponible para cualquier tipo de público, indistintamente el enfoque que tenga, como ventaja es su centro de datos que está ubicado en diferentes localidades, lo que beneficia en cuanto a la comunicación y disponibilidad, los usuarios no realizan mantenimiento, ya que es el deber del proveedor realizarlo, así lo describen los autores en [7].

Nube Comunitaria

Su enfoque está basado en el consumo, puesto que puede estar disponible para un grupo de organizaciones que realizan consumos relacionados, su administración la puede realizar cualquier miembro del grupo o a su vez puede ser realizado por una organización que no pertenece al grupo, así mismo puede o no encontrarse en las instalaciones, así lo describen los autores en [12].

#### 4.4.3 Modelos de servicio

Los servicios en la nube ha sido el pilar fundamental para dar un gran cambio a la informática, ya que ha mejorado las altas demandas que actualmente existen relacionados a servicios, con ello se ha generado 3 servicios en la nube que lo describen los autores en [101].
Tres servicios vitales de la computación en la nube son SaaS, PaaS e la<br/>aS segun la definición de [101].

#### ■ Infraestructura como servicio (IaaS)

Una descripción por parte de [71], se detalla a IaaS como una forma de que los consumidores sean capaces de crear máquinas virtuales, aplicaciones y controlar sus redes, almacenamiento, etc.

Siguiendo una descripción de [89, 30] IaaS como un modelo de infraestructura enfocada en el envío de información en tiempo real debido a las demandas, esto se lo puede evidenciar cuando los usuarios realizan la virtualización, en ese momento se ve la necesidad de tiempo real ya que se realiza cambios en servicios como almacenamiento, red, memoria ram, etc. Los proveedores que pueden ofrecer esos servicios son Rackspace, Amazon EC2, VMware, Salesforce, Google cloud, y plataforma Microsoft Azure.

### Plataforma como servicio (PaaS)

El entorno en el que realiza el usuario el desarrollo de aplicaciones y programas facilita su producción, ya que no es necesario la instalación o administración del entorno, así lo describe los autores en [84].

### ■ Software como servicio (SaaS)

SaaS provee una función que facilita el uso de aplicaciones del proveedor, que pude ser manipulada por los clientes, esto se lo realiza con el uso de una a aplicación web, puede ser con el navegador, así lo describe los autores en [88, 102].

En el documento de los autores [59], se indica como aventajado es el consumidor o cliente ya que no realiza ninguna supervisión o mantenimiento de la infraestructura, esto lo realiza el proveedor en este caso SaaS ya que está enfocado en la interfaz de comunicación con el usuario final, el mismo ayuda a interactuar con el software.

# 4.5 Proveedores Cloud

Como se indica en [10, 113, 4], dentro del ámbito empresarial, diariamente se está decidiendo optar por nuevas formas de trabajo, como la migración en la nube, iniciando con la computación que es el cambio principal de la era digital. Hay diversos proveedores que ofrecen estos servicios y se han ido posicionando en el mercado gracias a la satisfacción de los usuarios.

- Amazon Web Service
- Google Cloud
- Microsoft Azure
- Alibaba Cloud

Para realizar el proyecto se toma en consideración el uso de las tres nubes consideradas como importantes Amazon Web Service, Google Cloud, Microsoft Azure.

# 4.6 Amazon Web Service (AWS)

De acuerdo con lo descrito por [103], AWS es una empresa creada en los Estados Unidos, en su inicio fue creada para el el comercio electrónico, esta empresa surge en el año de 1995.//

Los autores en [74], describen a AWS como una nube que sigue principios que lo han llevado a posicionarse entre los principales proveedores cloud.

- El cliente es el mas importante antes que sus competencias.
- Mejores servicios en la infraestructura.
- Ideas a a futuro.

Los autores en [53], explica que AWS es una nube que brida servicios cloud, tiene pocos años de su lanzamiento, la cual fue en el 2006, provee servicios que si una empresa lo implementa como ventajas es que tiene facilidades de crecimiento y escalabilidad.

AWS es una plataforma que domina en el mundo de las TI según [10].

Según los autores en [10, 105], como beneficios al momento de elegir una nube están:

- Posibles cambios.
- Aplicaciones no complicadas.
- Cambios en las diferentes soluciones.
- Almacenamiento de la información de forma segura

Como debilidad de AWS se encuentra el precio, pero a su vez se encuentra una ventaja, ya que la organización busca que muchos más usuarios migren sus datos hacia AWS, esto se logra a través de la reducción de costo, sin afectar el producto, así lo afirma el estudio realizado por [80].

Según los autores en [35] AWS está apto para adaptarse tanto con pequeñas, medianas o grandes empresas, que estén en búsqueda de almacenamiento o del servicio de comercio electrónico.

### 4.6.1 Arquitectura

En la arquitectura de AWS IoT Core, puede verificarlo en la **figura 4.7**, los dispositivos informan su estado mediante la publicación de mensajes en topic( cadena de texto) de MQTT, que tienen un nombre jerárquico para identificar el dispositivo. El mensaje se envía a AWS IoT MQTT Message Broker, que lo envía a todos los clientes suscritos a ese topic lo define el autor en [85].



Figura 4.7: Arquitectura IoT Core Amazon Web Services [95]

Un dispositivo consta de una objeto oculto, el mismo que es usado para almacenar y recuperar los datos de un documento JSON(JavaScript Object Notation o Notación de Objetos) dependiendo el estado en el que se encuentra, así lo describe los autores en [95].

Un mensaje puede ser enviado por solicitud de una aplicación en el estado en el que se encuentre o también puede enviar realizando algún cambio, una vez enviado el mensaje se dirige al agente, las reglas pueden ser integradas con un servicio de AWS, según lo descrito en [132].

### 4.6.2 Componentes Amazon Web Service

#### Gestión de dispositivos

AWS IoT Device Management, es un servicio proporcionado por la nube AWS IoT, mismo que permite tener control de todos los dispositivos IoT como se indica en [29].

Posibilita registrar dispositivos de manera masiva y organizarlos en equipos, asociándolos a políticas de ingreso, AWS IoT otorga un registro para administrar cosas, guardado como datos JSON. La relación con el registro es viable con la consola de AWS IoT, además la plataforma da dispositivos SDK(Kit de desarrollo de software) para Android(sistema operativo para teléfonos móviles), iOS(Sistema Operativos para teléfonos móviles), Java( lenguaje de programación y una plataforma informática), JavaScript( lenguaje de secuencias de comandos), C++(Lenguaje de programación ), Python(lenguaje de programación de propósito general) y Embedded C(Lenguaje de Programación para Sistemas Embebidos)que incluyen bibliotecas de código abierto según [95].

### 4.6.3 Protocolos de Comunicación

En el protocolo de comunicación para AWS IoT Core tanto de envío como de recepción es autorizado por intermediario de publicación/suscripción, segun lo descrito por [65].

El intermediario de mensajes admite MQTT para publicar y suscribirse y HTTPS solo para publicar, tanto a través de IPv4(Protocolos de Internet) como de IPv6(Protocolos de Internet) de acuerdo al los autores en[16].

#### Reglas y análisis

Las reglas que usan la plataforma son usadas para interactuar con otros servicios de AWS, mismas están compuestas por un activador que posee una sintaxis similar a SQL(Structured Query Language o Lenguaje de Consulta Estructurado) así lo detalla los autores en [91].

#### Almacenamiento de datos

"Es necesario almacenar los datos ingeridos en AWS IoT Core, el mismo ofrece la conexión directa con Amazon DynamoDB (base de datos NoSQL) y AWS S3 (Simple Storage Service), un almacenamiento escalable en la nube de AWS" segun lo descrito en [25].

### Seguridad

Con el fin de tener seguridad, se cuenta con credenciales de acceso para todo el trafico, el mismo que debe contar con una encriptación TLS, asi lo describe los autores en en [27].

La compatibilidad con la plataforma es muy importante según los autores en [37], ya que se usa la identidad como forma de autenticación de certificados X.509, los mismos que usan los dispositivos AWS IoT, los usuarios, grupos y funciones de Identity Access Management (IAM), las identidades que utilizan las aplicaciones web y de escritorio que se utilizan en general, así lo describen los autores en [95, 130].

### 4.6.4 Productos de Amazon

### Cloud Computing

Como principal producto se tiene a Amazon EC2 (Amazon Elastic Compute Cloud), este servicio tiene la posibilidad de formar ambientes virtuales en la nube, asi lo decriben los autores en [91].

### Bases de datos

Según [96], Cloud Computing dispone de la opción de desarrollo de múltiples bases de datos, esto dependera de los requerimientos y necesidades de los clientes.

### • Creación de redes virtuales

"Amazon VPC (Virtual Private Cloud) cuenta con opciones como la posibilidad de crear redes virtuales privadas esto con e fin de que quien acceda a esa conexión es únicamente los autorizados por la empresa, es una definición realizada por" [97].

### Aplicaciones empresariales

Se destaca "Amazon WorkMail", "WorkDocs" o "WorkSpaces", como beneficio se encuentra los protocolos de seguridad a diferencia de otros proveedores de servicios, lo puede lograr debido a que puede usar la encriptación, esto favorece a los clientes, ya que las claves de cifrado las poseen ellos mismo, así lo describe en [96].

#### • Almacenamiento y gestión de contenido

"En esta sección "Amazon S3" (Simple Storage Service) es un servicio muy importante, ya que es un servicio basado en la nube según los autores en" [130].

#### Business Intelligence (BI)

Con el uso de BI los usuarios directamente puede obtener datos importantes y la posibilidad de interpretar los datos obtenidos con el fin de almacenarlos y gestionarlos así lo describe en [33].

#### • Gestión de aplicaciones WEB

"Amazon Mobile Hub" es la herramienta capaz de gestionar aplicaciones web, esto permite la gestión de las aplicaciones que se encuentren en la nube, así lo describen los autores en [128].

### • IoT (Internet of Things)

Es una tecnología adaptable y capaz de almacenar información que fueron generados por diferentes dispositivos que a su vez cuentan con una comunicación entre si, así lo describen en [97]

# 4.7 Google Cloud Platform

Los servicios ofrecidos por Google se enfocan en asegurar, almacenar, servir, y análisis de datos, según los autores en [8, 52], todos estos servicios ofrecidos por Google en conjunto forman una barrera con el fin de asegurar la información, la misma que puede ser modificada sin salirse de los estándares de la nube.

"Google Cloud Platform proporciona servicios en la nube a través de una variedad de almacenamiento de datos de activos físicos, hardware informático, red informática, máquinas virtuales, centro de datos y servidor en la nube para Internet de las cosas" [5, 13], además, "no solo los activos físicos, Google Cloud Platform también proporciona herramientas para desarrolladores y servicios de API para que los desarrolladores recuperen los servicios de Google a través de la nube" lo describe los autores en [22].

Para el servicio IoT como solución de Google es IoT Core, en donde se encuentra componentes importantes como el administrador de dispositivos y el puente de protocolo, segun lo descrito en [95].

La labor del administrador de dispositivos es registrar todos los dispositivos en el servicio mientras los dispositivos como forma de comunicación usan (HTTP/MQTT) lo que permite el envío de datos hacia la nube, lo afirma los autores [95]

## 4.7.1 Servicios de Google

### Cloud Storage

"Las opciones de Google Cloud Storage brindan acceso de almacenamiento escalable y en tiempo real a los datos en vivo y de archivo dentro del perímetro de la nube" según la descripción que realizan los autores en [8].

### Big Data and Analytics

"Google Cloud Platform ofrece una variedad de soluciones de análisis y big data para almacenamiento de datos, análisis de secuencias y lotes, ecosistemas de Hadoop administrados en la nube, sistemas de mensajería basados en la nube y exploración de datos" es una descripción realizada en [8].

### • Cloud Artificial Intelligence (IA)

Google Cloud IA ofrece servicios en donde las empresas y las personas aprovechen los modelos previamente entrenados para tareas de inteligencia artificial personalizadas mediante el uso de API segun la definición que la realizan los autores en [95].

# 4.7.2 Arquitectura Google Cloud

En la **figura 4.8** se muestra la arquitectura de Google, en este caso se refiere a un administrador el que cumple la funcion de registrar los dispositivos mientras usan los protocolos (HTTP/MQTT) con el fin de enviar información a la nube, así lo describen los autores en [58].

Una descripción de la arquitectura la realizan los autores en [1], " en la arquitectura de Google Cloud Platform los dispositivos envían datos a Google IoT Core que está conectado directamente con Google Cloud Pub/Sub, el mismo que es un middleware empresarial orientado a mensajes para la nube y proporciona un servicio de envío de mensajes"

Un a vez concluido los mensajes se envían a un servicio de canalización, Google Cloud Data Flow, que procesa los datos y los envía a otros servicios en la nube, según el caso de uso del proyecto de IoT lo remarca el autor en [95].



Figura 4.8: Arquitectura IoT Core Google Cloud [95]

# 4.7.3 Google Cloud IoT Core

### • Gestión de Dispositivos

"El administrador de dispositivos de IoT Core proporciona el servicio para administración de dispositivos. Incluye procesos de registro, autenticación y autorización. Con el administrador de dispositivos es posible crear y configurar registros y dispositivos dentro de ellos", lo señalan los autores en [32].

"El registro de dispositivos está configurado con uno o más temas de Cloud Pub/Sub en los que se publican eventos de telemetría para todos los dispositivos de ese registro. Un dispositivo se define con metadatos, envía mensajes de telemetría y recibe configuraciones de datos definidos por el usuario enviado desde la nube " así lo describen en [95].

### 4.7.4 Protocolos de comunicación

Google soporta el protocolo MQTT y HTTP con el fin de tener el control y gestión de los dispositivos y comunicaciones, para el envío de solicitudes de publicación usa MQTT que será enviado a través de un topic, a lo contrario con el uso de HTTP los dispositivos no mantienen la conexión con la plataforma, segun lo descrito en [119].

### Reglas

"Para gestionar los datos que llegan a la Nube, la plataforma utiliza el concepto de canalizaciones que ofrece Google Cloud Data Flow: permite transformar, agregar, enriquecer y mover datos a otros servicios. También es posible operar en cada evento publicado individualmente por las funciones de Google Cloud, que se pueden usar para filtrar datos no válidos, activar alarmas o invocar otras API de acuerdo con los autores en" [73, 121].

### Almacenamiento de Datos

Un estudio realizado en [61], "los dispositivos envían diferentes tipos de datos, desde su estado (normalmente de forma estructurada), hasta datos de telemetría y bloques de datos no estructurados (por ejemplo, transmisiones de video)".

Los autores [76] describen "en el caso de datos estructurados que identifican el estado de un dispositivo, el almacenamiento se realiza directamente en el servicio proporcionado por el IoT Core".

El almacenamiento en la nube se usa para archivar datos que normalmente son usados con poca frecuencia y para datos no estructurados según el autor [82].

### Integración

La plataforma proporciona el SDK de Google Cloud que contiene una herramienta de línea de comandos llamada gcloud. Las operaciones también son posibles mediante la Consola y mediante el uso de la biblioteca cliente de API para C, Java, NodeJS, PHP, Python y Ruby, Iot Core se integra de forma nativa con los servicios de análisis de big data como Cloud ML, Data Studio y DataLab así lo describe en [73].

Google proporciona un SDK el que permite interactuar con los productos y servicios alojados, en Google Cloud Platform gcloud es la herramienta que trabaja en linea de comandos, las acciones se pueden realizar a través de una consola o con el uso de un API para C, Java, NodeJS, PHP, Python y Ruby, según el autor [19].

Podemos ver que IoT Core tiene la funcionalidad de integrarse de forma nativa con varios servicios como es el procesamiento de grandes cantidades de información, aprendizaje automático de Google como Cloud ML, Data Studio y DataLab, así lo describen en [17].

### Seguridad

La forma de autenticar en IoT Core se la realiza mediante una clave publica/privada mediante JSON Web Token y compatibles con algoritmos RSA con el fin de verificar firmas, según lo descrito por autor [127].

Según una investigación realizada por [51], la seguridad de las comunicaciones, "se requiere el protocolo TLS 1.2, que utiliza autoridades de certificación raíz, para las conexiones MQTT. Google Cloud Identity and Access Management (IAM) permite controlar, autenticar y autorizar el acceso a la API de Cloud IoT Core".

### Costo

Los precios por uso de IoT Core son calculados dependiendo el volumen de información enviado por mes, todos los servicios extras que se requiera implementar, se realiza un cálculo por separado, lo describe los autores en [95, 32, 73].

# 4.8 Microsoft Azure

## 4.8.1 Arquitectura

Microsoft Azure para IoT ofrece dos caminos: una solución PaaS denominada acelerador de soluciones Azure IoT y una solución SaaS denominada Azure IoT Central, las dos soluciones utilizan Azure IoT Hub como puerta de enlace en la nube para aceptar datos de forma segura y proporcionar capacidades de administración de dispositivos, el Hub(Concentrador) se integra con otros servicios en la nube de Azure y permite una comunicación bidireccional segura entre dispositivos y aplicaciones según la definición realizada por [95].

Como puerta de enlace en la nube se usa Azure IoT Hub con el fin de receptar información, además Azure ofrece dos opciones para IoT, la primera es PaaS que se la conoce como acelerador de soluciones y la segunda SaaS conocida como Azure IoT Central lo determina los autores en [26].

Cloud IoT de 3 capas tiene como finalidad, el mensaje enviado por un dispositivo autenticado llega al Hub, el que tiene funciones integradas de enrutamiento de mensajes para enviar el mensaje a uno o más puntos finales de otros servicios, según [23].

En la **figura 4.9**, se muestra la arquitectura descrita anteriormente, y la funcionalidad de IoT Core en Microsoft Azure.



Figura 4.9: Arquitectura IoT Core Microsoft Azure [95].

Los dispositivos tienen una representación virtual en la nube denominada dispositivo gemelo, almacenada como un documento JSON que contiene las propiedades deseadas asi lo describe los autores en [18].

### 4.8.2 Componentes de Azure IoT

#### 2.8.2.1 Gestión de dispositivos

Los dispositivos se ponen en contacto con el punto final del servicio de aprovisionamiento, pasando su información de identificación según el autor en [83].

"El servicio registra el dispositivo con un IoT Hub y rellena el estado del dispositivo deseado, además, Azure proporciona SDK de dispositivos que se pueden usar en dispositivos o puertas de enlace para simplificar la conectividad con Azure IoT Hub, los SDK están disponibles para .NET, C, Java, Node.js, Python e iOS" [38].

### 4.8.3 Protocolos de comunicación Azure

Según el autor [62] para la comunicación con la nube IoT Hub ofrece Event Hub Service.

Funciones específicas en el ámbito de IoT Hub ofrece servicios como comunicación bidireccional hacia y desde la nube y la identidad a nivel de dispositivos, así lo define los autores en [108].

"Azure IoT Hub brinda compatibilidad con AMQP 1.0 con compatibilidad opcional con WebSocket(Protocolo de red basado en TC), MQTT 3.1.1 y HTTP 1.1 nativo sobre protocolos TLS, se admite la garantía de entrega de QoS 2 de MQTT, pero no se recomienda debido al alto impacto en la latencia y la disponibilidad de todo el sistema" según la definición de los autores en [66]. Una forma de permitir la comunicación y adaptación con otros protocolos se da con el servicio que ofrece IoT Protocol Gateway según la lo descrito en [95].

### Reglas

"Azure IoT Hub expone su funcionalidad mediante el uso de puntos finales, para enrutar mensajes desde el dispositivo a estos extremos, Azure usa reglas escritas en una sintaxis similar a SQL evaluada en los encabezados y el cuerpo del mensaje" así lo describe en [2].

### • Almacenamiento de datos

Para referirse al almacenamiento de datos, Azure dispone de almacenamiento en caliente y en frío, con esto se logra que los datos estén disponibles tratando de evitar a lo máximo la latencia, de acuerdo con lo descrito por los autores en [6].

Azure posee servicios de almacenamiento y cuenta con Azure Cosmos DB como base de datos NoSQL y Azure SQL DB como SQL DBMS relacional, también al poseer almacenamiento en frío como base de datos de almacenamiento de archivos, este es Azure Blob Storage, y como almacén de datos distribuidos esta Azure Data Lake, así lo detalla el autor [95].

Azure también ofrece Time Series Insight que brinda servicios de análisis, almacenamiento y agregación [77].

### Integración

" IoT Hub está conectado de forma nativa con otros servicios de Azure: Azure App Service, una plataforma administrada para crear aplicaciones móviles y web, Notifications Hub, para enviar notificaciones push, y PowerBI, para crear paneles", lo describe los autores en [2].

### Seguridad

Según [95, 36], hay tres áreas principales que se deben considerar con respecto a la seguridad: dispositivo, conexión y seguridad en la nube.

"Azure Hub Identity Registry proporciona almacenamiento seguro de las identidades de los dispositivos y cada clave de seguridad; todas las conexiones deben ser iniciadas por el dispositivo con destino el Hub, no al revés, y utilizar autenticación TLS con certificado X.509; Azure Active Directory se usa con el fin de autenticar y autorizar a los usuarios para el acceso a la nube", esta definición esta detallada por los autores en [107].

### Costo

Los costos dependerán de dos niveles de servicio, cada nivel dispone de tres sub-niveles según [15].

Cada nivel tiene un límite de mensajes diarios después del cual experimentará una limitación, el consumo de unidades de IoT Hub se mide diariamente y la facturación se genera mensualmente, así lo describe en [134].

Los niveles de servicio tienen de limitaciones diarias, el consumo de unidades de IoT Hub se factura dependiendo de lo usado a diario y la factura se genera mensualmente según los autores en [50].

A los clientes se les factura de acuerdo con la cantidad de dispositivos de IoT Hub que se han consumido durante el mes según lo descrito en [64].

Los costos dependerán del número de unidades de IoT Hub que se ha usado en el periodo de un mes, esto lo escribe en [31].

# Capítulo 5

# Marco Metodológico

El objetivo específico Diseño de una arquitectura de IoT de Tres Capas, basada en una capa de percepción, capa middleware y capa de aplicación, se lo describe en esta sección en donde se realiza el diseño de la arquitectura para cada nube Microsoft Azure 5.1, Google Cloud 5.3, Amazon Web Service 5.2.

# 5.1 Arquitectura Azure

Para el proyecto planteado se realizó tres arquitecturas muy similares, debido a que el funcionamiento de las plataformas **Amazon Web Service**, **Microsoft Azure y Google Cloud** son similares, sus arquitecturas para conectar dispositivos de IoT en la nube son idénticos. Para los tres casos las nubes se integran de forma escalable y totalmente gestionada, permitiendo la conexión, el almacenamiento y análisis de datos.

Las arquitecturas planteadas no son más que una colección de servicios divididos entre dispositivos IoT, plataforma IoT y aplicaciones IoT ofertadas por las mismas nubes, los mismo permite la conexión entre los dispositivos y aplicaciones.

Para comprender mejor sobre los dispositivos que se utilizó para este proyecto se menciona características importantes para un dispositivo IoT como lo describe el autor en [100].

- a. Posee una identidad única que lo distingue dentro de la solución.
- b. Tiene propiedades, o un estado, al que pueden acceder las aplicaciones.
- c. Envía eventos a la plataforma IoT para que actúen las aplicaciones.
- d. Recibe comandos de aplicaciones para ejecutar.

Observe la figura 5.1, es la arquitectura para la conexión entre el dispositivo y plataforma Azure, teniendo en claro el modo de conexión del sensor hacia el raspberry explicado en el capítulo 3 de este proyecto, los datos son enviados por el middleware Node-red a través de protocolo MQTT hacia Azure IoT Hub, servicio administrativo alojado en la nube de Azure puede ser utilizado como nodo central de comunicación bidireccional de mensajes, en esta parte los datos están siendo enviados a la nube, pero los datos están perdiéndose, ya que no están siendo guardados en una base de datos o enviadas a una herramienta de informes, para ello se usa **Stream Analytics Job** que cumple el trabajo de procesar datos complejos, analizar los mismo en tiempo real en donde se puede distinguir información extraída de múltiples fuentes de entrada y realizar la transmisiones de información **Stream Analytics Job** es quien envía los datos a **PowerBI** que es una herramienta web la cual permite sacar reportes de los datos enviados por el sensor y ser interpretados mediante gráficas.



Figura 5.1: Arquitectura IoT en Microsoft Azure

# 5.2 Arquitectura Amazon

Para esta segunda arquitectura planteada de la nube **AWS** la conexión del sensor hacia la raspberry será la misma y realiza la explicación desde que los datos que son enviados por el **middleware Node-red** a través de protocolo **MQTT** hacia **AWS IoT Core**, este permite la conexión entre dispositivos con los servicios de AWS.

La información es enviada hacia Amazon Relational Database Service (Amazon RDS), el mismo que usa una base de datos relacional que trabaja en la nube. Para esta arquitectura se usa AWS IoT Analytics este es un servicio brindado por Amazon para el análisis de IoT, automatiza todos los pasos necesarios para ejecutar e instrumentalizar el análisis de los datos de la IoT, IoT Analytics envía la información hacia el Amazon QuickSight, el mismo que esta enfocado en el análisis empresarial.

Esta permite que se tenga una visualización rápida de los datos en forma de gráficos. observe la arquitectura de la **figura** 5.2.

# 5.3 Arquitectura Google

En el caso de la arquitectura de **Google Cloud**,**Cloud IoT Core** es el que interactúa como el que permite la comunicación y a su vez permite el flujo de la información



Figura 5.2: Arquitectura IoT en Amazon

generada por los dispositivos que están conectados en el **raspberry** cuando los datos pasan por este servicio el usuario, puede decidir si los datos van a ser almacenados en la base de datos de Google cloud o enviados a otro servicio que contenga herramientas de análisis el cual es el caso para esta arquitectura, observe la figura ??fig:google Los datos son enviados a **Cloud Pub/Sub (servicio de publicación y suscripción)** este servicio transfiere eventos para transmitir a BigQuery.

Estos datos son leídos por el Cloud Dataflow (Flujo de Datos), es un servicio administrativo que permite transformar y enviar datos en los modos de transmisión en tiempo real de flujos completos de datos.

Estos datos simulados son almacenados en Google BigQuery(Almacén de Datos Empresarial) la misma que se usa para analizar algunas de las características del conjunto de datos en tiempo real mediante Google Data Estudio para el análisis de datos, informes y representación visual, herramienta de Business Intelligence para interpretar gráficas en este tipo de tareas.



Figura 5.3: Arquitectura IoT Google Cloud

# Capítulo 6

# Instalación y Configuración

# 6.1 Instalación y Configuración Raspberry Pi

Para esta instalación es necesario contar antes con los siguientes requerimientos:

- 1. Hardware Raspberry Pi 3 o 4.
- 2. Teclado y Mouse con conector USB.
- 3. Memoria micro-SD de mínimo 16 GB.
- 4. PC con puerto micro-SD o adaptador micro-SD.
- 5. Cargador de 5v 2.5 amperios.
- 6. Pantalla/Monitor con entrada HDMI.
- 7. Cable HDMI.
- 8. Adaptador micro HDMI (en caso tenga Raspberry Pi 4).
- 9. Conexión a Internet a través de un Router.
- 10. Cable UTP RJ45 (opcional en caso no cuente con WIFI).
- 11. Corregido con https://www.corrector.co/es/

#### Instalación del sistema operativo

Ir al siguiente enlace https://www.raspberrypi.com/software/ puede observar en la figura 6.1, el recuadro marcado indica las descargas para su sistema operativo, disponible para las plataformas windows linux y macOS.



Figura 6.1: Sitio Oficial Raspberry

En la **figura 6.2**, observe los pasos para la descarga e instalación de **Raspberry Pi Imagen** en el Sistema operativo Windows de 64 bits. Paso 1 es descargar el sistema de la Raspberry, paso 2 espere la descarga, paso 3 ubicar el archivo descargado y paso 4 ejecutar como administrador observe la **figura 6.2** para continuar con la instalación.

Dilandau - Descarg DO DOSTO S.A Busc D Las mejores second video to learn how to ins	↓     ↓     ↓       Archivo     Inicio     Comp	artir Vista Herra	Administrar mientas de aplicación	Descargas		-
using Raspberry Pi Imager. Download and install Raspberry	Anclar al Acceso rápido Portapapeles	Mover a •	¥ Eliminar ▼ ■ Cambiar nombre ganizar	Nueva carpeta Nuevo	Propiedades	Selecci No sel Inverti Sele
with an SD card reader. Put the \$ your Raspberry Pi into the reade Imager.	← → · · ↑ ↓ > Es EPSON Easy Photo Print	te equipo > Descargas • ③ Photo Print Nombre	Abrir Ejecutar come Comparter co	o administrador n skype		
Download for Windows	Acceso rápido Escritorio Concerning Concerni	✓ hov (1) G imager_1.7.2.exe ✓ al principio de e	Anclar a Inicio Examinar con Compartir	Microsoft Defer	ider	
<u>Download for macOS</u> <u>Download for Ubuntu for x86</u>	Imágenes A carpeta azure	A115M_prog_em HalabTech_Tool_\ refox_v3.5	r Conceder acc Añadir al arch Añadir a "ima Añadir y envia	esoa iivo ger_1.7.2.rar" ar poremail		>
To install on <b>Raspberry Pi OS</b> , type sudo apt install rpi-imager in a Terminal window.	Google	uTorrentPortable	Añadir a "ima Anclar a la ba Restaurar vers	ger_1.7.2.rar" y e rra de tareas iiones anteriores	nviar por email	
	Este equipo Descargas Documentos Fscritorio 57 elementos 1 elemento	Arism loadel2pp     Arism loadel2pp     Arism loadel2pp     DriverPack-LAN.t     DriverPack-Offlin     o seleccionado 18,8 MB	e Copiar Crear acceso Eliminar	directo		<u> </u>
9 imager_1.7.2.exe ^ 2			Cambiar nom	bre		_

Figura 6.2: Paso para la instalación

En la **figura 6.3**, observe la instalación en dos pasos, número 1, clic en **install**, en este paso esperar mientras el sistema se instala y continuamos con el paso número 2 para **finalizar** la instalación.



Figura 6.3: Paso para la instalación

Preparar una PC o Laptop que tenga un conector para la tarjeta microSD o un adaptador Micro SD.

Conecte el micro-SD a la PC o con el adaptador.

Ejecute el Raspberry PI Imager.

Seleccionar el sistema paso 1 y 2, similar a lo mostrado en la figura 6.4.



Figura 6.4: Configurar Raspberry

Hacer Clic en **Choose Storage**, seleccione la tarjeta micro-SD y finalmente haga clic en **Write**, el proceso demora aproximadamente 5 a 10 min y al finalizar tendrá la tarjeta micro-SD con el Sistema Operativo instalado, observe la **figura 6.5**.



Figura 6.5: Configurar Storage

# 6.1.1 Conexión y Encendido del Raspberry Pi

Un punto importante a no olvidar es conectar la tarjeta micro-SD a la parte posterior de la placa del Raspberry Pi, puede observar en la **figura 6.6** 



Figura 6.6: Insertar Micro-SD

En los puertos USB del Raspberry Pi, conecte el teclado y mouse.

Conecte el cable HDMI o el adaptador micro HDMI a la entrada HDMI del Raspberry Pi y la otra parte al Monitor.

Conecte el cable de alimentación, recuerde que debe ser un cargador de 5V con 2.5 amp.

Raspberry Pi no tiene un botón de encendido/apagado, ni bien enchufe la alimentación Raspberry Pi iniciará, observe la **figura 6.7**.



Figura 6.7: Conectar Perifericos

Estando en el Desktop del Raspberry Pi, ingresar a la URL https://nodered.org/getstarted y hacer click en la parte que dice On a device luego en Raspberry Pi, observar en la figura 6.8.



Figura 6.8: Configuración Node-red



Figura 6.9: Configurar Raspberry

Antes de seguir las instrucciones de la página, abrir el terminal de **Raspberry Pi** y ejecutar los comandos.

- apt-get update
- apt-get upgrade

Al finalizar los pasos de instalación puede ingresar al **Node-red** con la siguiente URL <u>âĂœhttps://localhost:1880âĂİ</u>, o bien con la dirección IP, la IP que asigna el enrutador al **Raspberry Pi**, esta dirección la puede obtener con un programa externo como puede ser **IP Scan**, y mediante un navegador accedemos a la misma interfaz similar a lo que se muestra en la **figura 6.10**.

	C D Iocalhost 1980/WT/ovy1872192/d /17/ce8			
Node-RED			- Deploy	-
filter nodes	Flow 1	+ = i i	fo i #	ê O
common	WARNING: please check you have started this container with a volume that is mounted to /data		9. Search flows	
A start 1	otherwise any flow changes are lost when you redeploy or upgrade the container	× Po	vi	
	(e.g. upgrade to a more recent node-red docker image). If you are using named volumes you can ignore this warning.	> 54	> IC Hew 1 shows	
orceg	Double click or see into side panel to learn how to start Node-RED in Docker to save your work	> 640	bal Configuration Nodes	
complete 0				
catch 0				
++ status 0				
) linkin ()				
Inkout				
comment				
function				
function 0				
< switch		8	Flow 1	
C change 0		Plow	1652187d.117ca8	
ii ama				
1 Inchas				
delay D				
Viger 0				
O exec (				
- Carl -				

Figura 6.10: Configuración Node-red

## 6.1.2 Instalación del complemento y driver para DHT11

Estando en el Desktop de Raspberry Pi ingresamos a la URL http://localhost:1880, Luego desplazarse al icono de la parte superior derecha y hacer clic en la opción Manage Pallet, observe la figura 6.11.



Figura 6.11: Configuración Node-red Manage Pallet

Continuando en User Settings vamos a la ficha Install y escribimos dht, observe el cuadro 3 y 4 de la figura 6.12.

* +		
<ul> <li>Iocalhost:1880/#flow/f6f2187d.f17ca8</li> </ul>		
Flow 1 WARNNO: please check you have started this container with a volume that is mou otherwise any flow charges are lost a when you reliapity or upgrade the container (as upgrade to a more mean house and docker maps). Myou are using named volumes you can ignore this warning. Double click or see into side panel to learn how to start Node-RED in Docker to sar	User Settings     3       Vers     Nodes       Node     Install       Vers     Node       Palets     © node-red-conth-dh-secord the secord       Palets     © node-red-conth-dh-secord the secord       Node-red-conth-dh-secord the padpiet     Node-RD node node second the padpiet       1.0.0     # years app     wata       © node-red-conth-dh-secord the padpiet	<ul> <li>info</li> <li>Flows</li> <li>Subflow</li> <li>Global C</li> </ul>
		Flow
	B 002 C 2 months and	

Figura 6.12: Configuración Driver para DHT11

Observe la figura 6.13, posterior a ello hacer clic el icono remarcado en la figu-

ra anteriormente mencionada y mirar los prerrequisitos de instalación. no<br/>de-red-contrib-dht-sensor



Figura 6.13: Instalar node-red-contrib-dht-sensor

En esta parte hacer los siguientes pasos de los enlaces.

- https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-dht-sensor
- http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/

😢 Node-HD X 😢 Node-Indicate Game () X bond 255 C Boxy for Broadcan () X +		🙈 Noder 1610 X 🍓 noder nach cannot (c. X 🛛 Solis 2015) C. Rowy for Brandoor 11 X 🔶
O A https://fows.nodered.org/inde/inde/red-contrib-diti-sensor     O		← → Ø O & www.ahspayce.com/mism/tocn3035/
Node-RED home about blog dore	umentation forum flows	bcm2835 1.70
Search Ibrary	+ Sign in with	Main Page Hodeles Files Coumples
		C library for Broadcom BCM 2835 as used in Raspberry Pi
node-red-contrib-dht-sensor 10.4	Node Info Version: 1.0.4	This is a C Bonay for Resploy PI (RP), It provides access to GPID and other 1D functions on the Broadcore BCM 2835 chip, as used in the ResploymyPL allowing access to the GPID pins on the 26 pin DE plag on the devices.
Node-red node for node-dht-sensor	Updated 3 years ago License: Apache 2.0	It provides functions for reading digital inputs and setting digital outputs, using SPI and I2C, and for accessing the system timers. Pin event detection is supported by polling (interrupts are not supported). Write an all versions in the ord includes BPI 4. Works with all versions of Datase to and includion Datase to are 10.
npm install mode-red-contrib-dht-sensor	View on npm	It is C++ compatible, and installs as a header file and non-shared library on any Linux-based distric (but clearly is no use except on Baspberry Pi or another board with BCM 2835).
This is a Node Red node to manage connection to a DHT11 or DHT22 sensor on a Raspberry PL It allows you to specify the variables that define the connections to the sensor.	Actions	The version of the package that this documentation refers to can be downloaded from http://www.ainpayoe.com/inikers/bcm2835/bcm2835-1.70 targe You can find the latest version at http://www.ainpayoe.com
This node is added to the Raspberry PI section.		Based on data in http://einux.org/101_Low-invel.perghenik and http://www.resplorrgsi.org/wp-content/uploads/2012/02/02/02/02/02/02/02/02/02/02/02/02/02
Installation	Downloads 276 in the last week	You can also find unline help and discussion at http://groups.google.com/group.bom2835 Please use that group for all questions and discussions on this topic. Do not contact the author directly, unless it is to discussion read
This node requires that node dhi-sensor is installed and accessible from Node Red. Since this requires accesss to low-level parts of the Rappberry PL you must run your flow with superuser	Nodes	Herg Une wärjedia carped Willopida Fahrenze, auf kan View Ja, sak ja, Sahware, quantion     Herg Unew Kales (speemed og viek – Jahrenze versteine Anne)     Herg Unews chies (speemed og viek – Jahrenze Roga Anne)
access. Installing this node requires three steps:	Keywords	Firstel on oblished "PO4-5012, 2012/07-16-etercy-registers, 2012/07-26-wherey-register and OccidentaliseV1, 2016/02-9F Register, Assiste, CAUTOR: It has been observed that when feterct enables such as lever temporary hangs on 2012/07-15-wherey-registers, 2012/07-28-wherey-register and OccidentaliseV1, Research for this is not yet determined, but we suspect that an interrupt handler is hitting a hard loop on these O deadler herps with hortalize galace, charace and occidentaliseV1. Research for this is not yet determined, but we suspect that an interrupt handler is hitting a hard loop on these O deadler herps with hortalize galace, charace and occidentaliseV1.
Install the BCM2835 library from hare.     Install the node-dhi-sensor dependency	node-red lot device devices respirency	in order to complet this likes, you may need to install.    i blockder
sudo npm installunsufe-perm -g node-dht-sensor	raspi npi pi	Ibpore-dev     Ibpore-dev     Ibpore-relationev
+ Install this node	temperature humidity	Running as root
sudo npm installunsafe-perm -g node-red-contrib-dht-sensor	sensor dittil ditt22	Prior to the release of Raspban Jessie in Feb 2016, access to any peripheral device via /dev/mem on the RPI required the process to run as tool. Raspban Jessie permits non-noot users to access the CPIO peripheral of operation.
Configuring the node	Maintainers	If the library runs with effective UD of 0 (e root), then ben2335_(with) will attempt to open /dev/men, and, if successful it will permit use of all peripherals and library functions. If the library runs with any other effective UD (is not root), then bon2335_(with) will attempt to open /dev/gsionrem, and, if successful will only permit GPO operations. In particular, bon2335_(jet],begin() and bon2
You can specify the following, as seen in the picture here:	+ bpmumay	fail silverity or crush. If you aronzen needs access to /dev/mem but not as root, and if you have the libcas-dev apchase installed on the target you can comple this librar to see libcas2 so that it tests whether the eccentable has the

Figura 6.14: Seleccionar node-red-contrib-dht-sensor

Finalmente, regresar a Node- Red e instalar el complemento haciendo clic en el botón Install, observe la **figura 6.15**.

	X 😫 node-red-contrib-dht-sensor (:: X bcm2835: C library for Breadcom B: X 🕂							
	O D localhost:1880/#flow/f6f2187d.f17ca8							
Node-RED								
	Flow 1	User Settings						i i
v common	WARNING: please check you have started this container with a volume that is moun						Close	
🔅 inject D	<ul> <li>otherwise any flow changes are lost when you redeploy or upgrade the container</li> <li>(e.g. upgrade to a more recent node-red docker image).</li> </ul>	View	Nodes	Install				
debug	If you are using named volumes you can ignore this warning. Double click or see info side panel to learn how to start Mode DED in Docker to read	Keyboard			2	sort:	l₹ a-z recent Ø	> Su
complete 0			۹ dht				573587 K	
i catch status ink in ink out comment v function		Palette	node-red-contrib- Node-red node for 1     Node-red node for 1     Node-red-contrib- Node-ReD node to 4     Node-ReD node to 4	dht-sensor (2) obd-dht-sensor p socuredhttp (2) reate secured http endpoint mostle apo securedhttp-multipart (2) reate secured http multipart mostle apo webduino (2) "Webduino	t t endpoint		Patal confect Patal	
switch			0.0.15      3years, 8     Onde-red-contrib-	months ago			listeri	Flow
ti range			Node Red Nodes fo 0.0.2 m 2 years, 2	GrovePI, for use with Open months ago	DASH		Install	
delay b								

Figura 6.15: Instalar node-red-contrib-dht-sensor

Luego de que termine con la instalación en la **paleta de Node- Red**, debe aparece el componente **rpi-dht22**, similar a la **figura 6.16**.



Figura 6.16: Componente rpi-dht22

## 6.1.3 Conexión entre el módulo DTH11 y Raspberry

El módulo DHT11 tiene 3 pines, uno para conectar la carga de 5V (+), otro pin de comunicación es el pin del centro que es de donde se captura los datos de medida y el otro pin que es el punto a tierra (-), observe la **figura 6.17** y la **figura 6.18**.



Figura 6.17: Pines de conexión del Sensor



Figura 6.18: Esquema de conexión del Sensor

# 6.1.4 Creación del primer flujo en Node-Red

Para la creación del flujo de envío de datos, en el espacio de trabajo de **Node-red** debe seleccionar y arrastrar el nodo **inject**, **rpi-dht** y el debug puede observar en la **figura 6.19**.

_	
_	
Node-RED	
9 filter nodes	Flow 1
~ common	
🔅 inject o	
debug 📃	
oomplete o	
catch o	
👌 link in 👌	
C Ink call	
o link out	
comment	Troostanp Troostanp Troostanp
~ function	
of function o	
o-C switch o	
o <sup>™</sup> change o	
(ij nrga 🧄	
o { template o	
do delay d	
0 trigger 0	
( O exec )	
0.0 filter o	
o andom o	
on anoth	

Figura 6.19: Selección de Nodos

Hacer doble clic en **nodo inject** y configurar como se puede visualizar en la **figura 6.20**, en el cuadro está la configuración de intervalo de tiempo para el envío de los datos, ejemplo cada 30 segundos.



Figura 6.20: Configuración Nodo Inject

Hacer doble clic en **rpi-dht11** y configurar observar la **figura 6.21**.



Figura 6.21: Configuración rpi-dht11

Finalmente, conectar los tres nodos y finalizar haciendo clic en el botón **Deploy**, observar la **figura 6.22**.



Figura 6.22: Configuración rpi-dht11

Hacer clic en Inject se mostrará los resultados **Debug Message**, sale el valor de la temperatura y humedad, puede observar en la **figura 6.23** y la **figura 6.24**, **Debug**, este modulo nos permitirá visualizar la información que esta recogiendo el sensor.



Figura 6.23: Datos que se muestran en el Debug

		- Coby -
pa1 é	k + A debug	1 # A 0 B ·
		Talvois * Bal *
	+ C magin "WidteetDHEITI", paylant "	DERIT, DESCETION-DEET, NAMES OF TRANSPORT
	1/0/001.13010 PM Auto 19804830-0444	
	• C_maple: "RefEROOCIDANAC", payload: " involut: true _ )	DEAL SECTOR-REP, MARKET SEAR,
	1/20221-12022PW Hole 70804848/rdm	
	*C_maple: "beenBBD(BBD(BBD)", payload: " bittlin true _ )	Seatt, seate heavility seating filler,
	1/02/02/, 12/22 PM, total 70808888/status	
	(Cumple: "Dahlhellikikiki", paylood: " product true . )	WAR, MIC TRUMEL, MARRY TRUMS,
	rowser, call the sole transmission	
0 t tester	+ C_maple: "school/DETMOND", payload: " territies true _ 3	team, searchige-entry searchy mitter,
	1/02/02/, 1/1/07/W role 7080488/verse sold/11 role (Sect.	
	+(_mgid: "SPEadetElfalebe", peptook '	WAY, MAIN TRANSPORTS, MADINE TRANS
	1/20/2011, 1.41 (8 PW Audia 7080A8880vie/ka gi-0011, mag (5gar)	
	+C_magin: "DeSibilitionion", payload: " intalian true = )	Search search speakers, success search
	1/0/02/1 / 1/2/ PM Aske 706046864444	
	+ C _mgint: "#"Dirite+IDirecti", payloot: " involute true _ 2	Search spice fractional sectors follows
	11/01/01/1.1.4138.PM: Autor 79804888044444 apid#11 mag cligat	
	+C_maple: "Methiciticiteteter, paylant:" innitis true _ 3	war, see needs, seems that,
	1/02/02/, 1/1/20 PM: Auto 70804848/setta	
	·( _mgid: "W24efitbooked?", paylood: " initial: true _ )	war, were recently weather that,
	1100000, 10100 W total 200000000000	
	+ C _mgin: "DickeleitStole50", psyloot: " Involute true _ 3	Search react reported to watery report.
	1/9/301, tel 21 PM, solo 19804880/sette spritti regi Qanti	
	+C_segul: "KTINEBIO(000", payland: "	war, was noted to want the
	Transmit, Later Per Joint Televisioners	
	( _mgid: "MIDeENHIMARP, payload: " institut trae _ )	Ware, were freeholdt, wereige fakaer,
	1/2020, Lit Jr PV vole 7090k880vie/ka spidir1 mag (Kev)	
	of main hilbertaileland and an	TO BE AND THE ADDRESS AND ADDRESS OF

Figura 6.24: Datos que se muestran en el Debug

# 6.2 Objetivo 2

El objetivo especifico Implementación de la arquitectura IoT propuesta, considerado en la capa de aplicación el despliegue en las plataformas Microsoft Azure 6.25, Google Cloud 6.113, Amazon Web Service 6.70 y la conectividad de la capa de Middleware, a las mismas se lo describe en esta sección en donde se realiza el proceso desde la instalación hasta demostrar las gráficas de cada nube

# 6.3 Objetivo 3

Para referirse al objetivo 3 Desarrollar un protocolo de pruebas de la red para la conectividad, almacenamiento, visualización de la información, se realiza en cada nube las pruebas, en las siguientes secciones descritas en cada nube Microsoft Azure 6.67, 6.66, 7.2, Google Cloud 6.146, 6.147, 6.148 Amazon Web Service 6.105, 6.109, 6.112

# 6.4 Microsoft Azure

## 6.4.1 Conexión entre sensor, Node-Red, Microsoft Azure

La configuración que se realizó para la plataforma de **Azure** es muy similar a la configuración **AWS**, observemos el esquema presentado en la **figura 6.25**, es la topología lógica de la conexión.



Figura 6.25: Topología de Solución IoT en Microsoft Azure

## 6.4.2 Creación de cuenta Azure

La creación de una cuenta en Azure es en su sitio web âĂœhttps://portal.azure. comâĂİ, para esto debemos seguir los siguientes pasos de la figura 6.26, podemos utilizar un correo institucional de preferencia, pero cualquier otro funcionara. También seleccionaremos el país en donde estamos ubicados y un número telefónico. La plataforma Azure enviará un código de verificación para registrar el usuario tal como se precedió con AWS y podremos ingresar al sitio de **Microsoft Azure**.

Microsoft Azure	Microsoft Azure
← elicastillo1991@gmail.com	Microsoft ← elicastillo1991@gmail.com
Verify email Enter the code we sent to elicastillo1991@gmail.com. If you didn't get the email, check your junk folder or try again.	When you need to prove you're you or a change is made to your account, we'll use your security info t contact you. We'll text you the code you'll use to verify your phone number.
Enter code	Country code Ecuador (+593)
I would like information, tips, and offers about Microsoft products and services.	Phone number 0967602850 Send code

Figura 6.26: Creación y verificación de la cuenta Azure

Dentro de la web de Azure se observa los servicios y herramientas que brinda la plataforma de Microsoft, el primer paso es necesario para la creación de un (resource Groups), similar a la **figura 6.27**.

e https://conal.azure.com/#tone			
32 Search resource	es, senices, and discs (5.4.)		E 6 0
Azure services			
	🔘 🔶 💉	📮 📀	🚍 🛢 🔶
	eourea Subsciptions Duckstart prospi Center	Virtual App Services machines	Storige 502 distailance More services accounts
Recent resources			
Navigate			
	Researce groups		Dational
Tools			
Microsoft Learn of Learn/Auerr with free online training lives Microsoft	Cove Monitor Monitor your appr and Infrast uccure	Security Contex Secure year page and infrastructure	Cost Management Analyze and optimize year choud spend for fee
Useful links			Azure mobile app
			Google Play

Figura 6.27: Create Resource Groups

## 6.4.3 Create Resource Groups

El aprovisionamiento está configurado de la siguiente forma lo mostramos en la **figura 6.28**, la cual sirve de contenedor de varios elementos o dispositivos que se crean en los siguientes pasos.

A Resource groups - Microsoft A:: X			
	O A https://portal.azure.com/#blade		
= Microsoft Azure	) Upgrade	℅ Search resources, services, and docs (G+/)	
Resource groups	🖈 … Jiveupsedu.onmicrosoft.com)		
+ Create 🖇 Manage view 🗸	∽ 🕐 Refresh 🛓 Export to CSV 📽 Opt	en query   🦁 Assign tags   📌 Feedback	
Filter for any field	Subscription == all Location == all X	C + → Add filter	
Showing 0 to 0 of 0 records.			
Name 1			Subscription 1
		No resource Ty caraging Common	eroups to display or dening your files. Incode (1902) ann more d

Figura 6.28: Create Resource Groups

En el siguiente paso seguir las instrucciones tal cual se muestran en la **figura 6.29**, a excepción del recuadro rojo donde selecciona la región posterior a ello Click en Review+create.

ensure arous - A container that had		
sources for the solution, or only thor locate resources to resource groups	ds related resources for an Azure solution. The resour e resources that you want to manage as a group. You based on what makes the most sense for your organiz	e group can include all the decide how you want to ation. Learn more 0°
roject dietails		
	Azure subscription 1	
	RGJOT	
esource details		
rgion * 🕐	(US) East US 2	¥

Figura 6.29: Zona Horaria

La configuración de Resource Groups finalmente esta completa similar a la figura finalmente  $\mathbf{ra}$  6.30.



Figura 6.30: Aprovisionamiento terminado

# 6.4.4 Conexión entre sensor, Node-Red, Azure

La configuración de aprovisionamiento para el componente IOT HUB como se observa en la **figura 6.31**, en la caja de búsqueda, se escribe IOT Hub y selecciona el que se muestra como punto número 2 de la figura antes mencionada.

icrosoft Azure 🕐 Upgrade	₽ iot hub	×
and Photocols developed among contractions and the second among contractions and the second contraction of the second second contraction of the second secon	Services	-se al Makespiac See al al united for lef Hu& brokes budden for 16 Hu& al Drokes budden for 16 Hu& al Crosser 10 Concentivity & Breaming Assigness Concentivity & Breaming Assigness Concentivity & Breaming Assigness to Concents and Acure 16 Hu& Documentational Microsoft Docs Lind concepts and Acure 16 Hu& J Microsoft Docs Understand Acure 16 Hu& J Microsoft Docs Understand Acure 16 Hu& J Microsoft Docs Understand Acure 16 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs Microsoft Duck 17 Hu& J Microsoft Docs
	Diách fnd whit you were oxiking furt	

Figura 6.31: Seleccion de IoT Hub

Ubicados dentro del servicio de lot Hub similar a la **figura 6.32**, se hace click en la opción create esta llevara a otras opciones de la configuración.

🔥 IoT Hub - Microsoft Azure 🛛 🗙			
$\leftarrow \rightarrow \mathbf{G}$	O A https://portal.azure.com/#blade/HubsExt		
= Microsoft Azure 🔘	Upgrøde 🖉 🖉 Scar	ch re:ources, services, and docs (G1/)	
Home >			
IoT Hub & Universided Politecnice Selesiane (estil) + Creats D Manage view ~	veupsedu.anmicrosoft.com) • <b>O Refresh</b> 🚽 Export to CSV 😚 <b>Open query</b>	🕅 Assign taga   🔊 feedback	
Filter for any field	Subscription all Fesource group all X	Location all X +7 Ade filter	
Showing 0 to 0 of 0 records.			
Name 11		Type ↑⊥	Resource group 1
		No lof hu No lof hu Create an lof hub to hub your connect nu Create an un lof hub to hub your connect nu Create and the second s	b to display bink, and manage liftens of your lot assets.
		Quicistart: send t	seniery non device of

Figura 6.32: Seleccion de IoT Hub

Esta sección presenta tres opciones importantes, uno seleccionar el grupo creado anteriormente, dos dar nombre a lot Hub y tres seleccione la región en la que se encuentra, similar a la **figura 6.33**, y click en Review + create.

Basics Networking Manager	nent Tags Review + create	
freate an IoT hub to help you connect	t, moniter, and manage billions of your IoT assets. In	
Project details Choose the subscription you'll use to r organize and manage resources.	manage deployments and costs. Use resource groups	like folders to help you
	RGJOT Create new	
Instance details		
	tesiiot 2	
	East US 2	

Figura 6.33: Nombre de IOT HUB

Seleccione la opción de Public Access como muestra el apartado uno de la figura 6.34 y número dos click en Management



Figura 6.34: Selección de acceso público

En la pantalla de administración seleccionamos Free tier, es el número de mensajes que va a permitir hacia el Iot hub de forma gratuita, los demás valores por default y click en Review+Create apartado dos de la **figura 6.35**.

Call for any other Decay and call any *	Effer and addition         If: The time is the second bit of the first point and addition of the second bit of the first point and addition of the second bit of	Scale tier and units Pricing and scale tier *  Pricing and *  Pricing and *	
Noting and scale for " © IF I fee for Late have to decide the right for the fee for your week to be the decide the right for the fee for your week in the set is decide the right for the fee for your week in the set is decide the right for the d	and scatter * 0         Interest </th <th>Pricing and scale tier* O F1: Free tier</th> <th></th>	Pricing and scale tier* O F1: Free tier	
Learnhow is choose the right of hub ter for your adults Center of 11 in hub web  Centernore has your left hub can scale. You can change this later of your reed increase Detection for lot Of Turn on Detection for lot ad ad an extra layer of threag protection to lot 1 hub. lot fdga, and your steviore. Learn mo Fromg and cash ter   1 Detection change manage  Fromger and cash ter   1 Detection change manage  Fromger and cash ter   1 Detection  1 D	Learn house to doose the right of house for the your under Determines how your to That can suit. You can share, this lear if your reveals are the for to!	I show here to show as the slatt to Y to be the show only	~ ^
Control of 11 bit Automation  Control of 11 bit Automation  Control of 11 bit Automation  Control of 11  Contr	month and the field with C          Commentation have point for halds are static. You can change this later if your meeting increase     and to be          Of the commentation of the state states in the commentation of the state states are not be          Of the commentation of the states protection to be the Ab. Dif days and your devices taken in or          protects the could reasespress C          Protects the could reasespress C		tion
Columnines how your loft hub can scale. You can change this later if your needs how and the first of the fir	Determine the sport lof that as such a track that an duage this their figure reads increase     for to sit         the log of         to the dual or nots log of the sup protection to lof Hub, bit flags and your devices. Learn not         your source of the support dual of the support dual of the support         your source of the support dual of the support dual of the support         your source of the support dual of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source of the support         your source         your source	Sumber of E1 (o) Tech units (c)	
Concords for lot C CP Turn on Dehnder for lot and an enter layer of threat protection to lot Hub, lot Edge, and your devices. Learn nor hrong mil scale tor C P1 Device to cloud messages C Faibled Minages par day C LOS Massage making C Faibled	Image: Control in the contro	Determines how your IoT hub can scale. You can change this later if your needs incre	ase.
Other of the tot is         Of           Turn on Dehnder for left and dati an exits layer of threat protection to left Hub, bill Edge, and your devices. Learn more         Find           Proory and selfs for $\bigcirc$ FI         Device to cload message. $\bigcirc$ Enabled           Minarging and with $\bigcirc$ L6009         Minarging rungs. $\bigcirc$ Enabled	Interview         OF         OF           and baland and an and a layed thread production its to the NAL bit faigut and your devices. Learn not grant calculate the one of the NAL bit faigut and your devices. Learn not grant calculate the NAL bit faigut and your devices. Learn not grant calculate the NAL bit faigut and the NAL bit faigut and your devices. Learn not grant calculate the NAL bit faigut and the NAL bit faigut and your devices. Learn not faight and the NAL bit faigut and the NAL bit faight and your devices.		
Turn on Defender for for and add an extra layer of threat protection to init Hub, for Edge, and your devices. Learn more Promy and sole ton:  P1 Device to cloud messages  P1 Device to cloud	and indexter for bit and adds an extra layer of thread protection to bit THA bit Stage and your devices. Layer nor grant state to:         FI         Device the cloud rewrapper. C)         Extended for the cloud rewrapper. C)           grant state to:         LOW         Manage norm; C)         Extended for the cloud rewrapper. C)         Extended for the cloud rewrapper. C)           on routh         D         Davided to the cloud rewrapper. C)         Extended for the cloud rewrapper. C)		
Pricing and toole tier () P1 Device for cloud messages () Enabled Messages per day () & & & & & & & & & & & & & & & & & &	per disable terr         PI         Devices tor cloud reassages         Fondblef           per disable terr         K.000         Message multing         Fondblef           per order         K.000         Message multing         Fondblef           per order         K.000         Cloud tor devices communità         Fondblef           per order         Doublef         Laif dage ©         Fondblef	Turn on Defender for IoT and add an extra layer of threat protection to IoT Hub, IoT Edge, and your devices. Learn n	
Pricing and scale tier  F1 Device-to-cloud messages  Enabled  Messages per day  Messages routing  Enabled  Ena	g m d case tor C)         Pi         Deve to could remaps C)         Finished           gen par duy C)         MB0         Message multing C)         Finished           or moth         600 KD         Clob to droke commands C)         Finished           or to full         Clob to droke commands C)         Finished		
Messages per day O 8,000 Message routing O Enabled	ges per day         6.000         Message routing         Finabled           per month         0.00 USD         Claud-loo-device commands         Finabled           der for IoT         Disabled         IoT Logic         Finabled	Pricing and scale tier	
AMUED	Open month         0.00 USD         Cloud-to-device commands         Enabled           oder for IoT         O         Disabled         IoT Edge         Enabled	Messages per day () 8,000 Message routing () Enabled	
Cost per month Vivio OSO Cloud-to-device commands () enabled	der for IoT ① Disabled IoT Edge ③ Enabled	Cost per month 0.00 USD Cloud-to-device commands () Enabled	
Defender for IoT O Disabled IoT Edge O Enabled		Defender for IoT O Disabled IoT Edge O Enabled	
Device management () Enabled	Device management () Enabled	- Build	
per month www.www.cours.commands.comm Constructions.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands Constructions.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.commands.command	Device management () Enabled	per manth         0.00 USD         Could-to-device commands.         Enubled           ender for IoT         Disabled         IoT Edge ()         Enubled	

Figura 6.35: Free tier

Finalmente, con la configuración ya terminada podemos observar en la **figura 6.36** en donde se presenta el resumen de todo de lo que va a crear y click en Create.

crosoft Axure 🛈 Upgrade	1	learch resources, services, and docs (G+/)
	loT hub	
ecnica Salesiana (estliveupsedu.o	Microsoft	
Manage view      ···     ··	Validation passed.	
	Basics Networking Manag	ement Tags Review + create
	Basics	
	Subscription	Azure subscription 1
		RG,107
		East US 2
		tesiaiot
Thus an allowing	Networking	
Thub to display		Public access
to help you connect, monitor, and billions of your IoT assets		
Create IoT hub		Enabled
about loT Hub of	Management	
send telemetry from device of	Pricing and scale tier	
		8,000
		0.00 USD
		Disabled

Figura 6.36: Resumen IOT HUB

Segundos después empieza a desplegar el servicio de **IOT HUB**, a su vez podrá guiarse en la **figura 6.37**, donde está indicando nombre del grupo, tipo de uso y estado del servicio.



Figura 6.37: Despliegue en progreso

Hacia la izquierda, en la parte **device management** en el IoT hub seleccione la opción **Devices**, puede observarse en la siguiente **figura 6.38** 

A tesisiot - Microsoft Azure × +		
← → Ø	A https://portal.azure.com/#@estliveupsedu.ormicrosoft.com/resource/subscriptio	ns/683b6910-334e-47c4-a8d7-6c284da5da4c/resource
Microsoft Azure     Upgrad	P Search resources, services, and docs (G+/)	
Home > tesisiot-121111043 >		
💦 tesisiot 🖉 …		
,P Search (Cmd+/) «	→ Move ∨ 🔋 Delete 🖒 Refresh	
🔉 Overview		
Activity log		
Access control (IAM)	Status : Active	
Tags	Current location : East US 2	
Diamerse and solve nonhierrs	Subscription (Move) : Azure subscription 1	
Fuents	Subscription ID : 683b6910-334e-47c4-a847-6c284da5da4c	
Dicise and scale		
<ul> <li>Investigation state</li> </ul>	Usage Get started	
Device management	Show	data for last 1 Hours 6 Hours 12 Hours 11 Day
Devices		
🐢 lot Edge		
🙎 Configurations	A Int Hub Usage	Number of messages used
Updates	THE STATE	
Queries		
	Messages used today: 0	
Huo settings	■ Daily messages quota: 8000 ○	
Built-in endpoints	<ul> <li>Daily messages quota: 0000 0</li> </ul>	
12 Message routing	IoT Devices: 0	
🚦 File upload		
- Failover		
🔅 Properties		2 12 PM 6 PM Deventor 6 AM UTCH

Figura 6.38: Creacion de dispositivo

El nuevo dispositivo necesita un nombre Myrraspberry, en este caso se debe rellenar los datos como se muestra en la figura 6.39 y click en Save

Home > IoT Hub > tesisiot >
La Create a device
A create a device
Find Certified for Azure IoT devices in the Device Catalog
Device ID * ①
MyRaspberry
Authentication box
Summatic kny X 509 Self-Signed X 509 CA Signed
Auto-generate keys ()
Connect this device to an IoI nuo U
CONTROL OF CONTROL
Parent device ()
No parent device
sex a parent cence
Size

Figura 6.39: Nombre de dispositivo

La **figura 6.40** presenta detalles del nuevo dispositivo, puede ver claramente el nombre y el estado del dispositivo.
≡ Microsoft Azure 🕣 Up	grade	, Search resources, services, a	nd docs (G-,)	
Home > tesisiot				
tesisiot   Devices				
,O Search (Crnd+/)	View, create, delete, and update of the second s	devices in your IoT Hub.		
🕂 Overview	Device name			
Activity log	enser device ID			
Access control (IAM)	Find devices			
📌 Tags	+ Add Device 💍 Refresh			
Diagnose and solve problems				
🗲 Events	Device ID	Status	Last Status Update	Authentication Type
O Pricing and scale	_			
Device management	Mykaspoerry	Enabled		585
Devices				
📥 loT Edge				
Configurations				
A				

Figura 6.40: Detalles del dipositivo

### 6.4.5 Instalación de node-red-contrib-azure-iot-hub

Ingrese a la configuración del rraspberry, directamente conectado con una pantalla y un teclado o con una dirección ip que pertenezca a la misma red, dirección ip designado por el enrutador. Abrir en un navegador Node Red en la siguiente dirección http:"//IP-RASPBERRY:1880", en las opciones de Node Red desplazar en el espacio de trabajo(flow) 4 nodos inject, rpi-dht22, fuction y finalmente Azure Iot Hub necesarios para crear el flujo que envía los datos ala nube privada de Microsoft azure como se muestra en la figura 6.41



Figura 6.41: modulos Node-red

Para continuar con la configuración de cada uno de los módulos de Node-red, realize la instalación del paquete **node-red-contrib-azure-iot-hub** para la conexión hacia **Azure Iot Hub**, observe la **figura 6.42** para abrir la paleta de administración.



Figura 6.42: Paleta de administración Node-red

En la **figura 6.43**, presenta los tres pasos para la instalación del paquete, diríjase a la pestaña de install y en la barra de búsqueda digite **node-red-contrib-azure-iot-hub**, seleccione como muestra el recuadro número 2 y finalmente se aplicara la instalación recuadro 3.



Figura 6.43: Instalación node-red-contrib-azure-iot-hub

Al final de la instalación verifique que la paleta contenga los componentes que se muestran en la figura 6.44

~ storage	
write file     read file     watch	<b>a b</b>
<ul> <li>Raspberry Pi</li> </ul>	
rpi - dht22 rpi - gpio in () rpi - gpio out () rpi - mouse () rpi - mouse () rpi - koytoara()	•
~ cloud	
Azure IoT	
Hub Registry	
Azure lioT Hub Receiver	
Azure lioT Hub Device D Twin	

Figura 6.44: Instalación node-red-contrib-azure-iot-hub

De la **figura 6.41** se realiza la configuración de cada uno de los 4 nodos nombrados en los pasos anteriores.

1. **Inject** este nodo de inyección crea una cadena de muestras de los datos leídos por el sensor en un intervalo de tiempo observe la **figura 6.45**.

Node-RED				
Q filter nodes	Flow 1	Flow 2	Edit inject node	2
write file			Delete	ne
read file			© Properties	国
Q watch			Name Name	
~ cloud			≡ msg. payload = ▼ timestamp	×
Azure IoT			$\equiv \boxed{\text{msg. topic}} = \boxed{\bullet \ a_z}$	×
Azure IoT Hub Registry	timestamp v	rpi-dht11		
Azure IoT Hub Receiver				
Azure IoT Hub Device			+ add [right]	now
<ul> <li>Raspberry Pi</li> </ul>			Inject once after 0.1 seconds, then	
rpi - dht22			C Repeat interval \$	
rpi - gpio in			every 30 _ seconds ¢	
rpi - gpio out			O Enabled	

Figura 6.45: Editor nodo de inyección

2. **rpi-dht22** este nodo es el identificador del sensor por el cual se lee los datos, se le da un nombre, el modelo del sensor y seleccione el número del pin al que esta conectado en el raspberry **figura 6.46**.

Node-RED			
Q filter nodes	Flow 1	Flow 2	Edit rpi-dht22 node 5
write file			Delete Cancel Done
read file			© Properties
۹ watch			Topic 1 (rpi-dht1)
~ cloud			III Sensor
Azure IoT Hub			
Azure IoT Hub Registry	timestamp v	rpi-dht11	mumbering 3 (WiringPi (rev. 2))
Azure IoT Hub Receiver			i≣ Pin number 7
Azure IoT Hub Device Twin			Name
<ul> <li>Raspberry Pi</li> </ul>			
rpi - dht22			
rpi - gpio in 🖗			
rpi - gpio out			
rpi - gpio out			O Enabled

Figura 6.46: Editor nodo del sensor

En la opción 3 **fuction**, este nodo es la función que contiene las variables a ser leídas, enviadas y graficadas. la función compone de dos variables **humedad**, **temperatura** interpretadas en tiempo real y las demás variables son de información. También lleva el nombre del dispositivo y el protocolo de comunicación hacia Azure como se muestra en la **figura 6.47** 

Delete	Ca	ancel Don
Properties		
Name	Name	
Setup	On Start On Message On S	Stop
6 0	deviceld':"devicelunes",	

Figura 6.47: Función

En la opción 4 **Azure Iot hub** este nodo permite la conexión entre **Node-red y Azure Iot Hub** donde tiene un nombre, su protocolo, el Hostname se debe obtener de connection string del Device registrado en Azure IOT similar a lo que se muestra en la **figura 6.48** 

	Edit Amus Ja Edit	ah mada		
	Edit Azure Iol Hu	10 node	Canaal	Dana
	Properties		Cancer	
1	Name	Azure IoT Hub		
	Protocol	mqtt	~	
2	Hostname	tesisiot.azure-devices.net		
i a cert message				

Figura 6.48: Editor nodo de conexión con Azure Cloud

# 6.4.6 Verificación del envio de datos con VS Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente de la misma empresa Microsoft, puede descargar de su página oficial https://code.visualstudio.com/download, esta disponible para Windows, Linux, macOS y Web. figura 6.49.



Figura 6.49: Sitio Oficial VS Code

Abra el editor e instale la extensión Azure IOT Hub, busque IoT como muestra el recuadro 1, seleccione Azure IoT Hub y número 3 proceda con la instalación, todo esto se puede observar en la **figura 6.50**.



Figura 6.50: Instalar Azure IoT Hub

En VS Code debe buscar el dispositivo registrado mirar el ejemplo de la figura 6.51 y realizar click derecho en la opción Start Monitoring Built-in Event endpoint



Figura 6.51: Start Monitoring

Se puede observar en la **figura 6.52** los datos están llegando de manera correcta, ya se puede trabajar con **Stream analytic job** para graficar los datos.



Figura 6.52: Recibiendo datos de forma correcta

### 6.4.7 Aprovisionamiento y configuración de SQL Server Azure

Para la configuración de Aprovisionamiento de SQL Server Azure siga estos pasos: Crear un SQL Server Azure con nombre de servidor sqliottesis, seleccionar al Resource Group y también seleccionar su localidad similar a la **figura 6.53**.

Subscription * 🕕	Pago por uso (07c1aefc-14db-4e2e-8931-9f357a7ec0a5)	$\sim$
Resource group * ①	RGtesis Create new	~
Server details		
Enter required settings for this se	rver, including providing a name and location.	
Server name *	Enter server name	
	.database.v	vindows.net
Location *	(US) East US	~
Authentication		
Authentication		
Select your preferred authenticati access your server with SQL authe AD user, group, or application as	on methods for accessing this server. Create a server admin login and passw ntication, select only Azure AD authentication Learn more if using an esistir Azure AD admin Learn more if, or select both SQL and Azure AD authentica	ord to g Azure tion.
Select your preferred authenticati access your server with SQL authe AD user, group, or application as Authentication method	on methods for accessing this server. Create a server admin login and passes mitication, select only Azure AD authentication Learn more it using an existin Azure AD admin Learn more it, or select both SQL and Azure AD authentica Use SQL authentication	ord to ig Azure tion.
Authentication Select your preferred authenticati access your server with SQL auth AD user, group, or application as Authentication method	on methods for accessing this server. Create a server admin login and passes mitication, select only Azure AD authentication Larger Amore 2 using an existin Azure AD admin Learn more 2, or select both SQL and Azure AD authentication Use SQL authentication Use chy Azure Active Directory (Azure AD) authentication	ord to g Azure tion.

Figura 6.53: Creacion de servidor SQL

Crear una Base de datos llamada DataIOT, seleccione al grupo que va a pertenecer dele un nombre y una contraseña, observe la **figura 6.54**, y finalmente seleccionamos locally-redundant backup storage.

wasta COL Databasa	
Resource group * ③	RGtesis V
	Create new
Database details	
Enter required settings for this database, resources	including picking a logical server and configuring the compute and storage
Database name *	Enter database name
Server * 💿	servertesis (East US 2)
	Create new
Want to use SQL elastic pool? * 🛈	Ves 💿 No
Compute + storage * 🛈	General Purpose
	Gen5, 2 vCores, 32 GB storage, zone redundant disabled
	Configure database
Backup storage redundancy	
Choose how your PITR and LTR backups available when geo-redundant storage is	are replicated. Geo restore or ability to recover from regional outage is only selected.
	-

Figura 6.54: Creacion de Base de Datos

Al configurar las reglas de firewall del servidor SQL, se genera una regla de **firewalls**, observe la **figura 6.55**. Las reglas de firewalls depende de la seguridad que necesite para su proyecto, empresa o campo al que va dirigido los sensores IoT.

Firewalls a	Save X Discard	FKS ····				
500						
	Deny public network					
ve problems						
rton	Default Proxy R	edirect				
ciory	Allow Azure services and					
	Yes No					
	Client IP address	161.132.234.201				
	Rule name	Start IP	End IP			
	Acceso	0.0.0.0	255.255.255.	255 ••		
	Virtual networks	vork + Create new virtual n	etwork			
s		Rule name	Virtual network	Subnet	Address Range	Enc
	No vnet rules for this se	ver.				
story						
	Outbound networking					
	Restrict network access to	a specific set of resources	by supplying their fully-qu	alified domain name	is. Learn more is	
ual networks	Restrictions disabled					
	Configure outbound net	working restrictions				

Figura 6.55: Regla de firewalls

### 6.4.8 Aprovisionamiento y configuración Stream Job Analytic

Aprovisionamiento de un Stream analytic job llamado un Job-IOT-Raspberry.

Configurar un input a Azure IOT Hub llamado **inputIOTHub** Configurar un Output a SQL Server llamado **outputSQL** En el **Analytics Job** como está en la primera **figura**, damos un nombre al Analytic Job, seleccione tipo de Suscripcion, seleccione el Resource Group, y la ubicación más cercana. En la segunda parte de la misma figura crea un Telemery-raspberry input y un Telemery-raspberry output. observe la **figura 6.56**.

Crear un stream analytics job que se compone de los siguientes pasos importantes que son los siguientes: un input, un output y el query.

input es el iot hub porque es a donde se envía los datos del dispositivo.

output es la tabla sql que se creó anteriormente en la opción Query editor.



Figura 6.56: Configuración Stream Job Analytic

Configurar SQL DataBase, para ello se posiciona en la opción query editor como se ve en la **figura 6.57**, estando alli se coloca el usuario y contraseña del servidor.

Home > SQL databases > databasestesis (serve	ertesis/databasestesis)					
SQL databases « Universidad Politecnica Salesiana (estliveupsedu.o	databasestesis (se	ervertesis/o	latabasestesis)   Q	uery editor	(preview)	
+ Create 🕓 Reservations …	Search (Cmd+/)	< R Login +	New Query 🗍 Open query	📯 Feedback		
Filter for any field	Overview					
Name 1	Activity log					
databasestesis (servertesis/databaseste ***	🗳 Tags					
	Diagnose and solve problems					
1	📣 Quick start					
	JI Query editor (preview)	2 🗋		S	SQL	
	Power Platform			Welcome to SOL	Database Query Editor	
	Power BI			welcome to SQL	Database Query Editor	
	Power Apps		SQL server authentication		Active Directory authentication	
	> Power Automate	3	Login * manager		Continue as emocha@est.ups.edu.	ec
	Settings	_	Password *		OR	
	<ul> <li>Compute + storage</li> </ul>	4	rassword			
	𝔅 Connection strings					
	Maintenance		OK	]		
	Properties					
< Page 1 V of 1 >	Locks					
	Data management					

Figura 6.57: Recibiendo

A continuación crear la tabla con el siguiente Query donde esta detallado el nombre de la tabla, los campos necesarios que son la temperatura, la humedad, la fecha, provincia, ciudad y parroquia similar a la que se muestra en la **figura 6.58**.



Figura 6.58: Query creación de la tabla

En el paso anterior creo la tabla, ahora será necesario crear el input en donde está detallado el nombre del input, el tipo de suscripcion y el IoT Hub al que pertenece como se puede observar el la **figura 6.59**.

jobtesis   Inputs       Stream Analytics job       P Search (Cmd+/)       Cocks	····	ut $\vee$ + Add reference input $\vee$	Refres     Why the sub-     the sub-	is running. You can
Job topology	• npub cart be		Input alias	
	Name	Source type	Sou	
M Functions	inputtesis	Stream	IoT   Provide IoT Hub settings manually	
<> Query	1		<ul> <li>Select IoT Hub from your subscriptions</li> </ul>	
Outputs			Subscription	
Configure			Subscription information not needed	
to Environment			IoT Hub ①	
Storage account settings			2 IoTtesis	
🔀 Scale			Consumer group ①	
🌻 Locale			\$Default	
🔁 Event ordering			Shared access policy name	
Can Error policy			iothubowner	
Compatibility level			Save	
Managed Identity General			stream analytics in different regi billed to move c regions.	job are located ons, you will be lata between

Figura 6.59: Crear un input

A continuación crear el output en donde está detallado el nombre del database y colocar el nombre de la tabla que fue creada en el punto anterior, para este ejemplo es tablatesis puede observar la **figura 6.60**.

Output details outputtesis Test Delete Database * ① (databasestesis Authentication mode Connection string	×
Ø     Test     Image: Delete       Database * ()     Image: Delete       Idatabasestesis       Authentication mode       Connection string	
Database * ① databasestesis Authentication mode Connection string	
databasestesis Authentication mode Connection string	
Authentication mode Connection string	
Connection string	
	$\sim$
Username *	
manager	
Password	
•••••	
Server name *	
servertesis	
Table *	
tablatesis	

Figura 6.60: Crear un Output

Configure la opción query del **stream analytics jobs**, como se presenta en la **figura 6.61**. Aquí se procede a crear la consulta recuadro número 2, en esta consulta están los campos necesarios, en la línea 13 que es el iot hub se va a enviar los datos a outputtesis que está en la línea 11, a donde se envía los campos del select, el orden no es importante, pero debe asegurarse que todos los campos que se envía desde la función en Node-Red se envíen.

Ejecutar la opción test query recuadro número 3 y en le recuadro número 4 muestra toda la información.

<>> jobtesis   Query ···· Stream Analytics job	×
🔎 Search (Cmd+/) « 🔲 Query language docs 🗸 🗹 Open in Visual Studio 🗸 😳 Share feedback	
Overview Query can't be edited while a job is running. You can stop the job edit the query.	
Activity log	
Access control (IAM)	
Tags     I SELECT     temperatura,	
Diagnose and solve problems     V      Outputs (1)     4     fecha,     formais,	
Settings 6 provincia, 7	
Properties 8 parroquia	
Job topology 12 FROM	
🗉 Inputs	
I Functions	
<> Query	
Outputs	specific
Em Table {} Raw   ○ Refresh 등 Select time range ····	
temperatura humedad fecha pais	
	ador"
(g) storage account settings	ador"

Figura 6.61: Verificación de los datos

Dentro de **jobtesis** busque la opción **overview** y ejecute la opción start, entonces es cuando inicia a trabajar el job creado anteriormente, recuadro número 2 de la **figura 6.62**. En Este paso se conecta al **iot hub** en el cual empieza a receptar los datos de los sensores y colocarlos a la tabla sql como podemos observar en la **figura 6.62**.

jobtesis      ☆ …     Stream Analytics job	2				×
Search (Cmd+/)	🕞 Start 🔲 Stop 🗎 D	elete 💍 Refresh			
A Overview	f Running				
Activity log     Access control (IAM)     Tags	Outputs 1 outputtesis	SQL Database	₽	8 parroquia 9 10 INTO 11 outputtesis	
Diagnose and solve problems				13 inputtesis	
Properties	Monitoring		\$	Resource utilization	
A Locks				9%	
Job topology	2			8%	
€ Inputs	1.5			- 7%	
M Functions				5%	
<> Query	1			4%	
Outputs	0.5			3%	
Configure	0			1%	
to Environment	10 AM	10:15 AM 10:30 AM	UTC-05:00	10 AM 10:15 AM 10	:30 AM UTC-0
Storage account settings	Input Events (Sum) jobtesis 61 61	t Events (Sum) is Puntime Errors (Si jobtesis	um)	SU % Utilization (Max) jobtesis 8 ec	
🗹 Scale					

Figura 6.62: Ejecucion de AnalyticsJob de Azure

Compare que todos los datos lleguen de forma correcta, en la opción **query editor** realice la siguiente consulta similar a lo mostrado en la **figura 6.63** recuadro número 2.

databasestesis (s	serv	vertesis/databa	asestesis)   (	Query edito	or (preview)		×
Search (Cmd+/)	~	🔉 Login 🕂 New Que	ry  Open query	🖗 Feedback			
<ul> <li>Overview</li> <li>Activity log</li> </ul>		databasestesis (manag	ger) 💍	Query 1	Cancel query	Save query 🞍 E	Export data as 🗸 \cdots
Tags Diagnose and solve problems		<ul> <li>Showing limited ob, full capability please</li> </ul>	ject explorer here. For e open SSDT.	1 set	lect * from tablates	sis 7	
Quick start Quick	) 1	> 🗗 Tables > 🖆 Views > 🖆 Stored Procedures				2	
<ul> <li>Power Apps</li> <li>Power Automate</li> </ul>	1			Results	Messages		
Settings				✓ Sear	ch to filter items		
Compute + storage					fecha	humedad	temperatura
𝔗 Connection strings			3		2022-03-27T03:46:2	71.00	18.00
P Maintenance					2022-03-27T03:46:3	36.00	16.00
Verificaci	ó	n de	dato	S	2022-03-27T03:46:5	71.00	18.00
					2022-03-27T03:47:0	40.00	16.00

Figura 6.63: Verificación de datos

#### Reportes y Graficas con Power BI

En la opción **Power Bi** seleccionar **import data from Sql server**, opción que nos permite importar y exportar los datos **figura 6.64** 



Figura 6.64: Import data from Sql

Copiar el **server name** que se encuentra en el **sql server**, y en el siguiente recuadro se coloca el nombre de la base de datos. Observe la **figura 6.65** 

Server		
servertesis.database.windows.net		
Database (optional)		
databasestesis		
Data Connectivity mode	12	
<ul> <li>Import</li> </ul>		
O DirectQuery		
> Advanced options		

Figura 6.65: SQL Server database

El siguiente paso es ubicar la opción **database** en donde se colocara el nombre de **usuario y password** creado en la base de datos observe la **figura 6.66** 

	SQL Server database	)
lindows	serverdomingo.database.windows.net	
atabase	(1) We couldn't authenticate with the credentials provided. Please try again.	
ticrosoft account	Use your Windows credentials to access this database. O Use my current credentials O Use alternate credentials User name manager Password ••••••••	
	Back Connect Canc	e

Figura 6.66: Conexión hacia la Base de Datos

La siguiente **figura 6.67** elija la opción **tablatesis** que fue el nombre que se le otorgó a la tabla cuando se creó, esperar unos segundos porque toma un tiempo, ya que se cargan los datos.

Navigator	
	$\mathcal{P}$
Display Options 🔹	C
<ul> <li>servertesis.database.windows.net: database</li> <li>         I          sys.database_firewall_rules     </li> </ul>	este
🔲 둼 sys.ipv6_database_firewall_rules	
tablatesis	
tablatesis	

Figura 6.67: Caragar datos de la tabla

En la **figura 6.68** se muestra los datos que fueron agregados en la función creada anteriormente.



Figura 6.68: Datos de la tabla

Finalmente con todos los datos se debe arrastrar al recuadro los campos que desee y como resultado obtenemos las siguientes gráficas.



Figura 6.69: Graficas de datos en tiempo real Azure Cloud

# 6.5 AMAZON WEB SERVICES

# 6.5.1 Conexión IoT en AWS y Node-Red

En esta sección se realiza la configuración de Amazon Web Service(AWS) y Node-Red, después de trabajar con las dos nubes anteriores para esta tercera nube, el proceso es más rápido, para entender mejor la configuración de los servicios que ofrece esta nube privada observar la **figura 6.70**, aquí se muestra la estructura lógica que se va a seguir dentro de la plataforma, para ello se va a utilizar un navegador cualquiera e ingresa ala siguiente dirección  $\tilde{a} \tilde{A} chttps://aws.amazon.com/console/\tilde{a} I$ .



Figura 6.70: Topologia Logia de AWS

### 6.5.2 Creación de cuenta AWS

Inicie creando el usuario y contraseña para la consola de administración del sitio Amazon Web Services (ver figura 6.71).



Figura 6.71: Sitio web Amazon

Crear un usuario raíz para tener todos los privilegios de administración de la nube, para ello es necesario contar con una tarjeta de débito o crédito, pero de preferencia una tarjeta de crédito, Amazon cobra 1 dólar por la suscripción, igul a lo mostrado en la **figura 6.72**.

aws	
Iniciar sesión	
Usuario raiz Propietario de la cuenta que realiza tareas que requieren acceso ilimitado. Más información	]
O Usuario de IAM Usuario de una cuenta que realiza tareas diarias. Más información	
Dirección de email del usuario raíz	
nombredeusuario@ejemplo.com	
Siguiente	
Al continuar, acepta el Contrato de cliente de AWS u otra acuerdo para los senvicios de AWS y el Aviso de privacidad. Este atilu utiliza cociónes esenciales. Consulta nuestro Aviso de cookies para obtener más información. 	
Crear una cuenta de AWS	1

Figura 6.72: Creación de usuario

Registrar un email y nombre de usuario, observe la figura 6.73.

Sign up for AWS
Root user email address Used for account recovery and some administrative functions
fpaltin@hotmail.com
AWS account name Choose a name for your account. You can change this name in your account settings after you sign up.
fabi9n123 2
Verify email address
OR
Sign in to an existing AWS account

Figura 6.73: Email de usuario

Un link de verificación se envía al correo electrónico el código que se usa para la verificación y activación de la cuenta, para ello se puede observar la **figura 6.74**.

Sign up for AWS	
Confirm you are you	
Making sure you are secure it's what we do.	
We sent an email with a verification code to fpaltin@hotmail.com. (not you?)	
Enter it below to confirm your email.	
Verification code	
234353	1
Verify	2
Resend code	

Figura 6.74: Vericación de código

En el inicio del portal de **AWS** ingresa a la consola de administración de los servicios de Amazon, como se muestra en la **figura 6.75**.



Figura 6.75: Vefiricación de codigo

#### 6.5.3 Configuración de Iot, objetos, certificados y políticas

Una vez ingresado con usuario y contraseña las cuales se utilizaron al crear la cuenta de **AWS** lo primero que se realizara es la verificación de la ubicación del servidor de Amazon más cercano al Ecuador es **US West (Oregon) us-west-2** esta se encuentra en la esquina superior derecha observemos la **figura 6.76**.

utilida	de »   🚺	Otros marcadores 🕴 🚺	Lista de lectura
	D 4	Oregon 4	fabi9n 🔻
	US East (N. Virginia)	us-east-1	1
	US East (Ohio)	us-east-2	
	US West (N. California)	us-west-1	
nso	US West (Oregon)		
the	Africa (Cape Town)	af-south-1	
pene	Asia Pacific (Hong Kong	) ap-east-1	
	Asia Pacific (Jakarta)	ap-southeast-3	N
	Asia Pacific (Mumbai)	ap-south-1	
ed 1	Asia Pacific (Osaka)	ap-northeast-3	

Figura 6.76: Zona horaria

Ir a la barra de búsqueda del sitio de Amazon buscar e ingresar al servicio de IoT Core, observe la **figura 6.77**.



Figura 6.77: Iot Core

Crear un objeto con las siguientes características como se puede observar en la **fi-gura 6.78**, en el siguiente paso, ubique la opción Manage y luego Things.



Figura 6.78: Manage things

Crear un tipo de objeto el mismo que almacena infomacion relacionada para todos los objetos, esto con el único fin el mismo que es disminuir la complejidad de la administración de objetos, para esto entonces click en create thing, puede verificarlo con la **figura 6.79**.

() Introducing the new AWS INT console experience We're updating the console experience for you. <u>Learn more</u> (2) Try the new experience	s and <u>ist us know what you think.</u> You can turn off the new experience from the navigation menu.
AWS InT > Manage > Things	
Things (D) wh As it Things a representation and every of physical desize in the dawa. A physical desize method along wards in order two with MASS of Q. Filter chings days service, long, provace, balling, or searchealde attribute.	C Maxed such Recognitions Effic Toles Conditions
II Name	Thing type
	No things No things display in this hoyon Counter things

Figura 6.79: Creación de objeto

Click en create single thing, observe la **figura 6.80**, y next para el paso que se explica a continuación.

thing n esource	Source is a digital representation of a physical device or logical entity in AWS IoT. Your device or entity needs a this in the registry to use AWS IoT features such as Device Shadows, events, jobs, and device management features.
Num	ber of things to create
۰	Create single thing Create a thing resource to register a device. Provision the certificate and policy necessary to allow the device to connect to AWS IoT.
0	Create many things Create stack that creates multiple thing resources to register devices and provision the resources those devices require to create to AWS IoT.

Figura 6.80: Creación de un objeto simple

En el siguiente paso click en continuar en esta opción dar un nombre al objeto, observe la **figura 6.81**.

in the second second	
Raspherry	
Enter a unique nam	e containing only: letters, numbers, hyphens, colons, or underscores. A thing name can't contain any spaces.
Additional co	nfigurations
You can use these o	onfigurations to add detail that can help you to organize, manage, and search your things.
Thing type -	optionol
Searchable t	hing attributes - optionol
Thing group	s - optional
Billing group	- optional
Device Shad	20 info
Device Shadows all shadow using eithe	w connected dievices to sync states with AWS. You can also get, update, or delete the state information of this thing's HTTPs or MQTT topics.
No shadow	
<ul> <li>Named shade</li> <li>Create multiple</li> </ul>	W shadows with different names to manage access to properties, and logically group
your devices pr	operoes.

Figura 6.81: Nombre de objeto

La siguiente configuración queda como está debido a que no será necesario el uso de otros servicios adicionales, damos click en next, observe la **figura 6.82**.

En este paso dejar que **AWS** autogenere los certificados que más adelante se usa para la conexión con **Node-Red**.

#### 6.5.4 Configuración de Políticas

En el apartado anterior se auto generó los certificados, bien el siguiente paso es la creación de políticas para ese tipo de objeto observe la **figura 6.83**.

A device rou can active co	requires a certificate to connect to AWS IoT. You can choose how you to register a certificate for your device now, or create and register a certificate for your device later. Your device won't be able to connect to AWS IoT until it has an ertificate with an appropriate policy.
Dev	vice certificate
0	Auto-generate a new certificate (recommended) Generate a certificate, public leg, and private key using AWS IoT's certificate authority.
0	Use a certificate Use a certificate signed by your own certificate authority.
	Upload CSR Register your CA and use your own certificates on one or many devices.
	Skip creating a certificate at this time You can create a certificate for this thing and attach a policy to the certificate at a later time.

Figura 6.82: configuración

Attach policies to certificate - optional info WS IoT policies grant or deny access to XWS IoT resources. Attaching policies to the he device.	device certificate applies this access to
Policies (0) Select up to 10 policies to attach to this certificate.	C Create policy
Q. Filter policies	< 1 > 💿
Name	
No policies	
No policies could be found in us-west-2.	
Cancel	Previous Create thing

Figura 6.83: Configuración de política

Ahora bien, aquí en este apartado se realiza 3 pasos importantes, número uno poner un nombre ala política, número 2 seleccionar todas las aciones para IoT y número 3 otorgar permisos para todas las fuentes de las que puedan provenir la información y finalmente click en crear, observe la **figura 6.84** 

nore about IoT policies go to th	e AWS IoT Policies documentation page.	
Name policy_raspberry	1	
Add statements		
Policy statements define the ty	pes of actions that can be performed by a resource.	Advanced mod
Action	2	
iot:"		
Resource ARN		
·	3	
Effect		
Allow Deny		

Figura 6.84: Creación de políticas

#### 6.5.5 Configuración de certificados

En el paso anterior creo la política y en este paso se crea los certificados, pero todo es un conjunto de procedimientos para finalmente crear el tipo de objeto, observe la figura 6.85 que es donde se genera los certificados que tendrá que descargar a continuación.

Download certificates a	nd keys	×	
Download certificate and key fil	es to install on your device so that	it can connect to	
AWS.			
Device certificate			
You can activate the certificate now, AWS IoT.	or later. The certificate must be active fr	or a device to connect to	
Device certificate	Deactivate certificate	M Download	1
a0b7eOf6f84te.pem.crt			-
Key files			
The key files are unique to this certific Download them now and save them is	cate and can't be downloaded after you in a secure place.	leave this page.	
🛆 This is the only time you	can download the key files for thi	s certificate.	
Public key file		[H] Download	2
a0b7eOf6f84d8943ed85d5d2	d13c41-public.pem.key	Key downloaded	2
Private key file		52 Developed	-
a0b7e0f6f84d8943ed85d5dd	13c41-private.pem.key	Key downloaded	3
Root CA certificates			
Download the root CA certificate file you're using. You can also download !	that corresponds to the type of data en the root CA certificates later.	dpoint and clipher suite	
Amazon trust services endpoint		M Download	1
RSA 2048 bit key: Amazon Root	CA 1	C Commond	-
Amazon trust services endpoint		(ii) Download	
ECC 256 bit key: Amazon Root C	A 3		5
If you don't see the root CA cert root CA certificates. These root	ificate that you need here, AWS to CA certificates and others are avail	T supports additional. lable in our developer	
guides. Learn more 🗹			
		Done	

Figura 6.85: Creación de certificados

En este paso se necesita 3 de los 5 archivos, pero preferible descargar los 5 archivos y finalmente crear el objeto similar a la **figura 6.86**.

Attach policies to certificate – opt AWS IoT policies grant or deny access to AWS IoT resources. Attach the device.	ional info ing policies to the device certificate applies this access to
Policies (1/1) Select up to 10 policies to attach to this certificate. Q. Filter policies	C         Create policy [2]           < 1 >   ⊗
Name     policy_raspberry	Cancel Previous Create thing

Figura 6.86: Creación de thing

#### 6.5.6 Configuración de certificados en raspbeyry PI

Para esta sección se necesita un servidor **FTP** y los archivos que descargó anteriormente en la creación de certificados, para este caso el servidor FTP a utilizar será filezilla, observe la conexión de FTP cliente hacia el raspberry, dentro del filezilla ingrese la dirección ip generada por el router hacia el dispositivo raspbery, el usuario por defecto es pi y la contraseña es 1234 y el puerto 22, no olvide también tener habilitado ssh en el raspberry que se explica en la sección anterior en la creación de **Node-red**, además de tener otorgado los permisos necesarios para el usuario pi de raspberry en la **figura 6.87**, se observa que los certificados que fueron descargados deben pasar a ala siguiente dirección **home/pi/certs**, si no tiene la ubicación crear la carpeta certs, no olvide que el usuario es pi y la contraseña es 1234 si no fue cambiada anteriormente.



Figura 6.87: Configuración filezilla

Ingresar al rraspberry, directamente conectados con una pantalla y un teclado o con una dirección ip, que pertenezca a la misma red, una dirección designado por el enrutador, abrir node-red http:"//IP-RASPBERRY:1880" en las opciones de node red deberá arrastrar 4 nodos que son los siguientes inject, dht11, una función y un topico, para ver que los datos estén siendo leídos por el raspberry y poder enviar los datos ala nube Amazon. Observe la figura 6.88

timestamp v	rpi-dht11	function	topic-raspberry
1	2	3	4

Figura 6.88: Módulos Node-Red

Nodo inject permite enviar los datos que son leídos por el sensor de humedad y temperatura, en intervalos de tiempos, como se observa en la **figura 6.89**, en la configuración se usó un tiempo de recolección de datos cada 30 segundos.

Delete							Can	cel		Dor	10
Properties								[	¢		ß
Name	Name										
≡ msg. pa	yload	=	- times	itamp							×
msg. top	bic	= •	° <sup>a</sup> z								x
+ add	lic	ct onc	• <sup>a</sup> z	0.1	se	acond	s, ther	1		nject o	×
+ add	Injee	ct onc	• <sup>a</sup> z	0.1	56	scond	s, ther	1	)	nject n	w

Figura 6.89: Módulos Node-Red

Nodo DHT11,<br/>hace referencia al sensor de temperatura y humedad, a este nodo se necesita dar<br/>le un nombre y elegir , el número de pin del rasp<br/>berry por el cual están siendo leídos los datos, observe la figura 6.90.

201010		Currou		bone
Properties			٥	
📰 Topic	rpi-dht11			
Sensor				
model	DHT11	÷		
I Pin numbering	WiringPi (rev. 2)			
III Pin number	7	\$		
Name	Name			

Figura 6.90: Módulos Node-Red

Crear la función y declaró las variables a leer temperatura y humedad, adicional escribir la ubicación de los sensores como es país, ciudad, parroquia no olvide convertir la variable fecha en string como observa en la **figura 6.91**.

Delete				Cancel		Done
Properties					٥	
Name	Name					<i>R</i> -
Ø Setup		On Start	On Message	On Stop		
5 6 7 8 9 10 11 12 13	'tempe 'humed 'fecha 'pais' 'provi 'ciuda 'parro	ratura':temper ad':humidity, ':new Date().1 :'Ecuador', ncia':'Azuay', d':'Cuenca', quia':'Banios'	rature, toISOString().replace( ,	'T',' ').subst	r(0,	19),

Figura 6.91: Captura de función

Arrastrar el módulo mqtt out y dar click en el lápiz para configurar la conexión hacia el servidor de AWS, observe la **figura 6.92**.

Delete		Cancel	Done
© Properties			٥
Server	Add new mqtt-broker	<b>&gt;</b> /	
III Topic	Торіс		
⊛ QoS	✓ S Retain	~	
Name	Name		
 Tip: Leave top properties.	ilo, gos or retain blank if you want to set them via msg		

Figura 6.92: Configuración modulo mqtt

Abrir **AWS IoT** y en la esquina inferior ubicar con el apartado de test, dándole click se despliega el nombre del EndPoint del thing de AwS, los primeros pasos de esta sección observe la **figura 6.93** es el nombre del servidor para la conexión con Nodered y es necesario un número de puerto para este caso 8883 y click en el lápiz para configurar el TLS



Figura 6.93: Configuración modulo mqtt

Configurar el TLS con los certificados que se descargó en pasos anteriores. observe **figura 6.94** de la creación de certificados, lo que se realizará es poner la ruta de los certificados pasados con filezilla hacia el raspberry **"pi-home-certs"**, el resto de la configuración permanece igual y el protocolo mqtt sera la v2.1.1 y hacemos click en Add.



Figura 6.94: Configuración certificados

La configuración esta lista puede comparar con la **figura 6.95**, observe el nombre del servidor AWS y el nombre del mqtt(topic-raspberry).

Edit mett out no	ide					
Delete				Cancel		Done
O Properties					0	8 11
@ Server	at42iehab4pn-ats.iot	us-west-2 amazoni	ws.com.8883	• •		
El Topic	topic-raspberry					
0.005	•	D Retain	false	v		
% Name	Name					
 Tip: Leave to properties.	pic, qos or retain blank if	you want to set the	n via mog			

Figura 6.95: Configuración certificados

Empiece a graficar la información, primero hacer un test para comprobar que los datos están llegando al servidor AWS en **ASw IoT**, abrir a test y MQTT test client señalada en la **figura 6.96**, opción 1 y como paso 2 le seleccionará el nombre del topico que se le dio en la creación del MQTT en Node-red, finalmente dar click en suscribirse.

aws is services	Search for services, features, blogs, docs, and more     [Option+5]
Billing groups Jobs	O Introducing the new AWS IoT console experience We're updating the console experience for you. Learn more C Try the new experiences and let us know we
Job templates Tunnels	AWS IoT > MQTT test client
Retained messages	MQTT test client Info
Fleet Hub	You can use the MQTT test client to monitor the MQTT messages being passed in your AWS account. Devi MQTT messages to inform devices and apps of changes and events. You can subscribe to MQTT message
<ul> <li>Greengrass</li> <li>Wireless connectivity</li> </ul>	Subscribe to a topic Publish to a topic
▼ Secure Certificates	Topic filter tato The topic filter describes the topic(s) to which you want to subscribe. The topic filter can include MQTT wildcard charact
Policies CAs	topic-raspberry 2
Role Aliases Authorizers	Subscribe 3
▶ Defend	
▶ Act	Subscriptions Topic
Test     Device Advisor     MQTT test client	You have no topic subscriptions. 5
Software	

Figura 6.96: MQTT Test Client

Ir a la opción Act– Rules y hacer click en Create a rule, observe la **figura 6.97**, del apartado número uno y dos.

aws Services Q. Search for	services, features, blogs, docs, and more [Option+5]
Overview Things	(b) Introducing the new ANY IsT console experience Write updating the console experience for you. <u>Learn more [2]</u> Try the new experiences and <u>let us know what you think</u> . You can turn off the new experiences.
Types Thing groups	AWS IOT > Rules
Billing groups Jobs	
Job templates	
Retained messages	
Fleet metrics new	
Greengrass	
Secure	You don't have any rules yet Rules give your thirds the ability to interact with AWS and other web services. Rules are analyzed and actions are performed based
Defend	on the messages sent by your things.
▼ Act Rules	Learn more Create a rule 2
Destinations	
Test	

Figura 6.97: Crear nueva regla

#### 6.5.7 Crear la regla para enviar los Datos a IoT Analytics

Crear la regla para enviar los datos a IoT Analytics, se le asigna un nombre a la Rule, y luego hacer un query para este caso quedaría así **SELECT \* FROM 'topic-raspberry'** observe la **figura 6.98** y finalizar con un add query.

				as is seen band they assume to	
Create a rule to evo DynamoD8 table o	luate messages sent by your r invoke a Lambda function).	things and specify	what to do when a messa	pers receives por example	, write data to a
Name					
rule_raspberry					
Description					
Kule quely stat	ement				
indicate the source	ement of the messages you want to	process with this r	ule.		
indicate the source Using SQL version	ement of the messages you want to	a process with this a	ule.		
Using SQL version 2016-03-23	ement of the messages you want to	o process with this o	ule.		
Indicate the source Using SQL version 2016-03-23	ement of the messages you want to	e process with this e	ule.		
Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem	ement of the messages you want to not	<ul> <li>process with this a</li> <li></li> </ul>	ula.		
Indicate the source Using SQL version 2016-03-23 Rafe query statem SELECT «Attribute learn more, see AW	ement of the messages you want to the init - FROM «Topic Filter» WHERI 5 Jot 5 OL Reference.	e process with this e	ule. stample: SELECT tempera	ture FROM Tot/topic' WHE	RE temperature > 50
Indicate the source Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem SELECT «Attribute learn more, see AM	ement of the messages you want to ent FROM «Topic Filter» WHER 5 IoT SQL Reference.	e process with this r • E «Condition», For	ule. Doample: SELECT tempera	ture FROM Sot/topic' WHE	RE temperature > 50
2 SELECT + 11	ement of the messages you want to not + FROM -Topic Filter+ WhitER 5 Int SQL Reference. - Rept: rapple:rapplery	<ul> <li>process with this s</li> <li>Condition&gt;. For</li> </ul>	ule. nample: SELECT tempera	ture FROM Sot/Lopic' WHE	RE temperature > 50
Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem SELECT «Attribute Isam more, see AW 2 SELECT = 11	ement of the messages you want to mit • FROM +Topic Filter+ WHERD 5 to T-SQL Reference. 10. topic - raspherey	e process with this • • E «Condition», For	ole. Daample: SELECT tempera	ture FROM Sot/topic' WHE	RE temperature > 50
Indicate the source Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem SELECT «Attribute Isaan more, see AN	ement of the messages you want to ent FROM -Topic Filter- WHER ST 501 Reference.	e process with this e	ule. nample: SELECT tempera	ture FROM Sot/logic' WHE	RE temperature > 50
Indicate the source Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem SELECT «Attribute Isam more, see AW	ement of the messages you want to ent :ROOM -Topic Filter- WHERE S INT SQL Reference.	v process with this a	ule. stample: SELECT tempera	ture FROM Sociapal' WHE	RE temperature > 50
Indicate the source Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem SELECT - Addribute learn more, see ////	ement of the messages you want to ent FIROM «Tagic Filter» WHERE 5 INT SQL Reference. INT Topic Followry	u u E «Condition», For	ole. Daampile: SELECT tempera	ture FROM Socialistic WHG	RI temperature > 50
Nuite (uper y Sara Indicate the source Using SQL version 2016-03-23 Rule query statem SELECT = Attribute learn more, see AW	ement of the messages you want to ent #ROM <tapp: filter*="" where<br="">\$ 18 T SQL Reference. Data Sale C Atablety</tapp:>	e process with this a	ule. sample: SELECT tempera	ture FROM Sot/Sopic WHE	RE temperature > 50
Indicate the source using SQL version 2016-03-23 Rule query statem EXECT - Attribute Isam more, see //W	ement of the messages you want to ent =REOM -Topic Fizzer WHOLE > If SQL Meremon.	e process with this • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	ule. Isangie: SELECT tempera	ture FROM Sociality WHE	RE temperature > 50
None operations and a second s	ement ef the messages you want to ent FROM <topic filter+="" whode<br="">I STOCK Information In topic resource;</topic>	process with this	ule. Dample: SELECT tempera	ture FROM Sol/Sold	RE temperature > 50

Figura 6.98: Query

Una vez enviado los datos mediante el query del paso anterior, observe la siguiente figura 6.99, donde selecciona la opción send a message to IoT Analytis.

	~ 🗢	Annalon kinesis milenose
	଼ 🌡	Send message data to CloudWatch metric
	଼ 🌡	Change the state of a CloudWatch alarm
	଼ 🌷	Send message data to CloudWatch logs
	ି 🌓	Send a message to the Amazon OpenSearch Service (successor to Amazon Elasticsearch Service) analow emotioner service societies to analow submittee and service
	ं 🐡	Send a message to a Salesforce IoT Input Stream
1	• 💿	Send a message to IoT Analytics intransures
	ି 🕉	Send a message to an IoT Events Input
	ୁ 🖧	Send message data to asset properties in AWS IoT SiteWise set stresses
	୍ 🌼	Start a Step Functions state machine execution
	े 🌐	Send a message to a downstream HTTPS endpoint
	○ 😫	Write a message into a Timestream table
	Cancel	2 Configura action

Figura 6.99: Message IoT

En la figura 6.100 asignar un nombre para (quick create IoT analytics resources) y click en crear, observe que todas las opciones están en verde, significa que la configuración fue exitosa.

Configure action	Configure action
Send a message to IoT Analytics	Send a message to IoT Analytics entimetrics
Quick create IoT Analytics resources     This option will create channel, pipeline, data store and SQL data set in IoT Analytics.	Quick create IoT Analytics resources This option will create during (update, data store and SQL data set in IoT Analytics, Quick Create Freshed
*Resource Prefix ③ analytic_raspberry	analytic_resplerry_channel Created analytic_resplerry_chatestore Created
Batch mode 🗌 💿	analytik_raspberry_pipeline Created®
Quick Create 2	analytic_respherry_deleset Created
<ul> <li>Manually select IoT Analytics Channel and role</li> </ul>	analytic_raspberry_role Created
This option will allow you to select an existing IoT Analytics channel and role to send your data	Tour messages will be sent to this channel and yets; angebers; channel Manually select IoT Analytics Channel and nole This option will allow you to select an existing IoT Analytics channel and rule to send your deta.

Figura 6.100: Create Quick

En la siguiente **figura 6.101**, se puede comparar con lo que se obtiene y se observa que se creó la regla de forma exitosa.

Set one or more actions to begin when the phone side is method by an induced resump. Actions define additional activities that occur advers messages and the list array time may additional phone difference or seedings activities that occur advers messages and the list array time may additional phone difference or seedings activities for program difference or adverse message and the list array time may adverse or list are set or list and the list are set of the	Success     Successfully created rule.
Send a message to IoT Analytics     Review Edit	AWS IoT > Rules
Add action	Rules
Error action Optionally set a action that will be exocuted when something goes wrong with processing your rule.	Search nules Q
Add action	nule_supporty
Agely togo to your resources to help erganize and identify them. A tog consist of a cose sensitive key volargian's clears more about tagging your address moreover. Tag dealer, <sup>®</sup> Provide a tog norm, c.g. Honviscour Waler, <sup>®</sup> Provide a tog norm, c.g. Acone Corporation <b>Prov</b>	
Count Great to be	

Figura 6.101: Message IoT

# 6.5.8 Creación del reporte con QuickSight

Por último para graficar la información de los datos de las mediciones hechas por los sensores. diríjase ala barra de búsquedas de AWS y buscar **QuickSight** tal como se muestra en la **figura 6.102**.

WS III Services Q. quick Con	nect workflow X	
AWS IoT		
Services (	6) Services	See all 6 results »
Activity Blogs (1.2	(7) 240) B QuickSight Fast, easy to use business analytics	
Connect     Knowleds	tation (4,856)	
Manage Tutorials	AWS Glue DataBrew     Visual data preparation tool to clean and n	
Fleet Hub     Marketpla	ace (1,785)  Amazon Machine Learning Build Smort Arelianteer Outline	
Greengrass		
Secure	CodeStar Quickly develop, build, and deploy applicat	
Defend	Features	
Act		
Test	III FreeRTOS feature	

Figura 6.102: Seleccionar QuickSight

Inicie por dar de alta el servicio y agregar un **Dataset**, también tener en cuenta que **QuickSight** y **AWS IoT Analytic** deben estar en la misma región como se puede observar en la figura 6.103.

Your AWS Account is not s now?	igned up for QuickSight. Would you like to sign up
AWS Account	669618580410
Sign up for QuickSight	
To access QuickSight with	a different account, <mark>log in</mark> again.

Figura 6.103: Iniciar el servicio

En el **QuickSight** buscar en la parte de la izquierda el servicio de **Datasets** la selecciona y asignar un nombre al **DataSets** como se presenta en la **figura 6.104**.

Find analyses & more Q	Datasets		New dataset
	Name	Owner	Last Modified 🗸
A lavontes	💋 analyticstesis_dataset	SPICE Me	7 hours ago
C Recent	analyticstesis_dataset	SPICE Me	20 hours ago
III Dashboards	analitycjueves_dataset	<b>SPICE</b> Ме	4 days ago
	1		

Figura 6.104: Crear DataSets

Una vez creado el **Datasets** también es necesario crear un **AWS IoT Analytics** y continua la configuración la misma que puede ser comparada con la **figura 6.105**.

Datasets		
Aurora	J MariaDB	Presto
ipon Spark	Teradata Provided by Teradata	Snowflake
AWS IoT Analytics	Amazon OpenSearch Ser Successor to Amazon Elasticsearch Ser	Timestream
Exasol	GitHub	Twitter
Jira	<mark>าษพ</mark> ServiceNow	Adobe Analytics
M EXISTING DATA SOURCES		

Figura 6.105: AWS IoT Analytics

Continuando con la configuración, crear un New AWS IoT Analytics data

**source** y sin ninguna otra configuración adicional dar al botón crear **Data source** tal y como se presenta en la **figura 6.106**.

Data source name		
analyticstesis_dataset		
Select an AWS IoT Analy	tics dataset to import:	0
	- at	

Figura 6.106: Create Data source

En esta parte ya casi terminado toda la configuración, solo será necesario hacer un edit / preview data, observe en la figura 6.107.

Table:	analyticstesis_dataset	
Estimated table si Data source:	analyticstesis_dataset	
	,	

Figura 6.107: Edit/Preview data

Finalmente con la tabla de datos del query que se realizó en la sección 8 de la figura ??, observe que los campos que presenta la tabla son los mismos que se crearon en la función dentro de **Node-red**, observe detenidamente en la **figura 6.108**, ya por último debería guardar y publicar la información que recibe Amazon a su **AWS IoT Analytics data source**, y como paso final graficar y publicar.

QuickSight										343130765
ataset Name: analyticstesis_dataset								¢≬∲ Manage	Save & publish Pub	lish & visualize Ca
ields All fields included		¥	temperatura	humedad	fecha	pais	provincia	ciudad	parroquia	dt 2
culuded fields No fields excluded		6	# Integer	# Integer	🗂 Date	String	String	String	String	💾 Date
Sterr No filter applied	614-rs 1	4	21	67	2022-03-27T20:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
Autor and a subbased Autor	inter	v	19	20	2022-03-27T20:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			21	66	2022-03-27T19:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			19	20	2022-03-27T19:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			21	63	2022-03-27T17:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			17	22	2022-03-27T16:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			19	68	2022-03-27T16:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			17	22	2022-03-27T16:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			19	67	2022-03-27T16:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			21	65	2022-03-27T18:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			19	20	2022-03-27T18:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			21	66	2022-03-27T18:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			19	20	2022-03-27T18:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			21	67	2022-03-27T19:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			19	21	2022-03-27T19:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			19	68	2022-03-27T23:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
			17	22	2022-03-27T23:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			19	19	2022-03-27T17:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:
			21	64	2022-03-27T17:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
Juery mode			20	68	2022-03-27T21:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Ricaurte	2022-03-27T00:
PICE			18	22	2022-03-27T21:	Ecuador	Azuay	Cuenca	Banios	2022-03-27T00:

Figura 6.108: Datos en la tabla

Seleccionar un tipo de plantilla para que muestre la información, observe la **figura 6.109** apartado 1, en el apartado 2 se muestra todos los campos que están siendo generados por el sensor, rraspberry y node-red. En el apartado 3 están las variables que actualizan el valor leído cada 30 segundos y en el número 4 se observa mejor todos los campos.



Figura 6.109: Datos finales

Mejorando la presentación de los datos, puede realizar estos pasos para hacer una plantilla y presentar de mejor manera la vista de los datos para ello observar la **figu-**ra 6.110.

r					3431	30765463 ~
n	Save a copy	×	Autosave On	00 Save as	🛱 Export	🖞 Share
	Create a copy of this analysis. It'll be saved to your list of analyses.					
1	Analysis name			-		
л	Name 2	3				
5	Cancel	Save				

Figura 6.110: Crear plantilla

Para representar mejor la información de los miles de datos que se están subiendo en **AWS**, es mejor utilizar una gráfica donde muestre un valor promedio, ya sea de un número de horas, días o semanas como se observa en la figura **figura 6.111**.



Figura 6.111: Modelos de Gráficas

Presentación de las gráficas finales de la información de todos los datos que se obtuvieron durante un cierto número de días, con el fin de evaluar las características más importantes de **Amazon Web Service**, para el final del proyecto realizar una tabla comparativa en cuanto a los costos, facilidad de uso, flexibilidad, seguridad, infraestructura actualizada, procesamiento de la información, mayor número de herramientas y compatibilidad con dispositivos IoT de terceros. Observe **figura 6.112**.



Figura 6.112: Gráfica final

# 6.6 Google Cloud

### 6.6.1 Conexión Google cloud - Node-Red

La configuración de **Google Cloud** es un proceso más largo a comparación de las nubes de **Aws y Azure**, la **figura 6.113** representa la estructura lógica que se utilizara para la conexión entre **Raspberry**, **Node-red y Google Cloud**, en las secciones **4.3.1 y 4.4.1** se realizó la configuración de **Node-red** por lo que en esta sección se omite esa parte.



Figura 6.113: Arquitectura de Solución IoT en Google Cloud

# 6.6.2 Creación cuenta Google Cloud

Para la configuración de **Google Cloud** es necesario dispones de una cuenta de correo electrónico de **gmail**, con la ayuda de un navegador iniciar sesión en la consola de Google cloud en su sitio oficial âĂœhttps://console.cloud.google.com/welcome? project=proyect1-345500&pli=1âĂİ, seleccionar el país en el que se encuentra y aceptar los términos se puede verificar en la figura 6.114.

Te damos la bien Crea y administra tus in Google Cloud Platform	venida, VERONICA stancias, discos, redes y otros rec desde un solo lugar.	ursos de
País		1
Ecuador		<b>-</b>
Condiciones del Ser	ricio	
Condiciones del Ser Acepto las Cond API y los servicio Actualizaciones por	ricio ciones del Servicio de Googli s aplicables. correo electrónico	e Cloud Platform <b>y de</b> <u>las</u>
Condiciones del Ser Actualizaciones por Quiero recibir con actualizaciones s Google Cloud Pa	ricio ciones del Servicio de Google s aplicables. correo electrónico reos electrónicos periódicos le productos y ofertas especi trars.	© Cloud Platform y de las sobre novedades, ales de Google Cloud y
Condiciones del Ser Acepto la Cond API y los servicio Actualizaciones por Quiero recibir con actualizaciones s Google Cloud Pa	vicio ciones del Servicio de Google s aplicables. correo electrónico reos electrónicos periódicos le productos y ofertas especi tners.	e Cloud Platform y de las sobre novedades, ales de Google Cloud y <b>3</b>

Figura 6.114: Registro de Usuario

Consola de administración de Google Cloud, observar en la figura 6.115.

	Comienza tu prueba gratuita i	oon un créd	ito de \$300. No te preocupes, no se te c	obrará si se acabar	n los créditos. Más información			DESCARTAR
	Google Cloud Platf	form		Q Buscar	Productos, recursos, documentos (/)		~ E	
ł	Página principal	>				o utilizor		
9	Recientes	>	7		Google Clo	ud Platform		4
:	Ver todos los productos	5			Prueba gratuita con \$300 de crédito du	rante 90 días para que puedas comenza		1
	0.05				Acceso a productos del nivel Siemp	re gratuito para que puedas continuar		
)	IAM y administrac	>			PROBA	R GRATIS		-
	Facturación		and the second second				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
n I	Facturación API y servicios	,	Productos princip	ales			``````````````````````````````````````	
∎ PI ₽	Facturación API y servicios Marketplace	>	Productos princip	ales		9	) <b>&gt;</b>	
n N N	Facturación API y servicios Marketplace Compute Engine	>	Productos princip	ales	Cloud Storage	Cloud SQL	))> Cloud Run	
	Facturación API y servicios Marketplace Compute Engine Cloud Storage	> > >	Productos princip Compute Engine Miquinas virtuales e alto readmiento	ales scalables de	Cicud Storage Un servicio de almacenamiento de objetos potentes, sencillo y	Cloud SQL           Un servicio de base de datos           MyGQL, PostgreGQL y SQL. Server	Cloud Run Plataforma de pro- completamente ac	cesamiento dministrada para
	Facturación API y servicios Marketplace Compute Engine Cloud Storage Red de VPC	>	Productos princip	ales scalables de	Cloud Storage Un servicio de almacenamiento de objetos potentas, sencilio y económico	Cloud SQL. Un servicio de base de dates MyGQL, PostgruGQL y SQL Server completamente administrado	Cloud Run Plataforma de pro completamenta a implementar y eso en contenedores d	cesamiento Iministrada para alar aplicaciones le forma rápida y
	Facturación API y servicios Marketplace Compute Engine Cloud Storage Red de VPC Kubernetes Engine	> > > >	Productos princip Compute Engine Miguna e infrastratore alto rendimiento	ales scalables de	Coud Storage Color Storage Us service de almacenamiente de capteros potentes econômico	Cloud SQL Un envicio de base de dates MyGQL, ForguesGGC, 9 GQL Gener completamente administrado	Cloud Run Plataforma de pro completamente as implementar y eso en contenedorea de	cesamiento Iministrada para alar aplicaciones le forma rápida y
	Facturación API y servicios Marketplace Compute Engine Cloud Storage Red de VPC Kubernetes Engine BigQuery	> > > > > > > > > > > > > > > > > > > >	Productos princip	ales scalables de	Cioud Storage Chard Storage Un servicio de atimacenerariente de objetos potentis, servicilo y econômico	Cloud SQL Un servicio de base de datos MyGQL, Porsporto(S y GOL Gener completamente administrado	Cloud Run Plataforma de pro completamente au en contamédorea d	cesamiento ministrada para alta rajitociones le forma rápida y

Figura 6.115: Plataforma Google Cloud

La nube de **Google cloud** trabaja con el concepto de Proyecto, por lo que como primer paso es crear un proyecto observar la **figura 6.116**.

Para la creación del proyecto basta con asignarle un nombre cualquiera, observe la **figura 6.117**.

Seleccionar un proyecto	PROYECTO NUEVO
D	
Q	
RECIENTES DESTACADOS TODOS	
Nombre	ID
Sin organización	0

Figura 6.116: Crear nuevo proyecto

≡ G	oogle Cloud Platform	٩	Buscar	Producto
Proyec	to nuevo			
<b>A</b>	Tienes 12 projects restantes en tu cuota. Solicita un algunos proyectos. <u>Más información</u> <u>MANAGE QUOTAS</u>	ncrem	nento o bor	ra
Nombre Proyect	del proyecto *	rde.	EDITAR	0
Ubic	ación * organización		EXPLO	DRAR
Organiza	ación o carpeta superior CANCELAR			

Figura 6.117: Nombre de Proyecto

Busque el proyecto que se creó en el paso anterior, está en la parte superior en la consola de administración observe la **figura 6.118**.
Google Cloud Platform     Proyecto te	esis 🔻	Q Search Products, resources, docs (/)	✓ ■ 0 ♠ : (
ASHBOARD ACTIVITY RECOMMENDAT	IONS		CUSTOMI
Project info	:	RPI APIS	: Socgle Cloud Platform status
Project name Proyecto tesis		Requests (requests/sec)	All services normal
Project number 947831441768		0.1	→ Go to Cloud status dashboard
Project ID sodium-airport-343413		No data is available for the selected time frame.	Billing :
ADD PEOPLE TO THIS PROJECT		0.0	Estimated charges USD \$0.00 For the billing period Mar 1 - 7, 2022
→ Go to project settings		8:15 8:30 8:45 9 AM	Take a tour of billing
Resources	:	-> Co to APIe overview	→ View detailed charges
BigQuery Data warehouse/analytics			Monitoring :
SQL Managed MySQL, PostgreSQL, SQL Server			Create my dashboard
Compute Engine VMs, GPUs, TPUs, Disks			Set up alerting policies
Storage Multi-class multi-region object storage			Create uptime checks
Cloud Functions Event-driven serverless functions			View all dashboards

Figura 6.118: Configurar el nuevo proyecto

#### Activación de las APIs para IoT

Seleccionar el nuevo proyecto para habilitar **APIs y Services** en el recuadro número 1 se muestra la opción y en el recuadro número 2 esta la opción **Enable APIs y Services** observe la **figura 6.119**.

		Google Cloud Platform	<ul> <li>Tesision</li></ul>	=	Google Cloud Platform		٩	Search produ	icts and resources				
E	ñ	Home	DMMENDATIONS	RPI	APIs & Services	APIs & Services	+ ENABLE APIS AND SERVICES	(2)					
	D HNNE	Recent >	info me	•	Dashboard Library			Ŭ					
	# AORE	Pins appear here	x) nber 8532	•• 12	Credentials GAuth consent screen	Traffic		1.05	Errors				
	ģ	Marketplace Billing	LE TO THIS PROJECT					5	Domain verification Page usage agreements	A No data is availa	able for the selected time frame.	0.8%	No data is available for the
1	n R O	APIs & Services  Support MM & Admin	Dashboard Library Credensials			Nov 14 Nov 2	21 Nov 28 Dec 05	0.2%	Nov 14 Nov 21				
1	* 1.	Getting started	OAuth consert screen Domain verification ever Page usage agreements	L		⊤ Filter Filter	↓ Requests Em	ors (%) Lu	atency, median (ms) Latency, 95%				
	ð	Security > Anthos >	s multi-region object storage ctions en serverless functions	Ŀ		BigQuery API BigQuery Storage API							

Figura 6.119: Enable APIs y Services

Realice la activación de los APIs para IoT, siga los pasos de la **figura 6.120**, en la barra de búsqueda digite IoT y luego seleccionar **Google Cloud IoT API** y click en **Enable**.

Para esta sección hacer el mismo procedimiento del paso anterior y habilitar Cloud Pub/Sub API observe la figura 6.121.

Buscar en los servicios IoT y selecionar iot Core, observe la figura 6.122



Figura 6.120: Google Cloud IoT API

orm 👂 tessiot 👻	
Image: space of the space o	Cloud Pub/Sub API Coole Enterprise API Provides reliable, many-to-many, asynchronous messaging betwee applications. 3 TRY THIS API (2)

Figura 6.121: Cloud Pub/Sub API

	・ 〇 合 https://console.cloud.google.com/apis/spl/pubsub.googleapis.com/overview?project=tesis-iot-334603					
atform	🕽 Tesis-loT 🔻	Q iot core 1 X Y	~			
.PI	Overview DISABLE API	Q iot core				
	To use this API, you may need credentials. Click 'Cr.	Cr to Core 2				
	<b>Details</b>	DOCUMENTATION & TUTORIALS				
	Name Cloud Pub/Sub API By	introduction to Local to Local     intersective Tutorial     geloud int   Cloud SDK Documentation				

Figura 6.122: IoT Core

#### Creación del Registry para IoT Core

En el Proyecto de trabajo hacer click en CREATE REGISTRY como se puede observar en la figura 6.123

Para la configuración del registro seguir estos pasos que se detalla a continuación.

=	Google Cloud Pl	atform 🔹	Tesis-loT 👻		٩	iot
ŵ	IoT Core R	egistries	CREATE REGIST	TRY		
∓ Fi	ilter Filter registries					
	Registry ID 🕇			Region	Protocol	Telemetry Pub
No reç	gistries to display					

Figura 6.123: Create Registry

Asignar un nombre o ID para el registro y seleccionar la Región, en la parte inferior izquierda encuentra **crear topic** recuadro número 3 de la misma forma asignar un nombre para el **topic ID** y pulsar en **crear topic**. Regresar a la ventana anterior en el apartado número 7 seleccionar el **Cloud Pub/Sub Topic** y finalmente crear recuadro número 8 como se muestra en la **figura 6.124**.

		•
nor Core - Create a registry		စိုန်စိ IoT Core 🧲 Create a registry
Define how devices in this registry will send data to Oloud IoT Core. After you create your registry, you can start adding devices to it: <u>Learn more</u>		Define how devices in this registry will send data to Cloud IoT Core. After you create your registry, you can start adding devices to it. Learn more
Registry properties <b>1</b> Negative types Negative types Negat	Create a topic Add a topic to Pub/Sub so that you can use it in your device registry.	Registry properties Figure 0:- Figure 1:- Fi
Region us-central1 2 -	data 4	Region us-central1
Determines where data is stored for devices in this registry. Choice is permanent.	Topic name: projects/tesis-iot-334603/topics/data	Determines where data is stored for devices in this registry. Choice is permanent.
Cloud Pub/Sub topics Cloud Ici Core route device messages to Cloud Pub/Sub for aggregation. You can note messages to different topics and subfolders in Cloud Pub/Sub based on the type of data in the message. There must	Use a schema Gutation (not free) Use a customer-managed encryption key (CMEH)	Cloud Pub/Sub topics Cloud bi Core notes device messages to Cloud Pub/Sub for aggregation. You can note messages to different topics and us/dolders in Cloud Pub/Sub based on the type of data in the message. Large more
Select a Cloud Pub/Sub topic	CANCEL CREATE TOPIC	Select a Cloud Pub/Sub topic projects/tesis-iot-334603/topics/data
None		Device telemetry events will be published to this topic by default.
A tesis-iot-334603		Additional topics
There are no available topion this project		+ ADD
CREATE A TOPIC CANCEL OK		V SHOW ADVANCED OPTIONS
URCAIL CANCEL	8	CREATE CANCEL

Figura 6.124: Configuración del Registro

#### Creación un Device dentro del Registry

Antes de crear un Device para el Registry debe generar un par de llaves **publi**ca/privada con open SSL, este proceso lo puede realizar en el terminal, ejecutar la siguiente linea openssl req -x509 -newkey rsa:2048 -keyout rsa-private.pem -nodes -out rsa-cert.pem -subj /CN=unused", puede compararlo con la figura 6.125.



Figura 6.125: Creación de llaves publico / privado

Estando dentro del Registry seleccione con un click en Devices, observe la **figu-ra 6.126**.

=	Google Cloud Platform		<b>Q</b> Sear	ch products and resources
<b>M</b>	IoT Core	Registry details 🖍 EDIT RE	EGISTRY 👕 DELET	E REGISTRY
₿	Registry details	Registry ID: RaspberryRegi	stry ~	
0	Devices	Region	us-central1	
-	Gatewaye	Protocol	MQTT	
000	Galeways		HTTP	_
<i></i>	Monitoring	Cloud Logging	Disabled View log:	<u>s</u>
		Add or edit topics Pub/Sub topics		
		Topic name	Topic type 💡	Subfolder
		projects/tesis-iot-334603/topics/data	Default telemetry	-
		-	Device state	-
		V CA CERTIFICATES		

Figura 6.126: Configuración del Registro

Al generar el **divice**, google cloud muestra para que registro se está creando el dispositivo similar a lo que se muestra en la **figura 6.127**.

Devices	CREATE A DEVICE	DELETE		
Registry ID	D: RaspberryRegistr	y		
us-central1				
Devices are thin	igs that connect to the internet	directly or through a gat	teway. Learn more	
<b>∓ Filter</b> Enter	exact device ID			
Device ID				Communica
lo devices to dis	play in this registry			
Cloud IoT Core do	ocumentation			

Figura 6.127: Crear Divice

En la **figura 6.128** recuadro número uno observar **DiviceID**, también mire el recuadro 2 en donde debe seleccionar la llave pública y finalmente click en crear.

Device metadata (optional)         You can set custom metadata, such as manufacturer, location, etc. for the device. These can be used to query devices in this registry. Learn more         + ADD ATTRIBUTE         COMMUNICATION, CLOUD LOGGING, AUTHENTICATION         CREATE       CANCEL	2	Enter manually     Upload     Upload     Public key format     RS256,X509     Public key value     ——BEGIN PUBLIC KEY     (Public key value must be in PEM format)     ——END PUBLIC KEY     BD PUBLIC KEY
		Date EST 🛗

Figura 6.128: Configuración del Registro

#### Instalación del nodo node-red-contrib-google-cloud

Para continuar con la configuración de node-red http://IP-Raspberry:1880 son los mismos pasos que se realizó para Amazon y Azure observar la figura 6.129.

En Manage Pallete, Install node-red-contrib-google-cloud.

_		-			the second second second second second second second second second second second second second second second se
	- Deploy -	User Settings			i info
+ -	<ul> <li>Edit</li> </ul>				Close
	View	View	Nodes	Install	> 🖻 Flow 1
Flows	Arrange	Palette		± sort: 1,7 a-z	recent 2 > Subflows > Global Configuration Nodes
> 덛 Flow 1	Import	Keyboard	Q node-red-contrib-google-c	loud	3/3600 ¥
> Subflows	Export	Titybourd	R node-red-contrib-google Node-RED nodes for Googl	cloud 🕑	
> Global Configuration Nodes	Search flows		🗞 0.0.25 🛗 2 weeks ago		installed
	Configuration nodes		<ul> <li>node-red-contrib-google</li> <li>Extends the node-red-contrinode.</li> </ul>	cloud-gcs-delete C b-google-cloud package by a Google Cloud Storag	je delete
	Flows		1.0.6 1 year, 1 month age		install
	Subflows		C node-red-contrib-google	cloud-text-to-speech C	
	Groups		Seneration of voice data us	ng 'Google Cloud Text To Speech' for node-red o	conflict
	Manage palette				
	Settings				
	Keyboard shortcuts				
	Node-RED website				
	v2.1.3				_

Figura 6.129: Configuración de Node-red

Al finalizar la instalación de **node-red-contrib-google-cloud** se debe mostrar un conjunto de nodos de Google Cloud, paquetes que ayuda ala conexión con la nube de Google, puede observar en la la **figura 6.130**.

~ GCP	
dns - change - create	
dns - records - list	
🔅 pubsub 🔹	
pubsub 🔅	
o log 🗉	
gcs - write 😑 🗖	
ges - read	
gcs - signedURL	
III sentiment	
tasks	
o ♦ vision o	
🔹 metadata 👂	
monitoring o	<
Citile Speech To Text	
d p dp p	
translate	
Q bigquery	

Figura 6.130: Paquete node-red-contrib-google-cloud

Del flujo anterior de la configuración de **Azure** se usa el time stamp, rpi-dth11 y la function observe la **figura 6.131** donde se realizara algunos cambios para la función, agregar y conectar el nodo **iot telemetry-send** de la ficha de Google Cloud.



Figura 6.131: Creación y configuración de los nodos

Configurar los valores para el nodo **iot telemetry-send** debe llenar los campos con los nombres que fueron creados en la plataforma de **Google Cloud** y finalmente hacer click en **Deploy** observe la **figura 6.132**.

	Edit iot telemetry	/ send node	
	Delete		Cancel Done
	Properties		• B 1
	Name Name		
	A Project ID	iot-tesis-334418	
	Region	us-central1	
	Registry ID	RaspberryRegistry	
	Device ID	Raspberry	
• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	SubFolder		
	A Private Key	privatekey	*
	Transport	MQTT	~

Figura 6.132: Configuración de Nodo

Verificación del envío de data a IoT Core/Topico

Abrir el Registry **RaspberryRegistry** y hacer click en el **topic data** como se muestra en la **figura 6.133**.

	jistiy 🔹	
Region	us-central1	
Protocol	MQTT	
	HTTP	
Cloud Logging	Disabled View loc	IS
Cloud Pub/Sub topics A registry can have 1 or more topics for p Add or edit topics	oublishing device telemetr	y and state events.
Cloud Pub/Sub topics A registry can have 1 or more topics for Add or edit topics Pub/Sub topics	publishing device telemetr	u and state events.
Cloud Pub/Sub topics Aregistry can have 1 or more topics for Add or edit topics Pub/Sub topics Topic name projects/tealis-jot-334603/topics/data	Topic type O Default telemetry	subfolder

Figura 6.133: Configuración del Registro

Entrar en el proyecto Tesis-IoT y buscar Suscriptions observe la figura 6.134



Figura 6.134: Tesis-IoT subcriptions

Continuar con la creación de una nueva **Suscripcion** como se puede observar en la **figura 6.135** 

🐓 Tesis-IoT 🔻		<b>Q</b> Se	earch products and resources	
Subscriptions	+ CREATE SUBSCRIPTION	👕 DELETE	E	
Filter Filter subscription	IS			
Subscription ID 个	Delivery type	Topic name	Acknowledge deadline	Message ord
No subscriptions to display				

Figura 6.135: Create Suscription

Crear un **ID subscription** dentro del proyecto que se creó en el apartado anterior similar a lo mostrado en la **figura 6.136**.

Create subscription	Max 180 characters. Filters cannot be changed or removed once applied.
A subscription directs messages on a topic to subscribers. Messages can be pushed to subscribers immediately, or subscribers can pull messages as needed.	Message ordering Order messages with an ordering key
Subscription ID *  mysub	When enabled, messages tagged with the same ordering key will be received in the order they are published. This option cannot be changed later.
Subscription name: projects/tesis-iot-334603/subscriptions/mysub Select a Cloud Pub/Sub topic * projects/tesis-iot-334603/topics/data	Dead lettering
Delivery type Ø	Subscriptions may configure a maximum number of delivery attempts. When a message cannot be delivered, it is republished to the specified dead letter topic.
Pull	Retry policy
Push	Retry policy will be triggered on NACKs or acknowledgement deadline exceeded events for a given message. Learn more
Duration is from 10 minutes to 7 days	Retry immediately
Days     0     Minutes       7     0     0	Retry after exponential backoff delay
	CREATE

Figura 6.136: ID subscription

Observe la **figura 46.137** para ejecutar un **pull** de la información y comprobar que los datos estén llegando hacia la nube.

ubscription name		pr	ojects/newproject-335116/subscriptions/MYSUB						
opic name		pr	ojects/newproject-335116/topics/data						
OVERVIEW	MERCARE								
OVERVIEW	MEGGAGES	_							
Click Pull to view	w messages and t	mporarily delay messa	te delivery to other subscribers. Select Enable ACK messages and then click ACK next	to the message to permapently prever	nt message delivery to	other subscribers			
🔺 Some m	nessages or colum	ns were truncated due to	o size. To pull the full message, see this documentation for an alternative approach.						
PULL 🗌 E	Enable ack messa	jes							
	Enable ack messa	jes							
PULL E	Enable ack messa	ges						0	1
PULL : 8 = Filter F Publish time	Enable ack messa	Attribute keys	Message body	Body JSON keys	Ordering key	attribute.deviceId	attribute.dev	Ø Ack ↑	•
PULL : 8 = Filter F Publish time Dec 14, 2021	Enable ack messages	Attribute keys deviceId	Message body ('hemperatura''/21.00'','humedad'''94.00''/techa'''2021-12-	Body JSON keys temperatura	Ordering key	attribute.deviceId MyDevice	attribute.dev 263914622:	₽ Ack ↑ Deadline exceeded	ı
PULL         #           =         Filter         F           Publish time         Dec 14, 2021         Dec 14, 2021	Enable ack messages	Attribute keys deviceld deviceld	Message body ('memperatura'',21.00','humedad'''44.00''(fecha'''2021-12- ('memperatura'',21.00','humedad'''44.00''(fecha'''2021-12-	Body JSON keys temperatura temperatura	Ordering key _ _	attribute.deviceId MyDevice MyDevice	attribute.dev 263914622: 263914622:	Ack ↑     Deadline exceeded     Deadline exceeded	

Figura 6.137: Pull information

#### Creación del Job con Google Data Flow

Buscar el servicio de **Data Flow** seleccionar y hacer Click en CREATE JOB FROM TEMPLATE, como se puede observar en la **figura 6.138**.



Figura 6.138: Data Flow

Escribir un nombre para el **Job From Template** como se muestran en la **figura 6.139**, ejecute la secuencia de comandos que crea el job de transmisión de Dataflow y suscríbase al tema de Pub/Sub.

	Google Cloud Platform	🕽 NewProject 👻			
Ø	Dataflow	Create job from template			
:=	Jobs	Job name *	Th	nis streaming pipeline will cost you between \$0.40 and \$1.	20 per hour in the us-central1
Ð	Snapshots	Must be unique among running jobs	reg	gion.	
$\otimes$	Workbench	Regional endpoint *	~:	SHOW MORE	
ល ភា	Pipelines SQL Workspace	Choose a Dataflow regional endpoint to deploy worker instances and store job metadata. You can optionally deploy worker instances to any available Boogle Cloud region or zone by using the worker region or worker zone parameters. Job metadata is always stored in the Dataflow regional endpoint. <u>Learn more</u>			ReadPubSubTopic 💙
		Dataflow template * Pub/Sub Topic to BigQuery			Convertilees ToTableBroad
		Streaming pipeline. Ingests JSON-encoded messages from a Pub/Sub topic, transforms them using a JavaScript user-defined function (UDF), and writes them to a pre-existing BigQuery table as BigQuery elements. OPEN TUTORIAL			
		Required parameters		WriteSuccessfulF	Records Y Flatten
		projects/newproject-X35116/topics/data The Pub/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name		Ĭ	
		BigQuery output table *		WrapInsertionE	Errors V WriteFailedRecords V
		Error: value is required			
		Temporary location * Path and filename prefix for writing temporary files. Ex: gs://yourbucket/temp		WriteFailedRec	ords2 v
		Encryption			
		Google-managed encryption key     No configuration required			
		Customer-managed encryption key (CMEK) Manage via Google Cloud Key Management Service			

Figura 6.139: Configuración del Job

Abrir otra pestaña en el navegador y buscar el servicio de **BigQuery** y se crea un **dataset** al proyecto. **figura 6.140**.

Google Cloud Platform > NewProject -	Create dataset
🕖 💿 FEATURES & INFO 🛛 🖼 SHORTCUT 🛛 🍖 DISABLE EDITOR TABS	
. Explorer + ADD DATA Q EDITOR - X	Project ID newproject-335116 CHANGE
Q CIN C SAVE - C SCHEDULE - C MORE -	C Dataset ID *
Q. Type to search	datasetiot
Winning plagad projects	Letters, numbers, and underscores allowed
View actions	Data location
se newproject-335116	
A Open	Default table expiration
. Create dataset	
54 F	
	Default maximum table age Days
	Encryption
	Google-managed encryption key No configuration required
	Customer managed encryption key (CMEK) Manage via Google Cloud Key Management Service
	CREATE DATASET CANCEL

Figura 6.140: Crear Dataset

Crear una tabla dentro del **dataset** click derecho sobre el dataset, se puede ver en la **figura 6.141**.

	Google Cloud Platform	🐉 NewProje				
J.	🛈 FEATURES & INFO 🛛 📟	SHORTCUT	🐼 DISABLE EDITO	OR TABS		
	Explorer +	- ADD DATA		- ×		
۹			O RUN	SAVE 👻	③ SCHEDULE ▼	🏟 MORE 👻
₽	Q Type to search	0	1			
0	Viewing pinned projects.					
•	• se newproject-335116	:				
2	📰 datasetiot	:				
		Ор	en			
~		De	lete			
nn		Cre	eate table			
Ξī						

Figura 6.141: Crear Tabla

Copiar el table ID y regresar al Job data flow. Observe la **figura 6.142**.

ATTERS & NIVO S SHORTOUT & DISABLE EDITOR TABS
Iorer + ADD BATA Q EDITOR • X BATA, JOT • X data_jot Type to search • ScreEMA DETAILS PREVIEW to demod original
lorer + ADD BATA QL ENTOR * X BATA_JOT * X data_jot Type to search 0 Schema CettaLa PREVIEW
Type to search
Type to search
Type to search  SCHEMA DETAILS PREVIEW
nn ninned projects
no pinned projects
Table info
Table Into
resuproject-335116     Table ID     newproject-335116:datasetiot.data_lot
datasetiot     Table size     OB
data_lot Long-term storage size 0.B
Number of rows
Created Dec 14, 2021, 12:41:53 PM UTC-5
Last modified Dec 14, 2021, 12:41:53 PM UTC-5
Table expiration NEVER
Data location us-central1
Description

Figura 6.142: Copiar Table ID

Pegar el table ID en el recuadro uno **Bigquery ouput table** observe **figura 6.143**.

Job name *	
iob-iot	
Must be unique among running jobs	
Regional endpoint *	9
us-central (towa) Choose a Dataflow regional endpoint to deploy worker instances and store job metadata fou can optionally deploy worker instances to any available Google Cloud region or zone by using the worker region or worker zone parameters. Job metadata is always stored in the Dataflow regional endpoint. Lear more	
Dataflow template *	
Pub/Sub Topic to BigQuery	0
equired parameters	
equired parameters Input Pub/sub topic * projects/newproject-335116/topics/data The Pub/sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- metur/sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic-	
equired parameters Input Puk/Sub topic * projects/newproject-335116/topics/data The Puk/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name	
equired parameters Input Pub/Sub topic * rojects/newproject-335116/topics/data The Pub/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name BigQuery output table * Hereproject-335116 datasetiot.data_iot	
equired parameters Input Pub/Sub topic * Input Pub/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name BigQuery output table * Input Pub/Sub topic to data_tot The location of the BigQuery table to write the output to. If you reuse an existing table, it will be overwritten. The table's schema must match the input JSON objects. Ex: your- projectyour dataset your-table	<b>1</b>
equired parameters Input Pub/Sub topic *	1
equired parameters Input Puk/Sub topic to read the input from. Ex: projects//wwproject-id/topics/your-topic- mame BigQuery output table * Merevproject-335116 (datasetiot.data_iot The location of the BigQuery table to write the output to. If you reuse an existing table, it will be overwritten. The table's schema must match the input JSON objects. Ex: your- project-your-dataset your-table Temporary location *	1
equired parameters nput Pub/Sub topic * projects/newproject-335116/topics/data The Pub/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name BigGuery output table * newproject-335116/datasetiot data_iot The loadian of the BigGuery table to write the output to. If you reuse an existing table, it will be overvritten. The table's schema must match the input JSON objects. Ex: your- projects/our dataset your-table Temporary location *	1
equired parameters nput Pub/Sub topic * projects/newproject-335116/topics/data The Pub/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name BigGuery output table * newproject-335116/datasetiot.data_jot The location of the BigGuery table to write the output to. If you reuse an existing table, it will be overvitten. The table's schema must match the input JSON objects. Ex: your- project-your-dataset your-table Temporary location *  Ferror: value is required ncryption	1
equired parameters Input Puk/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- name BigQuery output table *  BigQuery output table *  Provervitten. The table's schema must match the input JSON objects. Ex: your- projectsyourdstate your-table Temporary location *  Perror: value is required Comparison Comparis	<b>1</b>
equired parameters paper bulk/sub topic * projects/newproject-333116/topics/data The Pub/Sub topic to read the input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-topic- mame BigQouery output table * newproject-335116/datasetiot.data_jot The location of the BigQuery table to write the output to. If you reuse an existing table, it will be overvitten. The table's schema must match the input JSON objects. Ex: your- project-your-dataset-your-table Temporary location *  Error: value is required Occuption	<b>1</b>

Figura 6.143: Pegar table ID

Ahora ir al servicio de Cloud Storage y crear un nuevo Bucket, los buckets se crean en la multi región US y tienen una clase de almacenamiento predeterminada de Standard Storage. Observe la **figura 6.144**.

	Google Cloud Platform	★ NewProject
	Cloud Storage	Browser CREATE BUCKET DELETE C REFRESH
	Browser	➡ Filter         Filter buckets         Name: temporal-lot
∰ \$	Monitoring Settings	<ul> <li>Name ↑ Created Location type Location Default storage class ♥</li> <li>Choose where to store your data Location userinal (lowa) Location userinal (lowa) Location userinal (lowa) Location userinal (lowa)</li> <li>Choose a default storage class for your data</li> <li>Orbust where to store your data</li> </ul>
		<ul> <li>Choose how to control access to objects         Public access prevention: Off Access control Uniform         Choose how to protect object data         Your data is always protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected with Cloud Storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from these additional data protected to the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from the storage but you can also choose from th</li></ul>
		Control C

Figura 6.144: Crear buckets

Regresar a la siguiente pestaña en el **Create job from template** y aquí es donde debe pegar el path donde se creó el bucket **figura 6.145**.

job-iot		
Must be unique among runn	ing jobs	
Regional endpoint * us-central1 (lowa)		• 0
Choose a Dataflow regional You can optionally deploy w by using the worker region o the Dataflow regional endpo	endpoint to deploy worker instances and store job met orker instances to any available Google Cloud region or r worker zone parameters. Job metadata is always stor int. Learn more	idata. zone ed in
Dataflow template * Pub/Sub Topic to BigQuer	у	• 0
Streaming pipeline. Ingests them using a JavaScript us BigQuery table as BigQuery	JSON-encoded messages from a Pub/Sub topic, tr er-defined function (UDF), and writes them to a pre- elements. OPEN TUTORIAL	ansforms existing
Required parameter	S	
The Pub/Sub topic to read th name	he input from. Ex: projects/your-project-id/topics/your-tr	opic-
BigQuery output table *	etiot.data_iot	
The location of the BigQuery will be overwritten. The table project:your-dataset.your-tal	/ table to write the output to. If you reuse an existing tab e's schema must match the input JSON objects. Ex: you ble	le, it r-
Temporary location *		1
gs://temporal-iot/temp	writing temporary files. cx. gs.//your-bucket/temp	
gs://temporal-lot/temp		
Encryption		
gs://temporal-lot/temp     Path and filename prefix for     Encryption     Google-managed encry     No configuration required	ption key	
gs://temporal-lot/temp     ratir and itename preix for     Encryption     Google-managed encry     No configuration required     Customer-managed enc     Manage via Google Clouce	ption key ryption key (CMEK) I Key Management Service	

Figura 6.145: Pegar path del buckets

Para finalizar esta configuración en el panel seleccionar **BigQuery** para obtener la

información que está enviando los sensores hacia la nube **Google Cloud** en tiempo real, servicio que ayudara interpretar la información en forma de gráficas, similar a la **figura 6.146**.

Buscar					
ogie Connectors (22)	formación				
Google Analytics	E 🧳	Google Ads	:	Hojas de cálculo de Google	:
De Google		De Google		De Google	
Conectarse a Google Analytics		Conecte con los datos de los informes de rendimiento de Google Ads.		Conéctese a Hojas de cálculo de Google.	
BigQuery	1	Subida de archivos	•	Amazon Redshift	:
De Google	-	De Google		De Google	
Conéctese a las tablas y consultas personalizadas de BigQuery.		Conéctese a archivos CSV (valores separados por comas).		Conéctate a Amazon Redshift.	
				0	-
Campaign Manager 360	· 🖓	Cloud Spanner	•	Cloud SQL para MySQL	•
- De Google		De Google		De Google	

Figura 6.146: Uso de BigQuery

En **Bigquery** seleccionar consulta personalizada como se observa en el recuadro 1, luego seleccionar Node-red el nombre del proyecto, recuadro número 2 esta desplegara un cuadro de texto donde pondrá la consulta de los datos ingresados en **Node-red** observe **figura 6.147**.

📑 Fuente de datos sin título		
		CONECTAR
← SELECCIONAR CONECTOR		
Haga que sus informes de BigQuery se carguen más rápido con BigQuery l	BI Engine. Más información	
BigQuery De Google BigQuery en almacén de datos de análisis de bajo coste administrado Integramer de petabytes. Este servicio se cobra por consulta o procesamiento de datos, y el im de cridito del proyecto de facturación. MAS INFORMACIÓN NOTIFICAR UN PROBLEMA	nte por Google y en el que se utiliza una escala orrie de esas consultas se carga en la tarjeta	
PROYECTOS RECIENTES Proyecto de facturación Q MIS PROYECTOS PROYECTOS COMPARTIDOS CONSULTA PERSONALIZADA CONJUNTOS DE DATOS PÚBLICOS	Introduzca una consulta personalizada           1         SELECT + FROM `proyect1-345500.datatsettesisi1.tablatesis5`         3	
	Parámetros ③ Habiltar parámetros de intervalos de fechas Habiltar parámetro de dirección de usuario del lector	

Figura 6.147: Seleccionar nombre de Proyecto

Las gráficas obtenidas con la información en tiempo real, se observa en la **figura 6.148** para ello tendrá que seleccionar un modelo de plantilla y seleccionar las variables que desea mostrar en las gráficas.



Figura 6.148: Graficas Google

# Capítulo 7

### Resultados

En cuanto a los resultados, en esta sección se cumple con el **objetivo especifico 5**, los datos están graficados con el uso principal de las herramientas propias de cada nube, para el caso de Microsoft Azure se usa Power Bi, para AWS se usa Quicksight, y para lo que es Google Cloud se usa Google data estudio.

Una vez los datos se envíen desde el sensor hacia las nubes ya configuradas, se obtiene información que se puede usar con el fin de generar gráficas para dar a conocer los cambios de temperatura, por fechas, por ubicación, etc. dependerá de los atributos de la función que se genere en Node-Red.

Es asi que para el caso de Amazon Cloud los datos usados son Humedad y Temperatura ya que son los datos que se recoge en tiempo real y es el punto mas importante, las graficas se las ha distribuido en una tabla en donde se muestra toda la información relevante, lo podemos ver en la **figura 7.1**.

🔽 Qu	uickSight						
+ Add	℃Undo	esis_dataset analysis				Autosave On	
alla	Dataset 🧨	Field wells					
Visualize	SPICE analyticstesis_d ∨ 100%	character of the					
	Fields list	sneet 1 · +					
V	Search fields Q		Count of Records	by Parroquia			
	🗂dt		parroquia	Count			
↓∳Ŷ	🗖 ciudad		Banios	2,686			
Parameters	🛄 fecha		Ricaurte	2,651			
P2	# humedad		Turi	10			
Actions	🖸 pais						
	C parroquia						
*	provincia						
Themes	++ temperatura	Count of Records	by Parroquia		Count of Records by Parroquia		
Ô				Parroguia			
Settings				- Turi	3K		
				Ricaurte	28		
				Banios			
		B		н	16		
					0 Banios Ricaurte Turi	-	
5							

Figura 7.1: Gráfica final Amazon Cloud

Para el caso de Azure Cloud de la misma manera que las gráficas anteriores lo que se toma como información importante es la Humedad y Temperatura, lo que se intenta es obtener gráficas similares aunque son nubes diferentes, la forma de graficar se puede asemejar de alguna forma lo podemos observar en la **figura 7.2**.



Figura 7.2: Graficas de datos en tiempo real Azure Cloud

En el caso de Google Cloud de igual manera que las graficas anteriores la informacion importante es la Humedad y Temperatura, aunque se tiene parametros importantes como fecha, ubicación, ciudad, etc.

Al momento de graficar se debe tener en cuenta que los datos de humedad y temperatura en cualquiera de las nubes se las obtiene como una suma, con el fin de obtener una gráfica acorde a la información que se envía desde el sensor se debe realizar un promedio, que no es mas que realizar un cambio de formato y colocarlo como **avg**, similar a la **figura 7.3** 



Figura 7.3: Gráfica Google Cloud

# Capítulo 8

# Cronograma

#### Trabajo de Titulación:

Análisis comparativo de las plataformas Amazon,Google, Azure, para Internet de las cosas "IoT" usando NodeRed como middleware.

<b>Auto</b> Efrair	r: n Mauricio Mocha Zhingri Luis Fahian	Paltín Guamanrrigra			
No.	Actividad desarrollada	Recursos/Materiales/ Conocimientos Requeridos	Fecha	Ho ras reque ridas	Firma
1	Diseño de una arquitectura de IoT de Tres Capas, basada en una capa de percepción, capa middleware y capa de aplicación	Se utilizaron Suscripciones gratuitas para pruebas, recursos de licencias de Microsoft otorgados por la Universidad.	25-11-2021 al 25-12-2021	120	
2	Implementación de la arquitectura IoT propuesta, considerando en la capa de aplicación el despliegue en las plataformas Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service y la conectividad de la capa de Middleware a las mismas	Equipos Raspberry otorgados por la Universidad, e implementación de sensores conjuntamente con el Middleware y Node-red	05-01-2022 al 27-02-2022	150	
3	Desarrollar un protocolo de pruebas de la red para la conectividad, almacenamiento, visualización de la información	Comparación de las gráficas de los datos enviados en tiempo real, con el fin de ver el rendimiento de las plataformas	02-05-2022 al 27-05-2022	150	
4	Realizar el análisis de los aspectos técnicos y económicos de las plataformas Microsoft Azure, Google Cloud, Amazon Web Service.	Cuadro comparativo sobre AWS, GC y MA en donde señala aspectos importantes en cuanto a precios sobre un número específico de equipos servicios que se utilizaran y cantidad de datos que se van a procesar en el envió.	02-05-2022 al 27-05-2022	150	





5	Presentar las conclusiones sobre la comparación técnica y económica, así como los resultados de la operación de la arquitectura implementada.	Utilizar los servicios proporcionados por las plataformas ya que cada una cuenta con servicios similares	01-06-2022 al 30-06-2022	150	
7					
8					
9				5	
10					





11					
Total	de horas de trabajo:	Tutor: Estudiante :			

Página 3 de 3

Turuhuayco 3 - 69 y Calle Vieja • PBX: (593 7) 2862 529 • Fax: 4088958 E-mail: rector@ups.edu.ec • www.ups.edu.ec • Cuenca - Ecuador

### Capítulo 9

### Comparaciones

#### Similitudes de servicios

Refiriéndose a al **objetivo específico 5** en esta sección se realiza la descripción del mismo.

Como similitudes tenemos el Broker(intermediario) que es el que soporta el protocolo MQTT y así mismo sirve como puerta de comunicación con el publicador que es el Raspberry.

La autenticación de los dispositivos se la realiza mediante un private key(clave privada maestra) para Azure, en el caso de AWS están los certificados y para Google Cloud se debe generar un certificado .

Para lo que es Node-Red se detalla en la tabla los módulos instalados 9.1.

De la misma manera, para los reportes se usa Power Bi .<sup>A</sup>zure", Quicklnsight .<sup>A</sup>WS", Google Data Studio "Google Cloud".

	Azure	AWS	Google Cloud
Broker	loT Hub	IoT Core	IoT Core
Autenticación del dispositivo	Auto genera private key	Auto genera certificados	El usuario genera sus certificados (openSSL)
Nodo de Node-Red	Azure loT Hub / contrib-azure	MQTT Out	iot telemetry send / contrib-google
Stream	Stream Analytic job	AWS IoT Analytic	Cloud Data Flow
Business Intelligence	Power Bl	QuickInsight	Google Data Studio

Figura 9.1: Comparación de Servicios

#### Costos en la nube

Para obtener la comparativa de costos en los servicios de nube AWS, Google Cloud, Microsoft Azure se ha utilizado las calculadoras de costo oficial que son publicadas por cada proveedor de nube.

Para el primer caso se debe dirigir a la siguiente dirección https://portal.azure. com en donde se encuentra las opciones que deseamos comparar.

En este caso se busca Iot HUb en una versión estándar, se tiene 500 dispositivos con un número de 8000 mensajes .

En el caso de solicitar un número ilimitado de dispositivos se podría colocar 40 mil mensajes por día y el costo es de 25 dólares mensuales.

#### IoT Hub/Core:

Para el caso de AWS y Microsoft Azure el número de mensajes y dispositivos y mensajes son 500 devices/ 8000 msgs, para el caso de Google Cloud la calculadora pide un promedio de mensajes por día que en este caso será 260 msgs.

Costos AWS, Microsoft Azure, Google Cloud						
Nube	Nivel	Paquete de Datos	Soporte	Costo/mes		
AWS	Standar	500 devices/ 8000 msgs	Si	\$4		
Microsoft Azure		500 devices/ 8000 msgs	No	\$0		
Google Cloud		500 devices/ promedio 260 msgs por dia	No	\$16.65		

Figura 9.2: Comparación de costos

#### IoT Hub/Core:

Para el caso de un número ilimitado únicamente Microsoft Azure cuenta con esa opción, las otras dos nubes necesariamente se debe colocar un número de Dispositivos y colocando un número a lazar de 1000 dispositivos tanto para Amazon como para Google, pero con igual número de mensajes tenemos los siguientes valores.

Costos AWS, Microsoft Azure, Google Cloud							
Nube	Nivel	Paquete de Datos	Soporte	Costo/mes			
AWS	Basico	devices ilimitados / 400000 msgs	Si	\$10			
Microsoft Azure		1000 devices / 400000 msgs	No	\$400			
Google Cloud		1000 devices/ promedio 13.333 msgs por dia por dispositivo	No	\$0.66			

Figura 9.3: Presupuesto

#### IoT Hub/Core:

8451 mensajes seria por día en Google y no tiene costo para 3 dispositivos.

En los 30 días sería, 253530 mensajes en 1 mes.

Lo más aproximado es en el nivel Standar de Azure donde nos da un número ilimitado e dispositivos, 400 mil msgs con un costo de 25 dolares mensuales.

En nuestro caso debemos enviar 1.9564 mensajes por minuto por día por dispositivo.

Amazon para no pagar nada debemos enviar 166 mensajes diarios por dispositivo y por mes es 4999 mensajes por dispositivo.

Para el caso de Amazon se tiene 1666 mensajes por mes con 1 dispositivos, par aun total de 4998 mensajes por mes por los 3 dispositivos.

	Costos AWS, Microsoft Azure, Google Cloud								
Nube	Mensajes por minuto	Mensajes por dia/dispositivo	Mensajes por mes/ dispositivo	Mensajes por mes/3 dispositivos	Paquete de Datos	Costo/ mes			
AWS	1.9564 msgs	2817 msgs/ device	84510 msgs/ device	253530 msgs/device		\$0.76			
Micros oft Azure					ilimitado devices/ 400 mil msgs	\$25			
Google Cloud	1.9564 msgs	/ 2817 msgs device	84510 msgs/ device	253530 msgs/device		\$0			

Figura 9.4: Presupuesto

En cuanto a la búsqueda de servicios, cada proveedor tiene sus características y una decisión al momento de elegir unos de ellos no depende los costos sino los servicios que se necesitan, por ejemplo si sus necesidades son la integración de una Plataforma como Servicio (PaSS) una muy buena opción es Azure, por lo contrario, si sus necesidades son una Infraestructura como Servicio (IaaS) es recomendable optar por AWS.

Tanto AWS como Azure ofrecen servicios de uso que son gratuitos por un cierto tiempo con el fin de realizar una introducción a sus servicios y comprobar si es lo que

se esta buscando, aunque tiene sus limitantes como el número de dispositivos en uso, etc.

Por otra parte, Google Cloud ofrece sus servicios a empresas, dispone de una forma de comunicación segura, también ofrecen servicios seguros con los dispositivos que se encuentran distribuidos a nivel mundial, una de las características de Google Cloud es que tiene la posibilidad de gestionar los datos de forma centralizada e integrarse con los servicios de análisis de datos de Google.

Por otra parte, la forma de cobro para las tres nubes está determinada en el pago por uso, por ejemplo AWS tiene el sistema de cobro por hora, mientras que Azure realiza el cobro por minuto, y en el caso de Google Cloud tiene un costo de suscripción mínimo, es para la activación de la plataforma y su cobro será dependiendo de los servicios que se usaron.

# Capítulo 10

# Presupuesto

#### Presupuesto

El presupuesto establecido está de acuerdo a lo usado en todo el proyecto, los costos de cada nube está dependiendo del uso de cada una, ya que hay nubes que tienen costo de suscripción y otras no si no se calcula dependiendo de los recursos que se usó.

		Cantidad	Costo unitario	Costo total
	Raspberry pi	3	120	360
	Sensores	3	8	24
	Cables de Protoboard	5	2	10
	Protoboard	3	20	60
	Switch	1	45	45
	Patch cords	5	8	40
Equipos	Repetidor	1	50	50
	Cable hdmi	3	10	30
	Teclado	3	17	51
	Monitor	3	220	660
	Mouse inalambrico	3	23	69
	Tarjeta microSd	3	15	45
	Computadora Laptop	2	1000	2000
	Amazon Web Services	Mensajes	IoT Hub/Core	4
		Dispositivos	IoT Hub/Core:	10
		Mensajes/mes		0,76
Plataformas	Microsoft Azure	Mensaies	IoT Hub/Core	0
		Dispositivos	IoT Hub/Core:	400
		Mensajes/mes		25
	Google Cloud	Mensajes	IoT Hub/Core	16,65
		Dispositivos	IoT Hub/Core:	0,66
		Mensajes/mes		0
Investigacion		720 horas		3500
			Suma total	7401,07

Figura 10.1: Presupuesto

# Capítulo 11 Conclusiones

Entre los proveedores de servicio Cloud debido a su nivel de competitividad se eligieron Google, AWS y Azure, teniendo en cuenta que cada uno tiene su propia infraestructura diseñada con el fin de proveer servicios para sus usuarios, estos proveedores han optado por el pago por uso y una opción gratuita con el fin de atraer mas clientes.

Algo tan importante como es el de escoger un proveedor de servicios cloud es indispensable tener presente cual es el fin de su uso, sus necesidades como enfoques de proyecto requerimientos básicos, niveles de trabajo, de todo de esto dependerá que su proyecto tengo un final con resultados esperados.

Entre las opciones que tenemos esta Microsoft Azure quien no solo ofrece alta disponibilidad al igual que los otros dos proveedores sino también redundancia de la información, esto ayudaría a que los servicios estén disponibles a la hora de que los requerimos sin encontrar problemas como perdida de conexión o perdida de la información.

Aws como plataforma cloud esta considerada entre las mejores, cumpliendo con lo necesario para el desarrollo del proyecto como la comunicación con los sensores , sin embargo un punto a considerar es el costo de uso, lo que a nosotros se nos facilito es tener cuatro cuentas diferentes ya que AWS ofrece un plan gratuito con una limitante de crédito durante 1 mes y en ese tiempo no se pudo realizar todo lo considerado en nuestra tesis.

Una vez trabajado con las tres plataformas se determina las plataformas más adecuadas para trabajar con equipos de IoT, y esto dependerá delas siguientes situaciones número de dispositivos en ejecución, tiempo estimado que trabajará el dispositivo, numero de datos enviados por los equipos. dicho esto, el usuario o el encargado de un departamento de IoT, tendrá que considerar cual es la plataforma óptima de acuerdo a sus requerimientos y costos para un proyecto.

Cada proveedor de servicios expone una serie de arquitecturas y opciones depen-

diendo de lo que deseen vender y no siempre las arquitecturas podrán ser similares si se compara entre AWS, Microsoft Azure y Google Cloud.

## Capítulo 12

### Recomendaciones

- 1. A la hora de iniciar con las configuraciones como paso mas importante es el escoger la ubicación adecuada con el fin de evitar tiempos de latencia, y esto se logra escogiendo la ubicación que por lo general es Estados Unidos, aunque pareciera que por motivos de configuración deberíamos escoger Brasil que esta mucho mas cercano, pero no es una muy buena opción.
- 2. Las tres plataformas tienen amplios beneficios y destacan mucho en lo que es gran soporte y ayuda para utilización de los servicios ofrecidos por cada una de estas nubes, poder elegir una de ellas dependerá mucho de los requisitos propios de tu empresa, pero en nuestro caso que se realizó un proyecto de IoT, trabajando con sensores enviando datos de leídos en tiempo real, se recomienda usar una plataforma que esté presente con sus servidores en las regiones más cercanas de nuestro proyecto en ejecución, porque de esto dependerá el poder maximizar el rendimiento, la disponibilidad y la redundancia. En este caso, Amazon AWS está presente en 25 regiones y 81 zonas entre América, África, Asia, Europa y Medio oriente.
- 3. Si desea trabajar con una suscripción gratuita tanto como en AWS, MICROSOFT AZURE o GOOGLE CLOUD, se recomienda usar Microsoft Azure debido a que las otras dos plataformas tienen más limitaciones, en cuanto análisis de datos, integración de aplicaciones y herramientas para desarrolladores.
- 4. La alta competitividad en el mercado de plataformas de AWS GC y MA, hacen que los precios estén bastante similares, muy económicos y competitivos, Si va a optar por una suscripción de pago, nuestra recomendación seria que use la suscripción de pago por uso de esta forma el cliente solo pagara delos servicios que va utilizando de acorde a cómo avanza su proyecto.
- 5. En cuanto a precios se ha dicho que son bastante competitivos entre las tres plataformas, pero una pregunta que todos hacen es cual es la mejor plataforma para un proyecto, en este caso una recomendación es que use esta dirección https://www.clarcat.com/cloud-services/ esta es una plataforma en donde

hay especialistas que te pueden asesorar sobre una plataforma que pueda usar en base al proyecto que tengas en mente y realizar un presupuesto de acuerdo a las necesidades que esté buscando ejecutar.

### Bibliografía

- Guido Albertengo, Fikru G Debele, Waqar Hassan, and Dario Stramandino. On the performance of web services, google cloud messaging and firebase cloud messaging. *Digital Communications and Networks*, 6(1):31–37, 2020. 23
- [2] José Miguel Álvarez Vañó. Modelo Comparativo de Plataformas Cloud y Evaluación de Microsoft Azure, Google App Engine y AmazonEC2. PhD thesis, Universitat Politècnica de València, 2018. 28
- [3] Guillermo Gabriel Andrade Salinas. Análisis de factibilidad en la implementación de blockchain sobre un prototipo de infraestructura iot-mqtt. Master's thesis, Quito, 2020., 2020. 11
- [4] Juan Aranda, Erwin J Sacoto-Cabrera, Daniel Haro-Mendoza, and Fabián Astudillo-Salinas. Redes 5g: una revisión desde las perspectivas de arquitectura, modelos de negocio, ciberseguridad y desarrollos de investigación. *Revista Digital Novasinergia*, 4(1):6–41, 2021. 17
- [5] Marcos Arévalo Salas. Cumplimiento de buenas prácticas para el despliegue de iaac en entornos cloud. 2021. 22
- [6] Silvia Edith Arias, Laura Vargas, Di Gionantonio, M Alejandra, Diego J Serrano, Adriana Cucchi, Paula Sosa, Ezequiel Ambrogio, Florencia Espeche, Pablo Jornet, et al. Análisis de plataformas de cloud computing. caso microsoft azure y amazon web services, haciendo uso de versiones privadas de prueba en entornos educativos. In XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan)., 2019. 28
- [7] Eduardo Xavier Chica Bermúdez. Análisis de costo total de propiedad (tco) en un proyecto/inversión ti para el modelo tradicional y su comparación con la implementación en nube pública (iaas) para las empresas ecuatorianas. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 32(1):8–8, 2020. 16
- [8] Ekaba Bisong. Building machine learning and deep learning models on Google cloud platform: A comprehensive guide for beginners. Apress, 2019. 22, 23
- [9] Edwin Rodrigo Borja Vega. Diseño de una arquitectura usando el protocolo message queue telemetry transport (mqtt) sobre plataformas de bajo coste, para monitorización de procesos industriales. 2020. 11

- [10] Rossemery Elizabeth Brañes Vílchez. Arquitectura de back end con amazon web services (aws) para sistemas escolares. 2019. 17, 18
- [11] Kabul Setiya Budi and Yudhiakto Pramudya. Pengembangan sistem akuisisi data kelembaban dan suhu dengan menggunakan sensor dht11 dan arduino berbasis iot. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, volume 6, pages SNF2017-CIP, 2017. 14
- [12] Jose Danilo Buitrago Montoya and Santiago Sánchez Hincapié. Metodología de evaluación de migración de servicios a computación en la nube en pequeñas y medianas empresas. 2020. 16
- [13] Erwin Jairo Sacoto Cabrera. Modelo de madurez para la medición de acceso y uso de las tecnologías de la información. In Modelo de Madurez Para la Medición de Acceso y uso de las Tecnologías de la Información; 2017. 22
- [14] Claudia Gabriela Cáceres Pérez, Rodolfo Eleuterio Cortedano Salgado, and Jerson Alexander Pastrán Flores. Implementación de una nube privada multinodo basada en OpenStack utilizando la versión Stein sobre Centos 7, empleando PackStacK RDO para su instalación. PhD thesis, 2020. 16
- [15] ANGEL JUNIOR RUIZ CALDAS and Angel Junior. Migración de servidores a la nube de microsoft azure para mejorar la continuidad de los servicios ti, de la fiduciaria en el año 2018. 2019. 29
- [16] Nathaly Andrea Calderón Navarrete, Jenny Patricia Gutiérrez Mora, Daniel Felipe Mejía Bardales, Oscar David Morales Torres, et al. Propuesta para mejorar el sistema de información en el departamento de cartera y tesorería por medio de la implementación web service como estrategia bi para la compañía cooperativa corredor de seguros. 2019. 20
- [17] Jairo Andrés Castañeda, Carlos Iván Ortega Álvarez, and Jean Carlos Iván Galvis Ibarra. Dockerizando un laboratorio virtual de programación (vpl) y moodle en google cloud. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, 2019. 26
- [18] Victor Ceballos Espinosa. Wonderfunc. arquitectura funcional distribuida basada en funciones lambda. B.S. thesis, 2019. 27
- [19] Irwin Gabriel Cedeño Uriña and Sergio Raul Veliz Vizuete. Diseño y desarrollo de un plan de acción para el rediseño de red y del cableado estructurado e implementación de un servidor de correo en google cloud platform en el Instituto Nacional de Pesca. PhD thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas..., 2018. 25
- [20] Gabriel E CHANCHÍ, Manuel A OSPINA, and Manuel SABA. Sistema iot para la monitorización y análisis de niveles de ruido. *Revista Espacios*, 41(50):39–50, 2020. 7

- [21] Shanzhi Chen, Hui Xu, Dake Liu, Bo Hu, and Hucheng Wang. A vision of iot: Applications, challenges, and opportunities with china perspective. *IEEE Internet of Things journal*, 1(4):349–359, 2014.
- [22] Shutchapol Chopvitayakun. Mobile application implementing location based services framework with google cloud platform integration: Ssru development case. Int. J. Future Comput. Commun, 8(4):119–122, 2019. 22
- [23] Cristopher Geovanny Coronado Moreira. Desarrollo de un sistema web para el fortalecimiento de los procesos de gestión administrativa y financiera del condominio solar del río de la ciudad de ibarra utilizando microsoft azure. B.S. thesis, 2019. 26
- [24] David Corral-Plaza, Inmaculada Medina-Bulo, Guadalupe Ortiz, and Juan Boubeta-Puig. Hacia una arquitectura para el procesamiento y análisis en tiempo real de datos heterogéneos en iot. Actas de las XIV Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios. Presented at the JCIS 2018, 2018. 7
- [25] Emiliano Román Costela. Gestión salud: migración a amazon web service y adaptación para el hospital público francisco caram de coronel brandsen. 2018. 20
- [26] Carlos Andrés Daza Rachen et al. Implementación de arquitectura en la nube en plataforma azure para bizagi. 26
- [27] José Francisco Del Vecchio, Fabián José Paternina, and Carlos Henríquez Miranda. La computación en la nube: un modelo para el desarrollo de las empresas. *Prospectiva*, 13(2):81–87, 2015. 21
- [28] F John Dian, Reza Vahidnia, and Alireza Rahmati. Wearables and the internet of things (iot), applications, opportunities, and challenges: A survey. *IEEE Access*, 8:69200–69211, 2020. 6
- [29] Javier Díez Zunzarren. Desarrollo de una aplicación big data sobre aws para la monitorización de tweets sobre el covid-19. 2021. 20
- [30] Nicola Dimitri. Pricing cloud iaas computing services. Journal of Cloud Computing, 9(1):1–11, 2020. 17
- [31] Yago Luiz dos Santos and Edna Dias Canedo. On the design and implementation of an iot based architecture for reading ultra high frequency tags. *Information*, 10(2):41, 2019. 29
- [32] Jesús Durán Hernández et al. Diseño e implementación de un asistente inteligente para la gestión de eventos y servicios básicos sobre google cloud platform. 2018. 24, 26
- [33] Khaled ElMalah and Mona Nasr. Cloud business intelligence. International Journal of Advanced Networking and Applications, 10(6):4120–4124, 2019. 22

- [34] Yan Fang, Tianyi Tang, Yunfei Li, Cheng Hou, Feng Wen, Zhan Yang, Tao Chen, Lining Sun, Huicong Liu, and Chengkuo Lee. A high-performance triboelectricelectromagnetic hybrid wind energy harvester based on rotational tapered rollers aiming at outdoor iot applications. *Iscience*, 24(4):102300, 2021. 6
- [35] Daniel Fenollar Onrubia. Aplicando capacidades de computación autónoma a la plataforma amazon aws iot. 2021. 19
- [36] Álvaro Fernández-Taviro Gracia et al. Procesamiento de algoritmos de visión artificial en la nube-microsoft azure. 2021. 28
- [37] Juan Carlos Fugo-González, Jael Alexander Rivera-Oviedo, et al. Seguridad de jax-rs frente a ataques por inyección de código. 2016. 21
- [38] Alex Alberto García Arias. Diseño y creación de una aplicación móvil para el registro de ingreso de personas con reconocimiento facial, implementando Microsoft Azure. PhD thesis, 2019. 27
- [39] Gonzalo Gil Inchaurza. Comparativa teórica y práctica de middlewares mqtt. 2018. xv, 10, 11, 13
- [40] Jorge E Gómez, Samir Castaño, Teobaldis Mercado, Alexánder Fernandez, and Jose Garcia. Sistema de internet de las cosas (iot) para el monitoreo de cultivos protegidos. *Ingeniería e Innovación*, 5(1), 2017. 8, 9
- [41] Dana Rodríguez González. Arquitectura y gestión de la iot. Telemática, 12(3):49– 60, 2013. 5
- [42] Dominik Grzelak, Carl Mai, and Uwe Aßmann. Towards a software architecture for near real-time applications of iot. In *IoTBDS*, pages 197–206, 2019. 9
- [43] Juan A GUERRERO-IBAÑEZ, Fermín P ESTRADA-GONZALEZ, Miguel A MEDINA-TEJEDA, MG Rivera-Gutierrez, JM Alcaraz-Aguirre, CA Maldonado-Mendoza, D Toledo-Zuñiga, and VI Lopez-Gonzalez. Sgreenh-iot: Plataforma iot para agricultura de precisión. Sistemas, cibernética e informática, 14(2), 2017. 7
- [44] Bulbul Gupta, Pooja Mittal, and Tabish Mufti. A review on amazon web service (aws), microsoft azure & google cloud platform (gcp) services. 2021. 15
- [45] Vikas Hassija, Vinay Chamola, Vikas Saxena, Divyansh Jain, Pranav Goyal, and Biplab Sikdar. A survey on iot security: application areas, security threats, and solution architectures. *IEEE Access*, 7:82721–82743, 2019.
- [46] Daniel Hernández de la Iglesia et al. Resumen de tesis. embedding smart software agents in resource constrained internet of things devices. 2018. 8
- [47] Juan Fernando Herrera Noboa. Extensión de un bróker mqtt para que soporte tecnologías semánticas. B.S. thesis, 2018. 10

- [48] Nagarjuna Hota and Binod Kumar Pattanayak. Cloud computing load balancing using amazon web service technology. In Progress in Advanced Computing and Intelligent Engineering, pages 661–669. Springer, 2021. 15
- [49] Arief Husaini, Umar Ali Ahmad, and R Rogers Dwiputra Setiady. Implementasi high availability dengan metode failover pada amazon web service. *eProceedings* of Engineering, 8(6), 2021. 16
- [50] Adolfo Francisco Ibarra Landeo. Sistema de evaluación crediticia estudiantil en la nube para una ong de la ciudad de lima. 2019. 29
- [51] Jose Antonio Jara Chavez and Nestor Miguel Melgarejo Balceda. Diseño de un sistema de monitorización ambulatoria usando google cloud platform basado en el prototipo de un pulsómetro para pacientes con arritmia cardíaca. 2018. 26
- [52] Andrés Jiménez Arocha. Despliegue y automatización de soluciones big data en cloud y on premise. 2021. 22
- [53] Juan Jiménez Casas. Sistema iot para el control y monitorización de un terrario con eclipse kura, amazon aws y angular. 2019. 18
- [54] Steven J Johnston and Simon J Cox. The raspberry pi: A technology disrupter, and the enabler of dreams, 2017. 11, 12
- [55] Jolle W Jolles. Broad-scale applications of the raspberry pi: A review and guide for biologists. Methods in Ecology and Evolution, 12(9):1562–1579, 2021. 12, 14
- [56] Ferdin Joe John Joseph. Iot based weather monitoring system for effective analytics. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(4):311– 315, 2019. 14
- [57] P Karthika and P Vidhya Saraswathi. Machine learning security allocation in iot using raspberry pi. In *Data Security in Internet of Things Based RFID and* WSN Systems Applications, pages 49–68. CRC Press, 2020. 4
- [58] Muhammad Fawad Akbar Khan, Khan Muhammad, Shahid Bashir, Shahab Ud Din, and Muhammad Hanif. Mapping allochemical limestone formations in hazara, pakistan using google cloud architecture: application of machinelearning algorithms on multispectral data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(2):58, 2021. 23
- [59] P Ravi Kumar, P Herbert Raj, and P Jelciana. Exploring data security issues and solutions in cloud computing. *Proceedia Computer Science*, 125:691–697, 2018. 17
- [60] Dwi Ely Kurniawan, Mohd Iqbal, John Friadi, Rohmat Indra Borman, and Rio Rinaldi. Smart monitoring temperature and humidity of the room server using raspberry pi and whatsapp notifications. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1351, page 012006. IOP Publishing, 2019. xv, 12
- [61] Fernando J Lara-Cardeñas. Utilización de google cloud para el almacenamiento y procesado de datos monitorizados remotamente. 2020. 25
- [62] Thalia Alejandra Lozada Arellano. Implementación de un esquema de seguridad en microsoft azure para cloud computing, aplicando dos metodologías previas su evaluación, caso de estudio empresa microsoft del ecuador. B.S. thesis, PUCE-Quito, 2018. 27
- [63] Zhao-xia Lu, Peng Qian, Dan Bi, Zhe-wei Ye, Xuan He, Yu-hong Zhao, Lei Su, Si-liang Li, and Zheng-long Zhu. Application of ai and iot in clinical medicine: Summary and challenges. *Current medical science*, 41(6):1134–1150, 2021. 5, 6
- [64] Gary Macha Tejeda and Juan Samuel Felix Quispe. Plan de migracion del servicio cloud utilizando microsoft azure. 2018. 29
- [65] Jorge L Malla. Servicios web. 20
- [66] Jessica Julieth Manotas Campos, Nicolás Martinez Marín, et al. Exploración de las plataformas iot en el mercado para fomentar el conocimiento, buen uso y efectividad de los dispositivos iot creados en la facultad de ingeniería y ciencias básicas de la institución universitaria politécnico grancolombiano. 2018. 27
- [67] Andrés Eduardo Marroquín Hidalgo, Diego Felipe Castelblanco Angarita, et al. Sistema de monitoreo remoto de condiciones medioambientales en las salas de cirugía de una clínica de cuarto nivel mediante internet de las cosas (iot). 2020. 9
- [68] Lenty Marwani, N Demus, R Firman, JT Elektromedik, F Sain, and T Dan. Penggunaan sensor dht11 sebagai indikator suhu dan kelembaban pada baby incubator. Jurnal Mutiara Elektromedik Vol, 1(1), 2017. 14
- [69] Daniel Mazzer, E Frigieri, and LFCG Parreira. Protocolos m2m para ambientes limitados no contexto do iot: Uma comparação de abordagens. *Inatel. Br*, page 24, 2015. 8
- [70] Gustavo Mercado, Carlos Tafernaberry, Marcela Orbiscay, Marcelo Ledda, and Raúl O Moralejo. Survey de protocolos normalizados por ietf/irtf para aplicaciones de internet of things (iot). In V Taller del Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet/Argentina (IETF Day)-JAIIO 47 (CABA, 2018), 2018. 9
- [71] Chnar Mustafa Mohammed, Subhi RM Zeebaree, et al. Sufficient comparison among cloud computing services: Iaas, paas, and saas: A review. International Journal of Science and Business, 5(2):17–30, 2021. 17
- [72] Francesc Moreno Cerdà. Demostrador arquitectura publish/subscribe con mqtt.
  B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2018. xv, 9, 10
- [73] Patricio Navas Moya, Jessica Castillo, Henry Llamuca, and Diego Jacome. Mobile cloud computing-google cloud messaging. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2), 2017. 25, 26

- [74] Sourav Mukherjee. Benefits of aws in modern cloud. arXiv preprint ar-Xiv:1903.03219, 2019. 18
- [75] Seena Naik and E Sudarshan. Smart healthcare monitoring system using raspberry pi on iot platform. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 14(4):872–876, 2019. 12
- [76] Patricio Navas Moya, Henry Llamuca, Diego Jácome, and Jéssica Castillo. Mobile cloud computing-google cloud messaging. 2017. 25
- [77] Carlos Negrillo Pastor. Desarrollo de una solución de integración entre sistemas bancarios e intermediarios. PhD thesis, Universitat Politècnica de València, 2019.
   28
- [78] Sandro Nižetić, Petar Šolić, Diego López-de-Ipiña González-de, Luigi Patrono, et al. Internet of things (iot): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 274:122877, 2020. 4, 5
- [79] Wiko Nudian, Moh Dede, Millary Agung Widiawaty, Yanuar Rizky Ramadhan, and Yanuar Purnama. Pemanfaatan sensor mikro dht11-arduino untuk monitoring suhu dan kelembaban udara. 2020. 15
- [80] Matthew Obetz, Stacy Patterson, and Ana Milanova. Static call graph construction in {AWS} lambda serverless applications. In 11th USENIX Workshop on Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud 19), 2019. 19
- [81] Se-Chun Oh and Young-Gon Kim. A study on mqtt based on priority topic for iiot. The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, 19(5):63-71, 2019. 10
- [82] Ana Olcina Valero. Desarrollo de aplicaciones web con el API de Google Cloud. PhD thesis, Universitat Politècnica de València, 2017. 25
- [83] Sergio Rolando Oliva del Valle. Microsoft Azure, un nuevo alcance para servicios de IT en la nube. PhD thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2019.
   27
- [84] Raúl Francisco Oltra Badenes. Sistemas de información: El cloud computing. conceptos básicos. 2015. 17
- [85] Kiyoshi José Omaza Saldaña. Arquitectura de seguridad en la nube: Revisión de la implementación en aws. 2020. 19
- [86] Eduardo Luis Ortiz Mejía. Desarrollo de un sistema prototipo de notificación temprana para personas menores de edad perdidas, en un ambiente cloud y usando el protocolo mqtt. B.S. thesis, Quito, 2018., 2018. 11
- [87] Hever Patricio Pachar Bravo. Evaluación de tecnologías inalámbricas de comunicación y protocolos de iot usando lte. B.S. thesis, 2018. 8, 9

- [88] Pedro Palos-Sanchez, Ana Reyes-Menendez, and Jose Ramon Saura. Modelos de adopción de tecnologías de la información y cloud computing en las organizaciones. *Información tecnológica*, 30(3):3–12, 2019. 17
- [89] Yashwant Singh Patel, Zahra Malwi, Animesh Nighojkar, and Rajiv Misra. Truthful online double auction based dynamic resource provisioning for multiobjective trade-offs in iaas clouds. *Cluster computing*, 24(3):1855–1879, 2021. 17
- [90] VC Patil, KA Al-Gaadi, DP Biradar, and M Rangaswamy. Internet of things (iot) and cloud computing for agriculture: An overview. Proceedings of agroinformatics and precision agriculture (AIPA 2012), India, pages 292–296, 2012.
   6
- [91] Cristian Abel Pérez Acosta. Despliegue de aplicación on-premise en Cloud Computing utilizando servicios de AWS. PhD thesis, Universidad Nacional de La Plata, 2020. 20, 21
- [92] María Auxiliadora Pesantes Espinoza. Diseño de una arquitectura iot aplicado a una infraestructura tecnológica educativa con 5g. B.S. thesis, 2021. 8
- [93] Nikola Petrov, Dalibor Dobrilovic, Mila Kavalić, and Sanja Stanisavljev. Examples of raspberry pi usage in internet of things. In Proceedings of 6th International Conference on Applied Internet and Information Technologies AIIT2016, pages 03-04, 2016. 13
- [94] Roger Piera Fernandez de Simon. Improving amazon pipelines efficiency for web applications. 2021. 16
- [95] Paola Pierleoni, Roberto Concetti, Alberto Belli, and Lorenzo Palma. Amazon, google and microsoft solutions for iot: architectures and a performance comparison. *IEEE access*, 8:5455–5470, 2019. xv, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28
- [96] Josdin Daniel Pinzón-Quintero et al. Prototipo web para la generación automática de cotizaciones sobre los servicios cloud de amazon web services. 2021. 21
- [97] Marina Pozo Benitez. Aws: El mayor proveedor de cloud para startups. 2021. 21, 22
- [98] Rivadeira Proaño and Carlos Alberto. Evaluación de rendimiento entre el estándar de mensajería mqtt y la plataforma firebase a través de un prototipo, modelo de comunicación iot. Master's thesis, Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Israel, 2020. 11
- [99] Manuel Quiñones-Cuenca, Hever Patricio Pachar Bravo, Javier Martínez-Curipoma, Luis Quiñones, and Rommel Torres. Desarrollo y evaluación de un gateway móvil iot para redes 4g lte. *Enfoque UTE*, 11(4):16–26, 2020. 8, 9

- [100] Emilio Ramos Sorroche et al. Servicio de monitorización de aulas mediante dispositivos iot con gestión de datos en la nube de azure. 2021. 30
- [101] SaiSindhuTheja Reddy and Gopal K Shyam. A machine learning based attack detection and mitigation using a secure saas framework. *Journal of King Saud* University-Computer and Information Sciences, 2020. 16, 17
- [102] Julia Reichenberger, Anne Kathrin Radix, Jens Blechert, and Tanja Legenbauer. Further support for the validity of the social appearance anxiety scale (saas) in a variety of german-speaking samples. *Eating and Weight Disorders-Studies on* Anorexia, Bulimia and Obesity, pages 1–15, 2021. 17
- [103] Tomás Omar Riojas Márquez, Rosa Isabel Tello Carranza, and Henry Alberto Winchonlong Sandoval. Plan estratégico para amazon en estados unidos 2019-2021. 2018. 18
- [104] Diego P Rodriguez Alvarado and Erwin J Sacoto-Cabrera. Implementation and analysis of the results of the application of the methodology for hybrid multi-cloud replication systems. In *The International Conference on Advances in Emerging Trends and Technologies*, pages 273–286. Springer, 2021. 15
- [105] Antonio Manuel Romera Rodriguez. Análisis de opinión mediante servicios de procesamiento de lenguaje natural con amazon comprehend de aws. 2021. 18
- [106] Giovanni Rotta, Andrea Charão, and Mario Dantas. Um estudo sobre protocolos de comunicação para ambientes de internet das coisas. In Anais da XVII Escola Regional de Alto Desempenho do Estado do Rio Grande do Sul. SBC, 2017. 9
- [107] Angel Junior Ruiz Caldas. Migración de servidores a la nube de microsoft azure para mejorar la continuidad de los servicios ti, de la fiduciaria en el año 2018. 2019. 29
- [108] Alexander Saavedra González. Plataforma iot para el registro de datos meteorológicos y su visualización mediante una aplicación móvil. 2018. 27
- [109] Erwin Sacoto Cabrera. Análisis basado en teoría de juegos de modelos de negocio de operadores móviles virtuales en redes 4G y 5G. PhD thesis, Universitat Politècnica de València, 2021. 15
- [110] Erwin Sacoto-Cabrera, Jorge Rodriguez-Bustamante, Pablo Gallegos-Segovia, Gabriela Arevalo-Quishpi, and Gabriel León-Paredes. Internet of things: Informatic system for metering with communications mqtt over gprs for smart meters. In 2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON), pages 1–6, 2017. doi:10.1109/CHILECON.2017.8229598. 10
- [111] Erwin J Sacoto Cabrera, Sonia Palaguachi, Gabriel A León-Paredes, Pablo L Gallegos-Segovia, and Omar G Bravo-Quezada. Industrial communication based

on mqtt and modbus communication applied in a meteorological network. In *The International Conference on Advances in Emerging Trends and Technologies*, pages 29–41. Springer, 2020. 9

- [112] Erwin J Sacoto-Cabrera, Angel Sanchis-Cano, Luis Guijarro, José Ramón Vidal, and Vicent Pla. Strategic interaction between operators in the context of spectrum sharing for 5g networks. Wireless Communications and Mobile Computing, 2018. 4
- [113] Erwin Jairo Sacoto Cabrera, Luis Guijarro, and Patrick Maillé. Game theoretical analysis of a multi-mno mvno business model in 5g networks. *Electronics*, 9(6):933, 2020. 15, 17
- [114] David Sanches Gómez et al. Diseño e implementación de un sistema para la monitorización de protocolos iot. Master's thesis, 2021. 8
- [115] Javier Díaz Sánchez. Integración digital básica para irrigación de cultivos escolares/basic digital integration for irrigation of school crops. Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación, 5(10), 2018. xv, 14, 15
- [116] Angel Sanchis-Cano, Julián Romero, Erwin J Sacoto-Cabrera, and Luis Guijarro. Economic feasibility of wireless sensor network-based service provision in a duopoly setting with a monopolist operator. *Sensors*, 17(12):2727, 2017. 4
- [117] Arief Hendra Saptadi. Perbandingan akurasi pengukuran suhu dan kelembaban antara sensor dht11 dan dht22. Jurnal Infotel, 6(2):49–56, 2014. 14
- [118] Trias Prima Satya, Unan Yusmaniar Oktiawati, Imam Fahrurrozi, Hristina Prisyanti, et al. Analisis akurasi sistem sensor dht22 berbasis arduino terhadap thermohygrometer standar. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya, 16(1):40–45, 2020. 15
- [119] Karen Violeta Segura Salvador. Implementación de proyecto migración ofimática a google cloud core it para todos los usuarios de un operador líder en retail, entretenimiento y restaurantes del ecuador. 2021. 25
- [120] Andrea Sestino, Maria Irene Prete, Luigi Piper, and Gianluigi Guido. Internet of things and big data as enablers for business digitalization strategies. *Techno*vation, 98:102173, 2020. 4
- [121] B Shruti, H Sachin, J Naina, T Luvesh, and Richard Joseph Sunita Suralkar. Application of google cloud and google apps in data structuring. 25
- [122] Siswanto Siswanto, M Anif, Dwi Nur Hayati, Yuhefizar Yuhefizar, et al. Pengamanan pintu ruangan menggunakan arduino mega 2560, mq-2, dht-11 berbasis android. Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), 3(1):66–72, 2019. 15

- [123] Inés Xiomara Sitton Candanedo et al. Resumen de tesis. arquitectura inteligente edge computing para entornos iot. 2020. 4
- [124] CC Sobin. A survey on architecture, protocols and challenges in iot. Wireless Personal Communications, 112(3):1383–1429, 2020. xv, 5, 6
- [125] Dipa Soni and Ashwin Makwana. A survey on mqtt: a protocol of internet of things (iot). In International conference on telecommunication, power analysis and computing techniques (ICTPACT-2017), volume 20, pages 173–177, 2017. 10
- [126] Kotaro Tanabe, Yoshinori Tanabe, and Masami Hagiya. Model-based testing for mqtt applications. In *Joint Conference on Knowledge-Based Software Enginee*ring, pages 47–59. Springer, 2020. 9
- [127] Alberto Terceño Ortega. Análisis de un modelo predictivo basado en google cloud y tensorflow. 2017. 26
- [128] Kevin Gabriel Toala Mosquera and David Alexander Viteri Rambay. Desarrollo e implantación de aplicativo web para la gestión del syllabus, plan analítico y seguimiento de syllabus para la universidad de guayaquil (caso de estudio: Carrera de ingeniería en sistemas computacionales de la facultad de ciencias matemáticas y físicas). B.S. thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera ..., 2019. 22
- [129] Yoga Alif Kurnia Utama. Perbandingan kualitas antar sensor suhu dengan menggunakan arduino pro mini. e-NARODROID: Jurnal Berkala Program Studi Sistem Komputer, 2(2):145–150, 2016. 14
- [130] Miguel Valcárcel Tejón. Arquitectura serverless en aws. 2018. 21, 22
- [131] Diana Cecilia Yacchirema Vargas. Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (iot). PhD thesis, Universitat Politècnica de València, 2019. xv, 4, 7
- [132] Jesús Alejando Paz Villafaña. Arquitectura de amazon elastic compute cloud (amazon ec2) y la utilización del hipervisor xen. 19
- [133] Xiaoyang Zhong and Yao Liang. Raspberry pi: An effective vehicle in teaching the internet of things in computer science and engineering. *Electronics*, 5(3):56, 2016. 4
- [134] Jimmy Anderson Flórez Zuluaga, Samuel Guillermo Orozco Montero, Wilmer Arley Daza Hernández, Edinson Rolando Cardenal Moreno, and Luisa María Amariles Saldarriaga. Comparación de la implementación en plataformas tradicionales y en nube: sistema de reportes meteorológicos. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14(2):20– 45, 2019. 29