



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

TECNOLOGÍA DE MICROSOFT AZURE CON SENSORES IOT Y
POWER BI PARA EL MONITOREO CENTRALIZADO DE
EMBARCACIONES DE PESCA DE ANCHOVETA

Línea de Investigación:
Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TIC's

Modalidad Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Electrónico

Autor(a)
Martínez Villón, Georgette Nadia

Asesor(a)
Rodríguez Rodríguez, Ciro
(ORCID 0000-0003-2112-1349)

Jurado
Peña Carrillo, César Serapio
Flores Masias, Edward José
Borja Castañeda, Julio César
IRosales Fernández, José Hilarión

Lima – Perú
2022

Dedicatoria

A mis padres Noé y Elida, hermanas y Romeo.

Agradecimientos

Al profesor Dr. Ciro Rodríguez Rodríguez por su orientación y apoyo en este trabajo de titulación. Al CIO y equipo de flota de la empresa pesquera por la oportunidad de colaborar en su transformación digital y a todos aquellos que me impulsaron a concluir el proceso de titulación.

Índice

Resumen.....	8
Abstract.....	9
1. Introducción.....	10
1.1 Trayectoria del autor.....	10
1.2 Descripción de la empresa.....	11
1.3 Organigrama de la empresa.....	12
1.4 Áreas y funciones desempeñadas.....	13
II. Descripción de una actividad específica.....	14
2.1 Planteamiento del problema.....	14
2.1.1. Determinación del problema.....	14
2.1.2. Formulación del problema.....	16
2.1.2.1 Problemas específicos.....	16
2.1.3 Objetivos.....	17
2.1.3.1 Objetivo general.....	17
2.1.3.2 Objetivos específicos.....	17
2.1.4. Justificación.....	17
2.1.5. Alcances y limitaciones.....	19
2.2. Marco Teórico.....	19
2.2.1 Antecedentes bibliográficos.....	19
2.2.1.1 Internet de las cosas (IoT).....	19
2.2.1.2 Visualización de datos.....	21
2.2.2. Bases teóricas.....	24
2.2.3. Definición de términos básicos.....	24
2.2.3.1 Sensorres de IoT.....	24
2.2.3.2 Sensor inductivo.....	26
2.2.3.3 Cloud Computing.....	28
2.2.3.4 IoT Hub, servicio de Microsoft Azure.....	31
2.2.3.5 Panel de Power BI.....	32

2.3. Propuesta de solución.....	34
2.3.1. Descripción de la propuesta.....	34
2.3.2. Desarrollo de la propuesta.....	36
2.3.3. Factibilidad técnica – operativa.....	39
2.3.4. Cuadro de inversión.....	46
2.4. Análisis de resultados.....	48
2.4.1. Análisis costo-beneficio.....	48
III. Aportes más destacables a la Empresa.....	53
3.1. Impacto.....	53
IV. Conclusiones.....	54
V. Recomendaciones	55
VI. Referencias.....	57

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Organigrama de Microsoft Corporation.....	12
<i>Figura 2.</i> Organigrama de Microsoft SOUTH.....	13
<i>Figura 3.</i> Precio de harina de pescado por tonelada.....	18
<i>Figura 4.</i> Precio del aceite de pescado por tonelada.....	18
<i>Figura 5.</i> Cuadrante Mágico de Gartner “Plataformas de analítica BI.....	23
<i>Figura 6.</i> Sensor inductivo sin presencia de objeto y con presencia de objeto.....	28
<i>Figura 7.</i> Comparación de modelos de Cloud Computing.....	31
<i>Figura 8.</i> Panel de Power BI, informe modelo.....	33
<i>Figura 9.</i> Panel, informes y conjunto de datos.....	34
<i>Figura 10.</i> Descripción a alto nivel de la propuesta de solución.....	35
<i>Figura 11.</i> Esquema de trabajo de la solución de monitoreo de embarcaciones (ANAMAR).....	36
<i>Figura 12.</i> Arquitectura de la solución de monitoreo de embarcaciones (ANAMAR).....	37
<i>Figura 13.</i> Panel de Power BI de visualización de información del sensor de temperatura de bodegas.....	37
<i>Figura 14.</i> Panel de Power BI de visualización de información del sensor de flujo de combustible.....	38
<i>Figura 15.</i> Panel de Power BI de visualización de información del sensor cala.....	38
<i>Figura 16.</i> Panel de Power BI de visualización de información de la ruta de la embarcación.....	39
<i>Figura 17.</i> Tablero PLC M221 para el control de temperaturas de bodegas.....	40
<i>Figura 18.</i> Cabina de mando del barco ANAMAR.....	41
<i>Figura 19.</i> Winche de barco ANAMAR.....	42
<i>Figura 20.</i> Sensor inductivo para registro de Cala de ANAMAR.	43
<i>Figura 21.</i> Diagrama de circuito de salida	43

<i>Figura 22</i> , Diagrama de operación.....	44
<i>Figura 23</i> , Distancias de detección	44
<i>Figura 24</i> . Base de caucho de sensor inductivo para registro de Cala de ANAMAR.....	45
<i>Figura 25</i> . Precio por tonelada de harina de pescado en el 2017	48
<i>Figura 26</i> . Precio por tonelada de aceite de pescado en el 2017.....	49

Listado de Tablas

Tabla 1. Costo de implementación de la solución en base a Tiempo y materiales.....	46
Tabla 2. Costo mensual de consumo de servicios Cloud en Microsoft Azure por un mes de uso 24 horas por 7 días.....	47
Tabla 3. Evolución mensual de consumo de la propuesta de solución de servicios Cloud en Microsoft Azure al año.....	48
Tabla 4. Ingresos por tonelada producida de Pesquera Contoso en 2017.....	49
Tabla 5. Beneficio por embarcación de Pesquera Contoso en 2017.....	50
Tabla 6. Inversión por barco y por flota.....	51
Tabla 7. Retorno de inversión en el tiempo.....	51

Resumen

El sector pesquero representa una de las actividades económicas más importantes del Perú, es generador de divisas, empleos, producción e impuestos. A pesar del impacto económico y social del sector, éste no es referente de grandes innovaciones tecnológicas. Según reportes del Banco Central de Reserva del Perú (BCR), la cotización por tonelada de harina de pescado se había reducido 6% YoY desde 2015. Debido a ello las pesqueras más grandes evaluaron formas eficientes de reducir sus costos variables a fin de mantener o mejorar sus márgenes. Este informe describe el aporte tecnológico de una de las pesqueras más grandes del medio y mi colaboración como Customer Success Account Manager de Microsoft en 2017 en la ideación e implementación del primer barco conectado a una solución de monitoreo en la nube en Perú. La propuesta de solución definida para mi cliente, el cual llamaré “Pesquera Contoso”, se basó en la conexión de sensores de IoT conectados a la nube Microsoft Azure como plataforma de nube pública y Power BI como herramienta de visualización. El **objetivo:** general fue implementar una solución de monitoreo con sensores IoT en la nube y la visualización centralizada de indicadores de operación de pesca de anchoveta, se definieron 4 indicadores: localización, consumo de combustible, temperatura de bodegas y despliegue de red (cala). De los indicadores mencionados, se requirió incluir un sensor nuevo para monitorear las calas de red. La **conclusión:** principal es que la inversión realizada fue costo efectiva con un ROI mayor a 600. La **metodología:** de investigación desarrollada fue de tipo Descriptiva.

Palabras clave: sector pesquero, harina de pescado, sensores IoT, monitoreo, Microsoft Azure, Power BI.

Abstract

The fishing market represents one of the most important economic activities in Perú, it is a generator of foreign exchange, jobs, production and taxes. Despite the economic and social impact of the sector, it is no longer considered a reference for major technological innovations. According to reports from the Banco Central de Reserva del Perú (BCR), the price per ton of fishmeal has been fallen 6% YoY since 2015. Due to price reductions, the largest fisheries have evaluated efficient ways to reduce variable costs to maintain or improve operational margins. This report describes the technological contribution of one of the largest fisheries in the Peruvian market and my collaboration as Customer Success Account Manager at Microsoft in 2017 in the design and implementation of the first prototype of a connected ship to a monitoring solution in Cloud technology in Peru. The solution defined to my client, that I will call "Pesquera Contoso", was based on IoT sensors connected to Microsoft Azure as a public cloud platform and Power BI as a data visualization. The general **objective**: was to implement a solution in Cloud with IoT sensors for centralized monitoring of anchovy fishing vessels, 4 key indicators were defined: location, fuel consumption, temperature of holds and fishing net launching (cover). Besides of the indicators mentioned, it was only required to include a new sensor to monitor the net covers. The main **conclusion**: is that the solution is cost effective with a ROI greater than 600. The research **methodology**: type used was Descriptive.

Keywords: fishing market, fishmeal, IoT sensors, monitoring, Microsoft Azure, Power BI.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación realizada pone en prueba la experiencia profesional en la cual se describe el aporte tecnológico respecto a un problema real de una empresa pesquera, para lo cual se contribuye con la conexión de embarcaciones a una solución de monitoreo en la nube, la propuesta de solución definida para el cliente se basó en la conexión de sensores y software como herramienta de visualización de los indicadores de localización, de consumo de combustible, de temperatura de bodegas y a fin de monitorear la red el despliegue de la cala, lográndose conseguir en base a un proceso metodológico, técnico y de aplicación profesional que toda la solución implementada cubra las necesidades del cliente.

1.1 Trayectoria del autor

Bachiller en Ingeniería electrónica con 11 años de experiencia profesional, 4 en Telecomunicaciones y 7 años en el sector tecnológico. Luego de egresar de la escuela de Ingeniería Electrónica e Informática de la Universidad Nacional Federico Villarreal a finales del 2008, inicié mi carrera como ejecutiva de soporte técnico de Movistar en el 2009 por un año. En el 2010, me desempeñé como ingeniero de Redes en Nextel Perú por 3 años, supervisando la calidad de la operación móvil y de radio a nivel nacional.

A mediados del 2013 fue admitida en la escuela de dirección de la Universidad de Piura (PAD) para estudiar una maestría en dirección de empresas (MBA) en la modalidad Full Time, mis estudios finalizaron en diciembre del 2014, obteniendo el grado de Master en Dirección de Empresas.

A partir del 2015 hasta la fecha me desempeño como Customer Success Account Manager en Microsoft Perú en la división Enterprise, atendiendo un portafolio de cuentas

compuestas por las empresas de los grupos económicos más grandes del país. Mi principal objetivo es ayudarlos como consultor de tecnología (Trust-Advisor) a mejorar el retorno de su inversión en soluciones Microsoft.

Adicionalmente, soy miembro invitada en representación de Microsoft a eventos de Woman in Technology y jurado en hackathons.

1.2 Descripción de la empresa

Microsoft es una empresa de tecnología cuya misión es empoderar a todas las personas y organizaciones del planeta a lograr más. Sus plataformas y herramientas ayudan a impulsar la productividad de empresas de todos los tamaños mejorando sus resultados y potenciando el ingenio humano.

La estrategia para lograr su misión se basa en liderar la nueva era de “Intelligent Cloud”. Transformar tecnología y productos en experiencias y soluciones que brindan valor para sus clientes. Las capacidades de inteligencia artificial (IA) están avanzando rápidamente, impulsadas por los datos y el conocimiento del mundo. Los mundos físicos y virtuales se están uniendo con el Internet de las cosas ("IoT") y la realidad mixta. La experiencia de una persona con la tecnología abarca una multitud de dispositivos y se ha vuelto cada vez más natural y multisensorial. Microsoft. (2020). Annual Report.

Microsoft fue fundada en 1975 cuenta con más de 131 mil empleados a nivel mundial, desarrolla y apoya software, servicios, dispositivos y soluciones que ofrecen un nuevo valor para los clientes y ayudan a las personas y las empresas a desarrollar todo su potencial. Microsoft. (2020). Annual Report.

Microsoft ofrece una variedad de servicios, incluidas soluciones basadas en Cloud que

proporcionan a los clientes software, servicios, plataformas, contenido, soporte de soluciones y servicios de consultoría. También ofrece publicidad en línea relevante a una audiencia global.

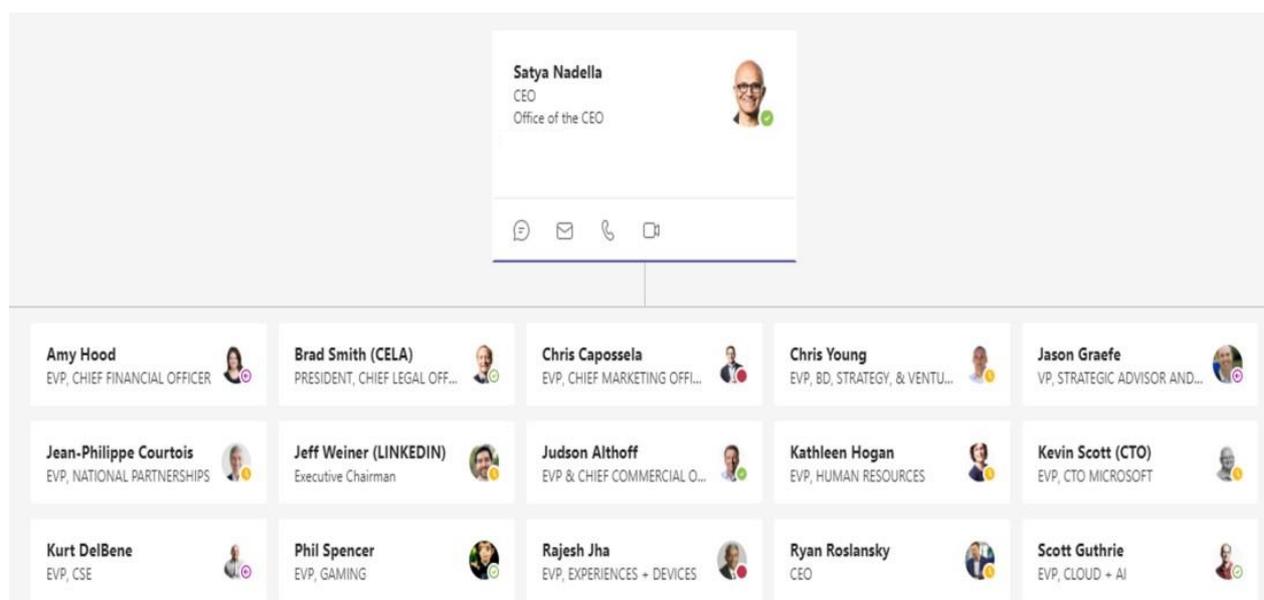
Sus productos incluyen sistemas operativos; aplicaciones de productividad entre dispositivos; aplicaciones de servidor; aplicaciones de soluciones empresariales; herramientas de gestión de escritorios y servidores; herramientas de desarrollo de software; y videojuegos. También diseña, fabrica y vende dispositivos, incluyendo PC, tabletas, consolas de juegos y entretenimiento, otros dispositivos inteligentes y accesorios relacionados.

1.3 Organigrama de la empresa

Microsoft Perú forma parte de Microsoft Corporación como filial de esta. Asimismo, es parte de un conglomerado de países que conforman la región SOUTH, junto con Ecuador, Bolivia, Paraguay y Uruguay. La figura 1, presenta el organigrama de Microsoft Corporation y la figura 2 el correspondiente al frente regional de Enterprise SOUTH.

Figura 1

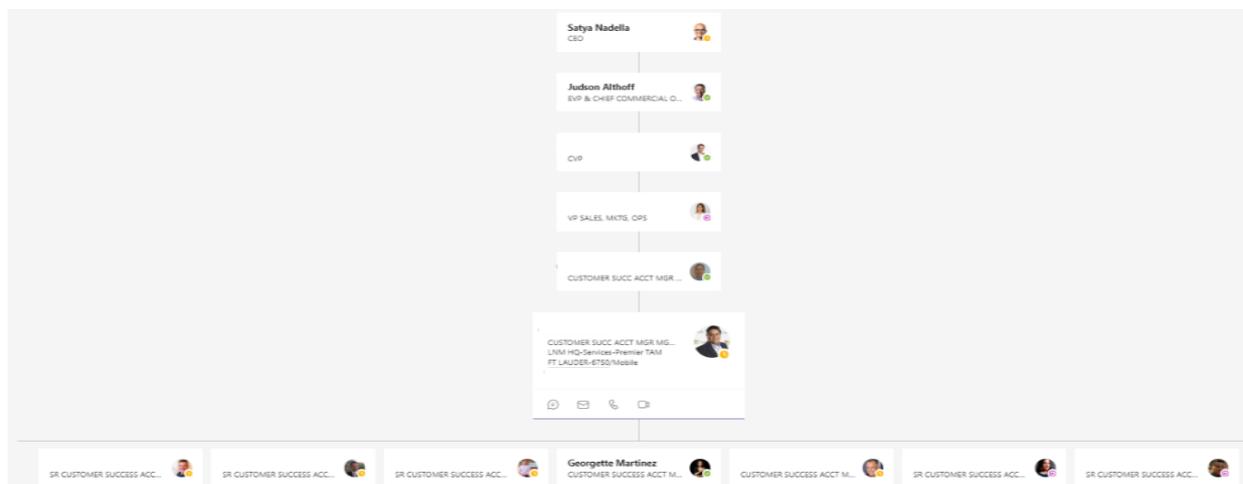
Organigrama de Microsoft Corporation



Fuente: (cuenta corporativa de Microsoft Teams)

Figura 2

Organigrama de Microsoft SOUTH.



Fuente: Cuenta corporativa de Microsoft Teams.

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

Desempeño el rol de Customer Success Account Manager (CSAM), soy responsable de la estrategia de despliegue de nuevas tecnologías en clientes empresariales a través de un contrato de servicios y soporte Microsoft Unified Support. Cada CSAM tiene asignado un portafolio de cuentas corporativas. Las principales funciones del rol que apoyan el contenido de este informe son las siguientes:

- 1.4.1. Responsable de la estrategia de despliegue de recursos alineado a los objetivos de eficiencia operativa de Pesquera Contoso.
- 1.4.2. Desarrollo de relacionamiento con los principales actores y tomadores de decisiones a nivel tecnológico y de negocio dentro de Pesquera Contoso.
- 1.4.3. Orquestar actividades entre equipos multidisciplinarios y aportar en el diseño de la arquitectura de la solución en Azure y selección de sensores.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

2.1 Planteamiento del problema

2.1.1 *Determinación del problema*

Cabe destacar que la ubicación geográfica de Perú nos ha beneficiado con una amplia variedad de especies marítimas y con ello, el desarrollo de la industria pesquera. Según la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP, 2014), el sector pesquero es una de las actividades económicas más importantes del Perú, siendo generador de divisas, empleos, producción e impuestos. La pesquería representa cerca del 2% de PBI nacional y el 7% del aporte total de divisas para el Perú.

Si de exportaciones se trata no podemos dejar de mencionar que la Harina de pescado de Anchoqueta es uno de los “commodities” más valorados en el exterior. Debido a su alta composición proteica y bajo porcentaje de grasa para la fabricación de alimento balanceado para el desarrollo de actividades como la acuicultura, avicultura, ganadería, entre otros.

La Sociedad Nacional de Pesquería (2014) sostiene que el Perú es el principal productor de harina de pescado del mundo según el último anuario Estadístico de IFFO, le siguen Tailandia, China, Chile y Estados Unidos. Asimismo, la harina de pescado es el quinto mayor producto de exportación del Perú. No cabe duda del impacto económico de la industria pesquera, lo que nos ha llevado a una serie de regulaciones a fin de proteger la especie, la anchoveta.

En los años 90 la anchoveta fue declarada pesca “plenamente explotada” por lo que se cerró el acceso de embarcaciones de mayor escala a fin de evitar la sobreexplotación, pese a

ello, debido a la demanda alta de harina y aceite de pescado, el Estado brindó incentivos para fomentar el crecimiento de la flota. Bajo este contexto se dispuso una cuota global de pesca, cada embarcación buscaba capturar la mayor cantidad de anchoveta en menor tiempo posible lo que provocó la llamada “carrera olímpica” en el mar favoreciendo la depredación de la especie y una serie de consecuencias negativas como: crecimiento desmesurado de la flota industrial, reducción de temporadas de pesca (de 270 días a 50 días), congestiónamiento de las plantas de procesamiento de harina y aceite de pescado que a su vez condujo a la contaminación de las bahías (Monteferri et al., 2020).

Debido a lo anterior mencionado, el Decreto Legislativo 1084 estableció un sistema de cuotas individuales (por embarcación) de pesca, que es la que permanece hasta hoy. Ese modelo puso fin a muchos de las consecuencias negativas explicadas anteriormente.

La duración de las temporadas se extendió a 2 veces al año, previo estudio de población de la especie que determina la cantidad de anchoveta disponible a extraer, apoyando así, la sostenibilidad del recurso. Por otro lado, el tamaño de la flota se redujo gradualmente.

No obstante, siguen existiendo retos en la industria, la escasez del recurso debido a su estacionalidad hizo encarecer el precio por tonelada de harina de pescado, generando condiciones para la evasión del reporte del pescado capturado (Monteferri et al., 2020).

A pesar del gran impacto económico y social del sector, éste no ha sido referente de grandes innovaciones tecnológicas. La necesidad creciente de las empresas de tomar mejores decisiones basadas en datos en tiempo real se ha vuelto imperativa en el siglo 21 y el sector pesquero no es la excepción. (Monteferri et al., 2020)

Debido a ello, Pesquera Contoso, una de las 4 empresas más representativas del sector, que juntas suman el 75% de la producción nacional de harina de pescado. se embarcó en una serie de proyectos de innovación tecnológica de flota y operaciones a fin de obtener mayor rentabilidad mediante el monitoreo de principales indicadores dentro de cada embarcación en altamar.

2.1.2 Formulación del problema general.

De lo expuesto anteriormente nos preguntamos:

¿Cuál es la tecnología de Cloud con sensores IoT que permite la visualización de indicadores de control de embarcaciones mediante el monitoreo centralizado para embarcaciones de pesca de anchoveta de Pesquera Contoso?

2.1.2.1. Problemas específicos.

El problema general da pie a las siguientes interrogantes específicas:

- (i) ¿Cómo medir los indicadores clave de control de las embarcaciones de pesca de anchoveta?
- (ii) ¿Qué indicadores clave considerar en el monitoreo centralizado de las embarcaciones de pesca de anchoveta?
- (iii) ¿A qué solución de Cloud se enviarán los datos de los sensores?
- (iv) IoT para generar un panel de visualización de indicadores de control de embarcaciones?

2.1.3 Objetivos

2.1.3.1. Objetivo General.

Implementar una solución con tecnología de Microsoft Azure con sensores IoT para la visualización y monitoreo centralizado de las embarcaciones de pesca de anchoveta de Pesquera Contoso.

2.1.3.2. Objetivos específicos.

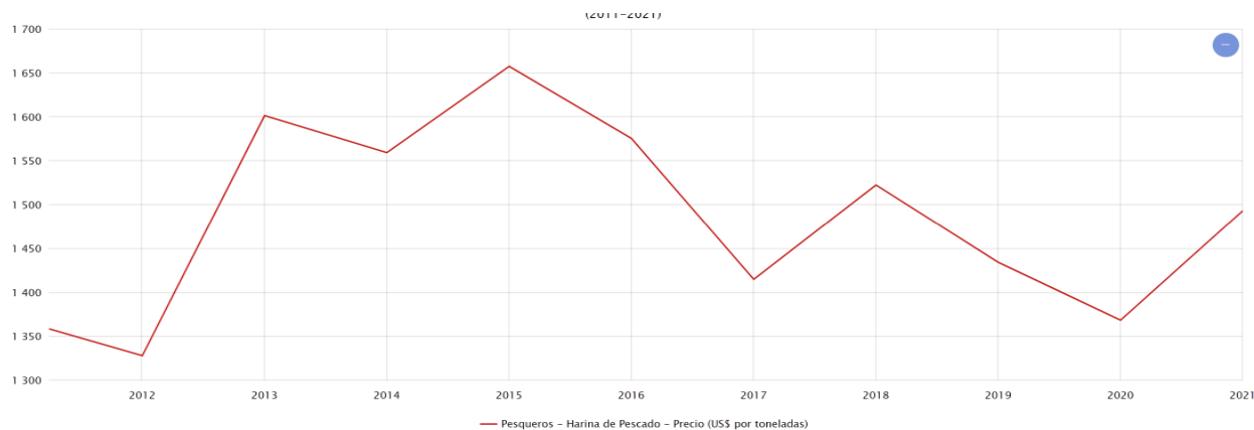
- (i) Establecer un sistema de sensores para medir los principales indicadores dentro de la embarcación.
- (ii) Considerar indicadores clave para el monitoreo centralizado como: Localización, consumo de combustible, temperatura de bodegas y declaración de cala de pesca (por giro de winche).
- (iii) Conectar la ingesta de datos de los sensores de la embarcación a una solución de IoT en Cloud y generar el panel de visualización de los indicadores usando Microsoft Power BI.

2.1.4 Justificación

La volatilidad del precio del combustible que representa el 45% del costo operativo de extracción de pesca incentiva el afán de uso eficiente del mismo. Según estadísticas del Banco Central de Reserva (BCR, 2020), desde el año 2015 (Figura 3 y 4) se visualiza ligeras bajas en el precio por tonelada de harina de pescado y aceite respectivamente, lograr una eficiente reducción de costos ayudaría a menguar el impacto en el margen producto de la variación de precios en el mercado internacional.

Figura 3

Precio de harina de pescado por tonelada.



Fuente: Estadísticas BCR.

Figura 4

Precio del aceite de pescado por tonelada



Fuente: Estadísticas BCR.

Por otro lado, los incentivos fiscales debido a innovaciones tecnológicas son bien valorados por Pesquera Contoso, no solo por la reducción de impuestos sino también por contribuir en la transformación digital del sector.

2.1.5 Alcances y limitaciones

La propuesta de solución de monitoreo centralizado de embarcaciones de anchoveta usando IoT en Microsoft Azure y Power BI fue la segunda propuesta de una saga de proyectos que se enfocaron no solo en la eficiencia operativa de la extracción del recurso hidrobiológico sino también en lograr eficiencias en la producción de harina de pescado.

El alcance de mi participación en esta propuesta de solución se centró en la asesoría tecnológica para el diseño de la solución de IoT en Cloud y el sistema de sensores necesarios para recolectar los indicadores de operación del barco. Asimismo, estuve a cargo de la orquestación de actividades entre Partners, cliente y proveedores de equipamiento del barco, para la realización exitosa de la conexión de un barco de la flota de anchoveta a la solución de IoT y la elaboración de un panel de visualización de indicadores en Power BI para las áreas de negocio. Luego del éxito de la implementación de la propuesta de solución se desplegó la solución en las 19 embarcaciones restantes a fin de lograr el monitoreo del 100% de la flota de pesca de anchoveta de Pesquera Contoso.

2.2 Marco Teórico

En esta sección presentaré la fundamentación teórica que respalda la conexión de la embarcación de anchoveta con una solución de Cloud en Microsoft Azure para visualizar información en un panel intuitivo en Power BI.

2.2.1 Antecedentes bibliográficos

2.2.1.1. Internet de las cosas (IoT)

A pesar de que el término “Internet de las cosas” (IoT) sea relativamente nuevo, el concepto de monitorear procesos usando computadores se venía trabajando desde los años 70,

en donde ya se contaba con sistemas para monitorear medidores conectados a la red eléctrica cuyos datos eran enviados remotamente por las conexiones de red telefónica (Rodríguez et al., 2015).

Durante la década de los 90 se popularizó el monitoreo industrial M2M “máquina a máquina” que, si bien funcionaba en escenarios industriales, era de difícil escalabilidad y replicación debido a que no usaban protocolos de comunicación propietario o específicos de industria, es decir, no basados en el protocolo de Internet (IP) con sus respectivos estándares (Rodríguez et al., 2015).

En 1990 se presentó en una conferencia sobre Internet el primer dispositivo, que no era una computadora (una tostadora), conectado a Internet usando protocolo IP. A finales de los años 90 el ingeniero Kevin Ashton, un tecnólogo visionario, empleó el término “Internet de las cosas” para referirse a las cosas del mundo físico conectadas a Internet a través de sensores (Rodríguez et al., 2015).

Hoy en día, el “Internet de las cosas” (IoT) se ha hecho conocido para describir escenarios en donde la movilidad de un mundo globalizado y la capacidad de cómputo se extiende a dispositivos no solo de uso industrial sino también personal.

A partir de los años 2000 las tendencias tecnológicas y el mercado fue impulsando el uso de IoT. La adopción generalizada del protocolo IP debido a que Internet no requiere licencia hizo posible su masificación. La búsqueda de conectividad generalizadas a bajo costo y alta velocidad, así como el avance en la tecnología para la fabricación de dispositivos de comunicación cada vez más pequeños para cubrir escenarios de uso diversos y por último el aprovechamiento de capacidades de cómputo y servicios que ofrece soluciones en Cloud para

cubrir necesidades de gestión, ingesta y almacenamiento de datos, son algunas de las tendencias más significativas que impulsaron el uso de IoT (Rodríguez et al., 2015).

2.2.1.2. Visualización de datos

La visualización de datos proviene de la necesidad del ser humano de representar el estado de algún proceso o sistema que se esté midiendo a fin de tomar decisiones, Pontis (2007) señala:

Los primeros ejemplos que se conocen de visualización de datos corresponden a diagramas geométricos, a tablas de las posiciones de las estrellas y otros cuerpos celestes; y al armado de mapas para ayudar en la navegación y la exploración. En su libro *Historical Development of the Graphical Representation of Statistical Data*, Funkhouser ubica alrededor del año 950 DC la que considera la primera construcción gráfica. Esta imagen descubierta en 1877, por el alemán Sigmund Günther, formaba parte de un manuscrito que pertenece a la Bayerische Staats- Bibliothek de Munich. Estaba estructurada en una cuadrícula y acompañaba una descripción de los movimientos planetarios a través del zodiaco en función del tiempo. En cambio, otros autores, como Paul Mijksenaar (1944), sitúan el trabajo de Nicole Oresme (1323-1382) como la primera representación. gráfica de datos. (p.5).

Según Pontis (2007), las gráficas más conocidas y usadas hasta el día de hoy datan del siglo XIX. William Playfair es considerado el inventor de las barras, líneas, gráficos circulares que usamos en la actualidad (p.5).

La visualización de datos como la conocemos hoy ha evolucionado grandemente en los

últimos 20 años. La evolución tecnológica ha propiciado una visualización dinámica y digital facilitando la usabilidad de panel de datos de distintos niveles en las empresas para medir indicadores de impacto al negocio desde diversas perspectivas.

Los más usados a nivel empresarial son los softwares de visualización de datos que tienen una carga de programación mayor que brinda flexibilidad en el uso y visualizaciones interactivas para mejorar la experiencia de usuario. Entre las soluciones de análisis de datos destacables en el mercado tenemos: Power B (Microsoft), Tableau y Qlik. Dado que la solución elegida para propuesta de solución, el cual este informe hace referencia, fue Power Bi. A continuación, un poco de historia para exponer las capacidades adquiridas que Power BI incluye de otros servicios de datos de Microsoft.

Como la mayoría de las grandes soluciones de Microsoft que conocemos hoy, Power Bi nació como un proyecto secreto llamado “Gemini”. En 2009 fue renombrado como “PowerPivot” y puesto a disposición de los usuarios como un Add-in libre en Microsoft Office Excel 2010, PowerPivot utilizaba SharePoint 2010 y SQL 2008 server como base de datos de Business Intelligence (BI). Para el 2010 PowerPivot ganó cada vez más tracción en el público en general. Ese mismo año Microsoft lanzó PowerPivot Pro con funcionalidades específicas para un grupo no tan pequeño de usuarios de SQL Server.

Por otro lado, en el año 2012 Microsoft lanzó Power View como parte de SharePoint a fin de competir con la visualización que, en ese entonces, Tableau ofrecía.

En 2013, Microsoft lanzó Data Explorer como un Add-in en Excel al igual que PowerPivot. Posteriormente fue renombrada como Power Query. Para atender la necesidad de

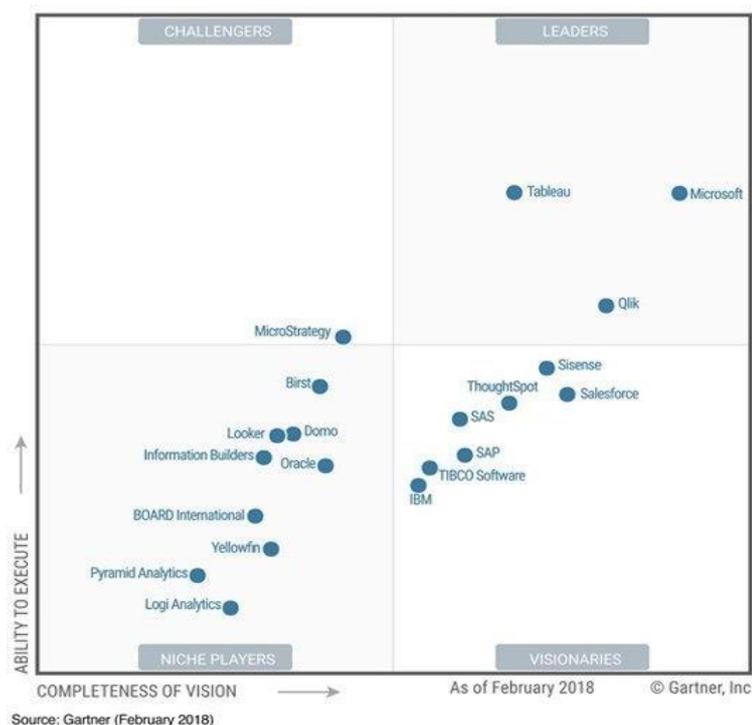
compartir los archivos de forma sencilla y ligera, PowerPivot fue liberado para descargar junto con SharePoint.

En enero del 2015, Microsoft anuncia Power BI como un servicio nuevo que puede ser accedido online. Power BI combinaba las capacidades de PowerPivot, Power Query y Power View. Tan solo en se periodo Preview tuvo más de medio millón de usuarios. En Julio de ese mismo año se liberó la versión para público en general.

Hoy en día Power BI se ha mantenido en el cuadrante de lideres de Plataformas de analítica y BI según Gartner (figura 5) en el 2018 cuando se gestó el proyecto de Pesquera Contoso hasta el presente año 2021. Cabe destacar que la solución de analítica de Microsoft se ha mantenido liderando en el mismo cuadrante hasta el 2021.

Figura 5

Cuadrante Mágico de Gartner “Plataformas de analítica y BI” (2018).



2.2.2 Bases teóricas

En esta sección presentaré definiciones básicas que consideramos para definir la arquitectura de la solución en Microsoft Azure, así como la extracción de los datos de los sensores y la implementación del panel de visualización de indicadores clave definidos con el cliente.

2.2.3 Definición de términos básicos

En esta sesión me enfocaré en describir términos básicos y fundamentales que ayudaron a bosquejar la solución final y propuesta a Pesquera Contoso.

2.2.3.1. Sensores de IoT

Partamos por la definición básica de lo que hace un sensor, según la Real Academia de la Lengua Española (RAE) define sensor como: *Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.*

Con la necesidad creciente de lograr predictibilidad para la tomade decisiones, los sensores han cobrado primordial importancia en la era de la Industria 4.0 o también llamada 4ta revolución industrial como principal elemento de “input” para gatillar eventos y/o decisiones que ayuden a lograr eficiencias operativas y económicas.

Existe en el mercado una extensa variedad de sensores clasificados por el tipo de variables que miden o detectan y del escenariode uso. Serna Ruiz et al., 2010 en su libro *Guía Práctica deSensores* lo clasifica de la siguiente forma:

Resistivos: También llamados moduladores, son aquellos que cuyaresistencia cambia en función de la variable que miden.

Ejemplos: Potenciómetros, fotorresistencias, magnetorresistencias, etc.

Capacitivos: Se considera la variación de la constante dieléctrica al área de las placas a partir de la magnitud a medir.

Ejemplos: Sensores de humedad, inclinación, desplazamiento, proximidad, presión, nivel, etc.

Inductivos: Son utilizados para medir la distancia de objetos metálicos sin contacto.

Ejemplos: Detectores de desplazamiento, presión, velocidad, aceleración, caudal, flujo, nivel, fuerza, etc.

Magnéticos: Produce voltaje o corriente inducidas debido a un campo magnético externo dentro del área de sensibilidad.

Ejemplos: sensores de velocidad (LVS), caudalímetros electromagnéticos, etc.

Ópticos: Producen señales eléctricas a partir de radiaciones luminosas directa o indirectamente.

Ejemplos: Sensores de luz, llama, color, humo, etc.

Tipos de sensores según la magnitud de la variable física:

Posición lineal o angular: Son dispositivos electrónicos capaces de medir simultáneamente cambios en la posición lineal y angular respecto a posiciones de referencia,

Ejemplo: Caudal y flujo.

Deformaciones o pequeños desplazamientos: También llamados Transductores de desplazamiento. Están diseñados para realizar medidas de desplazamiento lineal de una forma automatizada y proporcional.

Ejemplo: Humedad y temperatura.

Vibración o aceleración: Producen una señal eléctrica a partir de la variación física

que miden, dicha variación es la aceleración o vibración.

Ejemplo: Acelerómetros.

Sensores de Fuerza o Par: Producen señales eléctricas a partir de esfuerzos mecánicos o por variación de resistencia.

Ejemplo: Sensores de fuerza, torque, presión, aceleración, vibración, temperatura, etc.

Presión: Producen señales eléctricas en respuesta de variaciones de concentración de sustancias o iones.

Ejemplo: Vacuómetro de Pirani, sensores de industria, etc.

El concepto de IoT busca potenciar la capacidad de estos sensores conectándolos a tecnologías como el RFID (Radio frequency Identification), NFC o WiFi, que permitan extraer la información medida, del “mundo material”, para llevarla al campo digital con el fin de ser explotada a través de la analítica de datos.

Es en este punto donde calza la tecnología del Cloud Computing o Computación en la nube para armar modelos analíticos que permitan tomar decisiones a fin de brindar valor al Negocio.

2.2.3.2. Sensor inductivo

Profundizar en los detalles del funcionamiento de un sensor inductivo es clave, pues fue el usado en la propuesta de solución que da origen a este informe.

Según EcuRed, Enciclopedia colaborativa en la red cubana, en el artículo Sensor inductivo describe:

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar

materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.

En la figura 6 podemos ver el funcionamiento de un sensor con y sin presencia de objeto metálico que se describe a continuación:

Objeto a detectar ausente, figura 6-A:

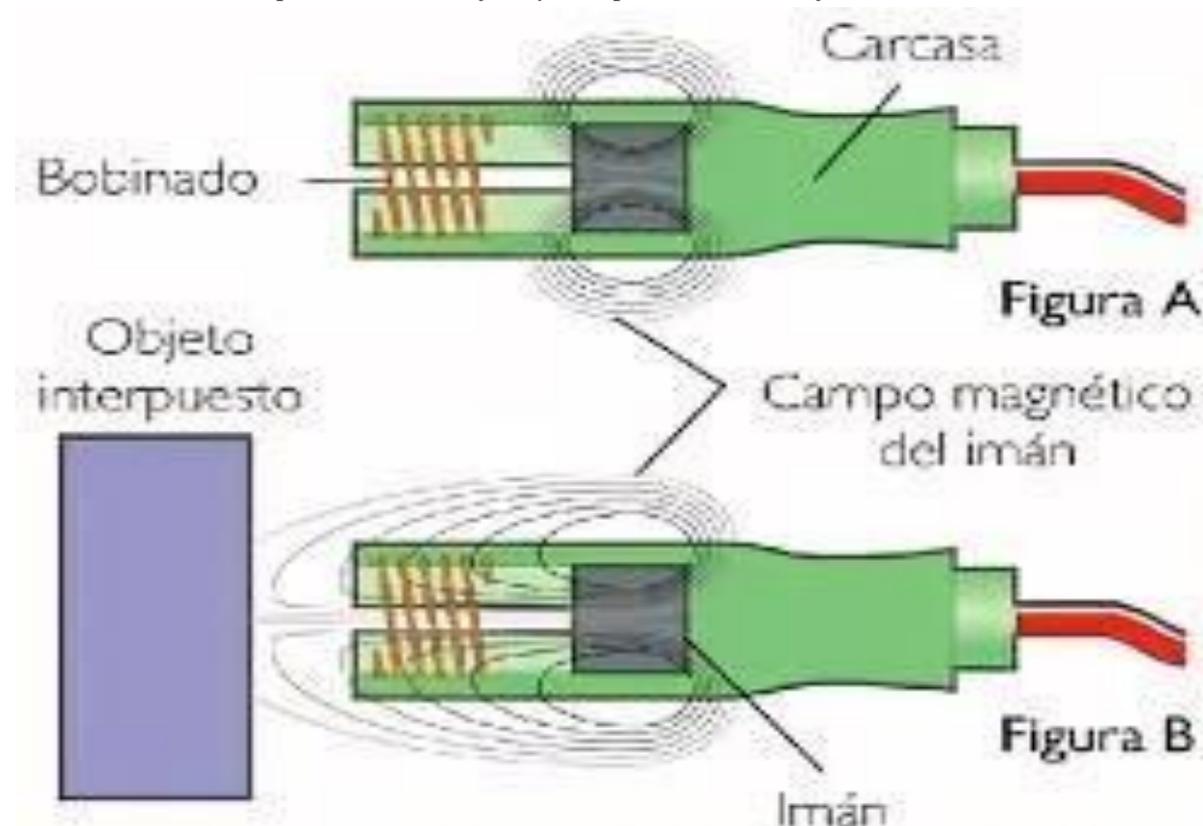
- Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.
- La salida se mantiene inactiva (OFF).

Objeto a detectar acercándose a la zona de detección, figura 6-B:

- Se producen corrientes de Foucault, por tanto, hay una “transferencia de energía”.
- El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.
- La salida es activada (ON).

Figura 6

Sensor inductivo sin presencia de objeto y con presencia de objeto.



2.2.3.3. Cloud Computing

En este informe me centraré en los conceptos de Cloud pública debido a que es la más popular en empresas del sector privado y además fue la elegida por Pesquera Contoso.

Cloud Computing o traducido al español Cómputo en la nube es, en términos sencillos, la capacidad de cómputo (hardware y software) basado en Internet y disponible a demanda para los usuarios. Se puede decir que es consecuencia de la facilidad de acceso a los sitios informáticos remotos proporcionados por Internet.

A través del Cloud Computing, se puede utilizar el software entregado a través de Internet en el navegador sin ninguna instalación, alojar una aplicación en Internet, configurar su propio sistema remoto de almacenamiento de archivos y bases de datos y más.

El trabajo en Cloud guarda ciertas particularidades con respecto a la forma tradicional de trabajo en infraestructura local no solo por las características de Internet sino también por la estructura de las plataformas.

A continuación, los principios de Cloud Computing que descritos en *A fresh Graduate's Guide to Software Development Tools and Technologies*, Rajapakse, (2012) describe las particularidades de trabajo en Cloud como:

Agrupación de recursos: Los proveedores de Cloud Computing aprovechan la economía de escala a través de la agrupación de recursos. Reúnen una vasta red de servidores y discos duros y aplican el mismo conjunto de configuraciones, seguridad y arquitectura para ellos

Virtualización: Los usuarios no tienen que preocuparse por los estados físicos de su hardware ni preocuparse por la compatibilidad del hardware, esto corre por cuenta del proveedor de Cloud.

Elasticidad: La adición de más espacio en el disco duro o ancho de banda del servidor se puede hacer con solo unos pocos clics del mouse y bajo demanda. La escalabilidad geográfica también está disponible en la computación en Cloud. Se puede optar por replicar datos en varios centros de datos de todo el mundo.

Despliegue automático y fácil de recursos: El usuario solo necesita elegirlos tipos y especificaciones de los recursos que requiere y el proveedor de Cloud los aprovisionará y configurará automáticamente.

Facturación eficiente: El proveedor de Cloud cobra al consumidor solo por lo que usan (p.6).

Existen tres tipos de modelos de Cloud Computing cuya principal diferencia yace en la separación de las responsabilidades intrínsecas del proveedor de Cloud y de quien consume el servicio. En el artículo online *What is Infrastructure as a Service?* Loeffler (2011) describe los modelos de Cloud como sigue:

Infraestructura como servicio (IaaS): La capacidad proporcionada al consumidor es la de aprovisionar: procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos informáticos fundamentales donde el consumidor puede implementar y ejecutar software que el consumidor decida, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El consumidor no administra ni controla la infraestructura de Cloud subyacente, pero tiene control sobre los sistemas operativos, el almacenamiento y las aplicaciones implementadas, y posiblemente un control limitado de determinados componentes de red, por ejemplo: firewalls de host, etc.

Plataforma como servicio (PaaS): La capacidad proporcionada al consumidor es implementar en la infraestructura de Cloud aplicaciones creadas o adquiridas por el consumidor utilizando lenguajes de programación, bibliotecas, servicios y herramientas compatibles con el proveedor de Cloud.

El consumidor no administra ni controla la infraestructura de Cloud subyacente, incluida la red, los servidores, los sistemas operativos o el almacenamiento, pero tiene control sobre las aplicaciones implementadas y, posiblemente, las opciones de configuración para el entorno de alojamiento de aplicaciones.

Software como servicio (SaaS): La capacidad proporcionada al consumidor es utilizar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en una infraestructura de Cloud. Se puede acceder a las aplicaciones desde varios dispositivos cliente a través de una

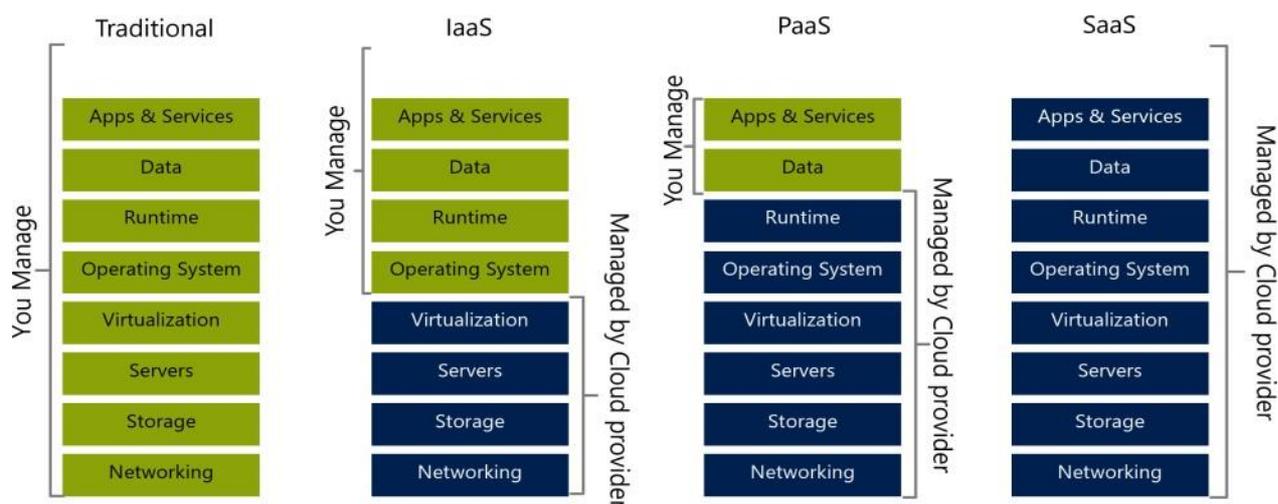
interfaz de cliente, como un navegador web (por ejemplo, correo electrónico basado en la web) o una interfaz de programa.

El consumidor no administra ni controla la infraestructura de Cloud subyacente, incluidas la red, los servidores, los sistemas operativos, el almacenamiento o incluso las capacidades de aplicaciones individuales, con la posible excepción de las opciones de configuración de aplicaciones limitadas específicas del usuario.

En la figura 7, se puede apreciar la diferencia entre los modelos de Cloud versus el modelo tradicional.

Figura 7

Comparación de modelos de Cloud Computing



En 2021 los proveedores más grandes de Cloud son: Microsoft Azure, Amazon Web Services, Google Cloud e IBM Cloud.

2.2.3.4. IoT Hub, servicio de Microsoft Azure

Según Technet, la biblioteca online de conceptos de soluciones Microsoft, en la publicación *Conceptos de IoT y Azure IoT Hub*:

IoT Hub es un servicio administrado, hospedado en Cloud, que actúa como centro de mensajes para la comunicación entre una aplicación de IoT y los dispositivos conectados. Puede conectar millones de dispositivos y sus soluciones de back-end con confianza y de forma segura. La mayoría de los dispositivos se pueden conectar a un centro de IoT.

Se admiten varios patrones de mensajería, como telemetría del dispositivo a Cloud, carga de archivos desde dispositivos y métodos de solicitud-respuesta para controlar los dispositivos desde Cloud. IoT Hub también admite la supervisión para ayudarlo a realizar un seguimiento de la creación de dispositivos, la conexión de dispositivos y los errores de los dispositivos.

IoT Hub escala a millones de dispositivos conectados de manera simultánea y a millones de eventos por segundo para admitir las cargas de trabajo de IoT. Se puede integrar con otros servicios de Azure para compilar soluciones completas de un extremo a otro.

Por ejemplo, para la propuesta de solución de Pesquera Contoso se usó Azure Stream Analytics para ejecutar cálculos de análisis en tiempo real en los flujos de datos de los dispositivos.

2.2.3.5. Panel de Power BI

Según Technet, la biblioteca online de conceptos de soluciones Microsoft, en la publicación Paneles para usuarios empresariales del servicio Power BI:

Un panel de Power BI incluye una única página, figura 8, que se suele denominar lienzo, que muestra una serie de figuras e indicadores. Dado que se limita a una sola página, un panel bien diseñado contiene únicamente los elementos destacados de las figuras.

Figura 8

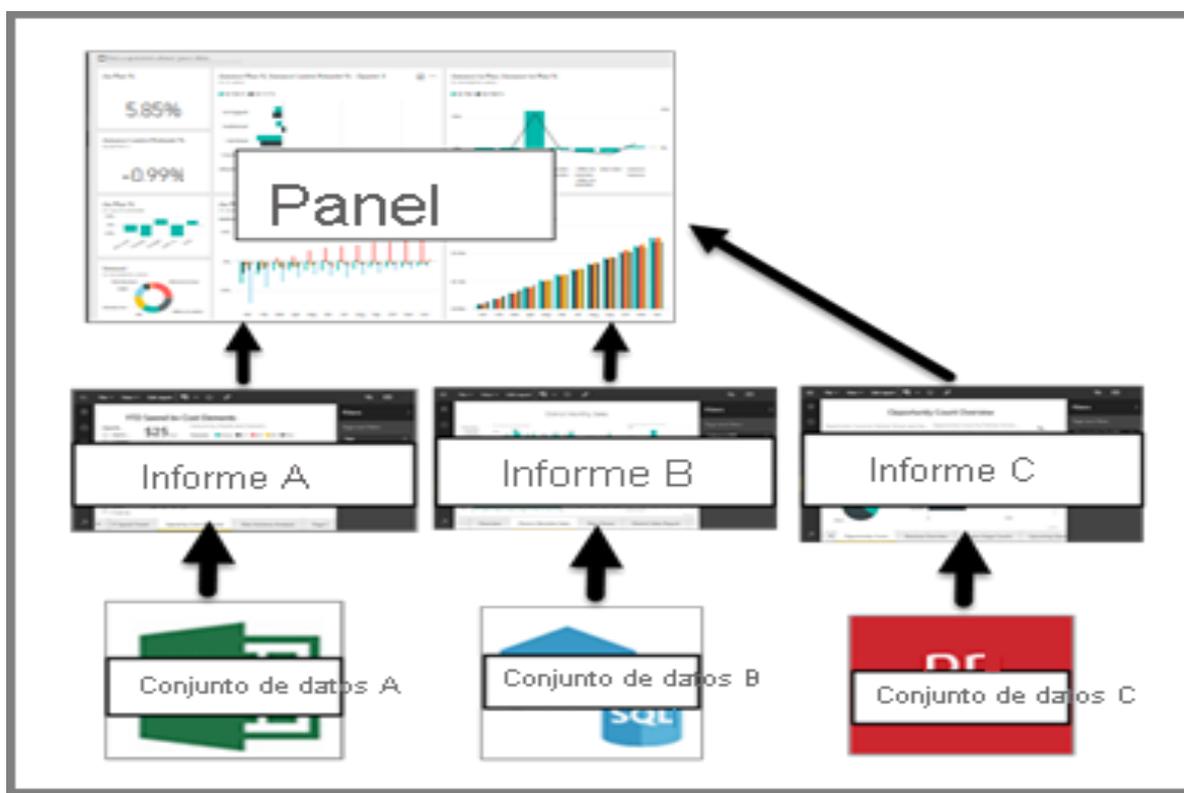
Panel de Power BI, informe modelo.



Las visualizaciones que se ven en el panel se denominan iconos. Las visualizaciones de un panel proceden de informes y cada informe se basa en un conjunto de datos, ver figura 9. Una manera de pensar en un panel es como vía de entrada a los informes y conjuntos de datos subyacentes. Si selecciona una visualización, se le dirige al informe (y al conjunto de datos) en el que se basa.

Figura 9

Panel, informes y conjunto de datos.



Pesquera Contoso valoró el hecho de poder ver las métricas de los barcos en una sola pantalla. Un panel combina datos locales y en Cloud, lo que proporciona una vista consolidada, independientemente de dónde residen los datos. Un panel no es simplemente una foto bonita. Es muy interactivo y los iconos se actualizan según cambian los datos subyacentes.

2.3 Propuesta de solución

2.3.1 Descripción de la propuesta

La propuesta de solución planteada para Pesquera Contoso se enfocó en atender su principal necesidad, monitorear de forma centralizada su flotada pesca de anchoveta y a su vez visualizar indicadores clave para la toma de decisiones ejecutivas que impacten positivamente en la eficiencia operativa de las embarcaciones. La solución se puede descomponer en 3 frentes.

El primer frente viene representado por la recolección y conectividad de datos de los instrumentos preinstalados en los en cada barco como: Flujómetro de combustible, tablero marca Tesla para recolectar la temperatura de las cámaras frigoríficas de pescado y GPS. Adicionalmente se introdujo un nuevo sensor para medir la cantidad de Calas, es decir, el número de veces que se despliega la red de arrastre para la pesca de anchoveta.

El segundo frente es el procesamiento de datos, analítica en una solución IoT en Azure, el servicio de Cloud de Microsoft, en donde se ingesta, gestiona, controla y almacena la información de los sensores.

El tercer frente corresponde a la presentación de los datos ingresados y procesados en la solución de IoT en Microsoft Azure. La solución elegida fue Power Bi debido a su versatilidad, tratamiento y modelamiento de información amigable, así como su visualización. En la figura 10 se describe a alto nivel la solución de monitoreo de embarcaciones de Pesquera Contoso.

Figura 10

Descripción a alto nivel de la propuesta de solución.



2.3.2 Desarrollo de la propuesta

La propuesta se desarrolló con el apoyo del gerente de Administración, el gerente de operaciones TI y jefe de flota de Pesquera Contoso, en conjunto se decidió desplegar la propuesta técnica, que describiré a lo largo de esta sección, en una embarcación como prototipo antes abarcar toda la flota.

Para seleccionar el barco que nos serviría para implementar la propuesta de solución, el equipo Microsoft conformado por la Account Manager, especialistas del equipo Microsoft y representantes de los socios de negocio de Microsoft tanto de solución de Cloud como de sensores IoT y mi persona como Customer Success Account Manger, viajamos a Chimbote en donde se determinó con el cliente siguientes pasos sobre la implementación de la solución propuesta, el barco elegido fue ANAMAR.

Asimismo, se definieron los indicadores operativos que se requerían monitorear, muchos de ellos ya se median sin embargo la información quedaba disponible de forma descentralizada en cada uno de los equipos del barco para ser visualizada de forma offline dentro de la embarcación. En la Figura 11 se muestra a alto nivel los frentes de la solución y en la Figura 12 la arquitectura propuesta de la solución en Azure.

Figura 11

Esquema de trabajo de la solución de monitoreo de embarcaciones (ANAMAR)

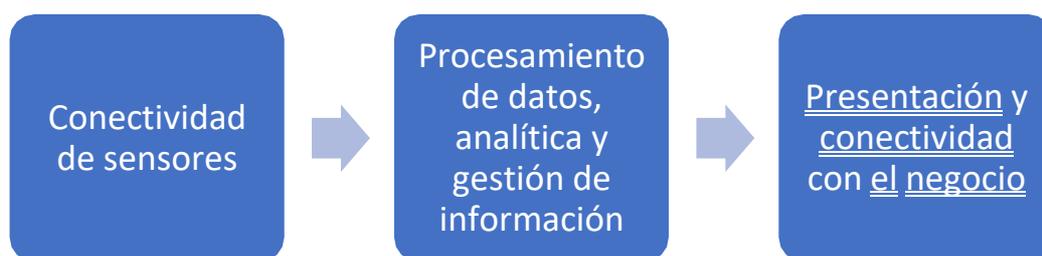
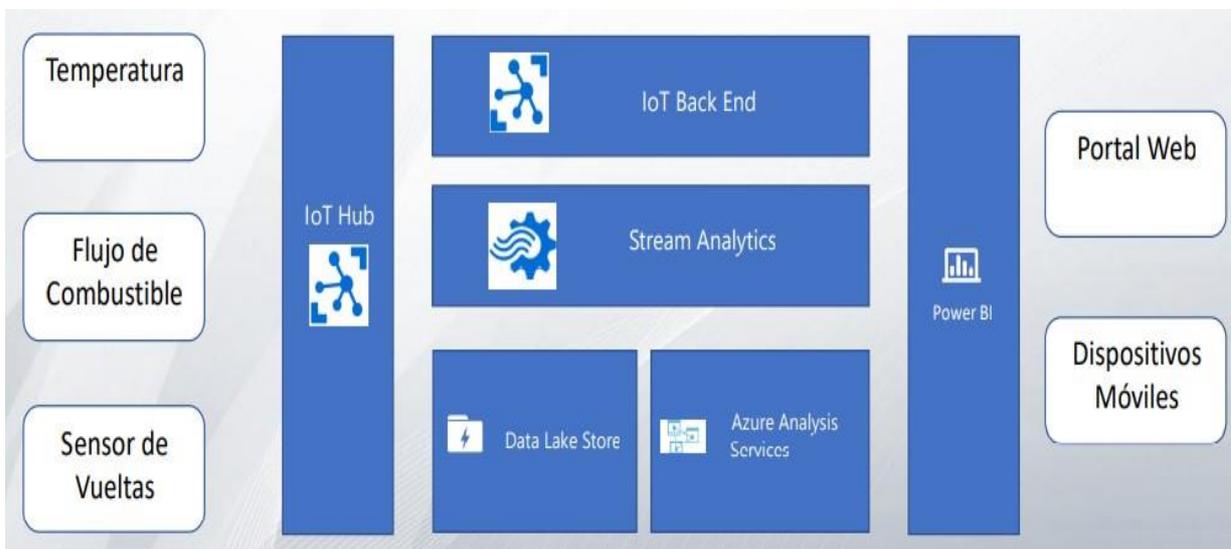


Figura 12

Arquitectura de la solución de monitoreo de embarcaciones(ANAMAR)



En la figura 13, 14, 15 y 16, se muestra el panel de visualización de datos de cada una de las métricas de negocio solicitadas por Pesquera Contoso: Temperatura de bodega, flujo de combustible, número de Cala y localización.

Figura 13

Panel de Power BI de visualización de información del sensor de temperatura de bodegas.

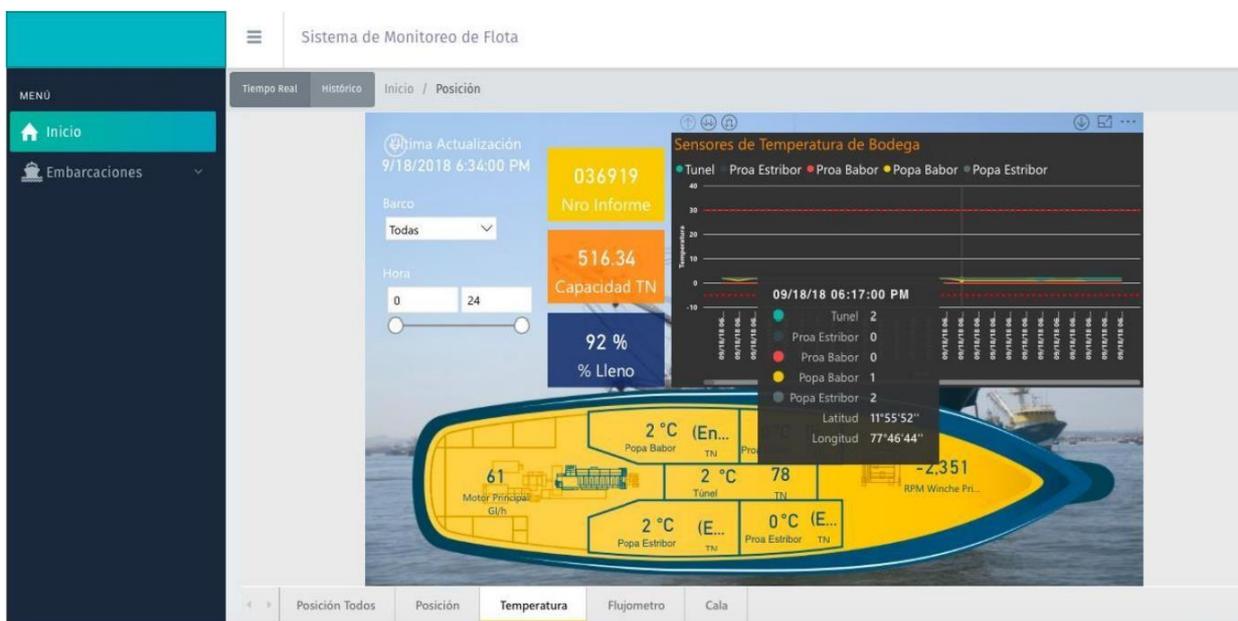


Figura 14

Panel de Power BI de visualización de información del sensor de flujo de combustible

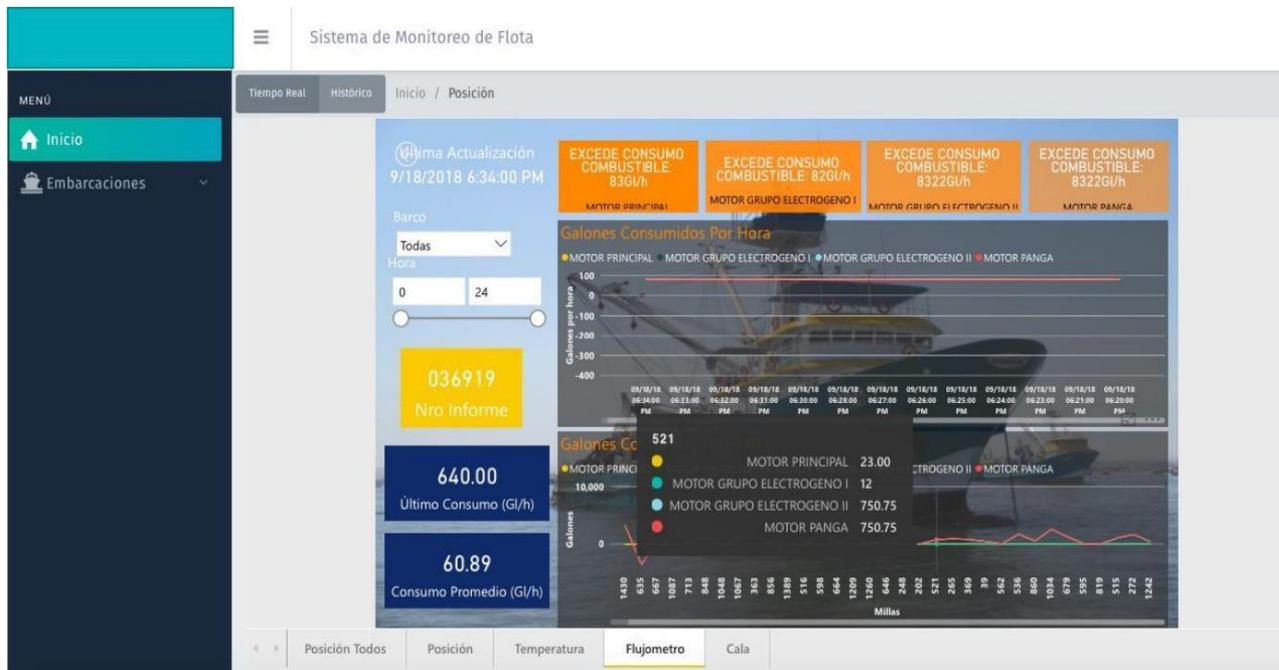


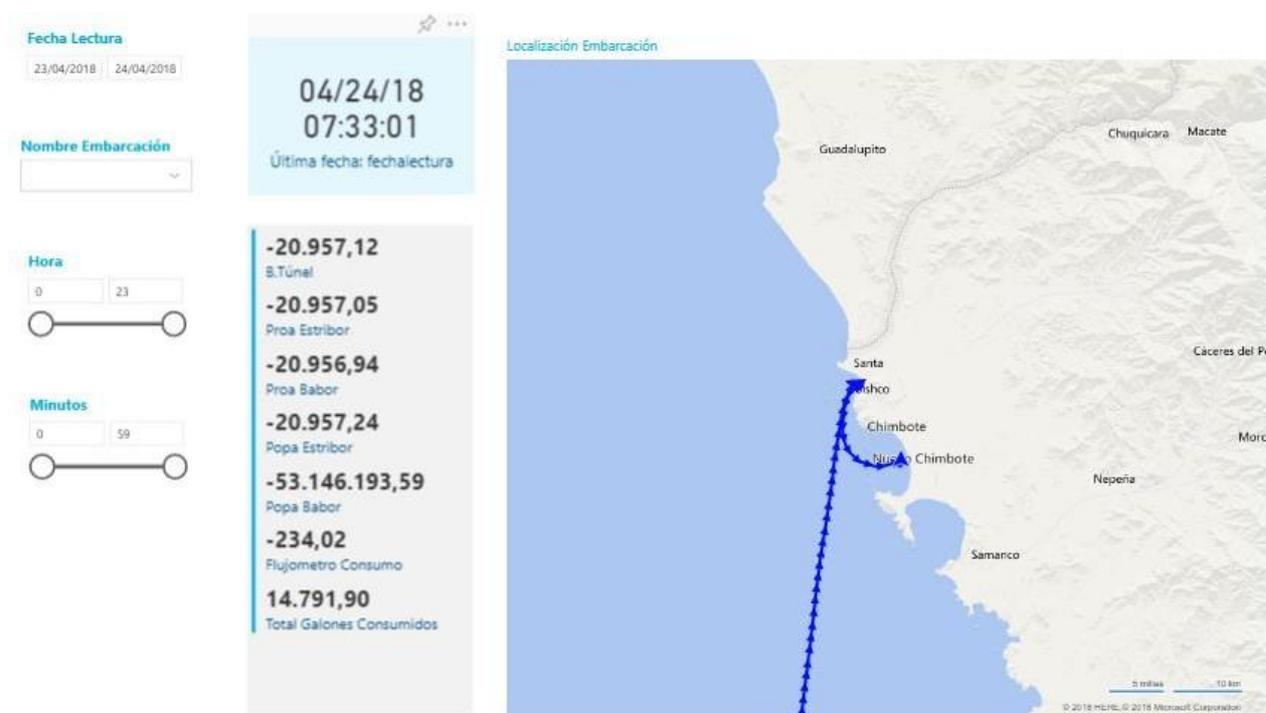
Figura 15.

Panel de Power BI de visualización de información del sensor cala.



Figura 16

Panel de Power BI de visualización de información de la ruta de la embarcación



2.3.3 Factibilidad técnica - operativa

El primer reto para el proyecto fue consolidar la información que el barco *ya* tenía de forma descentralizada en cada uno de los equipos de flota dentro del barco. Se estableció en la embarcación, una red Ethernet en la cual se conectaban los equipos existentes para tener un sistema escalable de comunicación entre dispositivos.

En algunos casos se tuvo que modificar las señales para ser transmitidas por medio de una red Ethernet a un concentrador HGMD100 que utiliza el estándar de transmisión de datos RS485 que utiliza protocolo ModBus TCP/IP sobre una red Ethernet. El concentrador fue conectado a un Raspberry Pi 3era generación para finalmente enviar los datos de los sensores a Microsoft Azure.

A continuación, los indicadores y equipos correspondientes dentro de la embarcación considerando el estado de la infraestructura y lo que se hizo para extraer la información:

Temperatura de cámaras de refrigeración. ANAMAR tenía una computadora en cabina de mando donde se muestran en tiempo real 5 temperaturas correspondientes a las 5 cámaras frigoríficas de pescado.

La temperatura era controlada por un PLC instalado en un tablero de marca tesla Figura 17 y dicha información llega a una computadora ubicada en la cabina de mando Figura 18 por comunicación Ethernet. Esta señal se envió al concentrador sin modificación debido a que ya contaba con conexión tipo Ethernet.

Figura 17

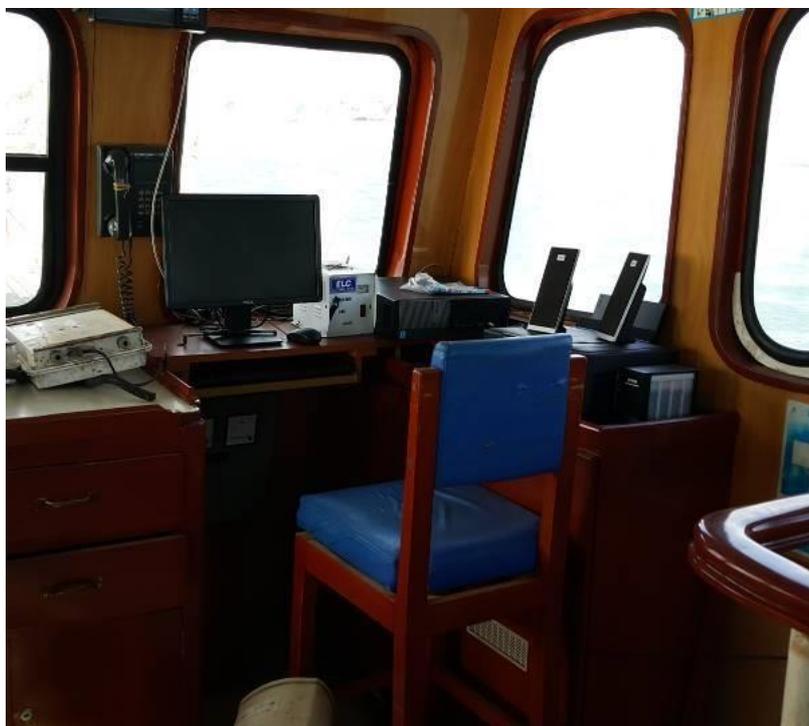
Tablero PLC M221 para el control de temperaturas de bodegas.



Martínez, G. (2017). [Fotografía]. Archivos fotográficos Pesquera Contoso, Chimbote, Perú.

Figura 18

Cabina de mando de barco ANAMAR.



Martínez, G. (2017). [Fotografía]. Archivos fotográficos Pesquera Contoso, Chimbote, Perú.

Flujo de combustible Anteriormente se medía el nivel del tanque de combustible introduciendo un instrumento metálico tipo wincha, el flujo se calculaba midiendo la diferencia de alturas en función del tiempo transcurrido. ANAMAR contaba con un flujómetro de la marca KRAL modelo OME32.

Al igual que las señales de temperatura de las bodegas frigoríficas, la información del flujómetro también iba al tablero PLC de la Figura 17. De igual forma no hubo necesidad del convertir la señal para ser enviada al concentrador HGMD100 instalado en la cabina de control

Cantidad de Calas En la Figura 19 se muestra un winche netamente hidráulico y con control manual utilizado para cala de redes. Según la Real Academia de Lengua Española, en la pesca, Cala es la acción de echar las redes.

Figura 19

Winche de barco ANAMAR.



Martínez, G. (2017). [Fotografía]. Archivos fotográficos Pesquera Contoso, Chimbote, Perú.

Como parte de la solución se propuso instalar un sensor inductivo para la detección de metales. Se utilizó el sensor PNP de código 2FMX1R5B1-M1 a 3 hilos, Figura 20.

Figura 20.

Sensor inductivo para registro de Cala de ANAMAR.

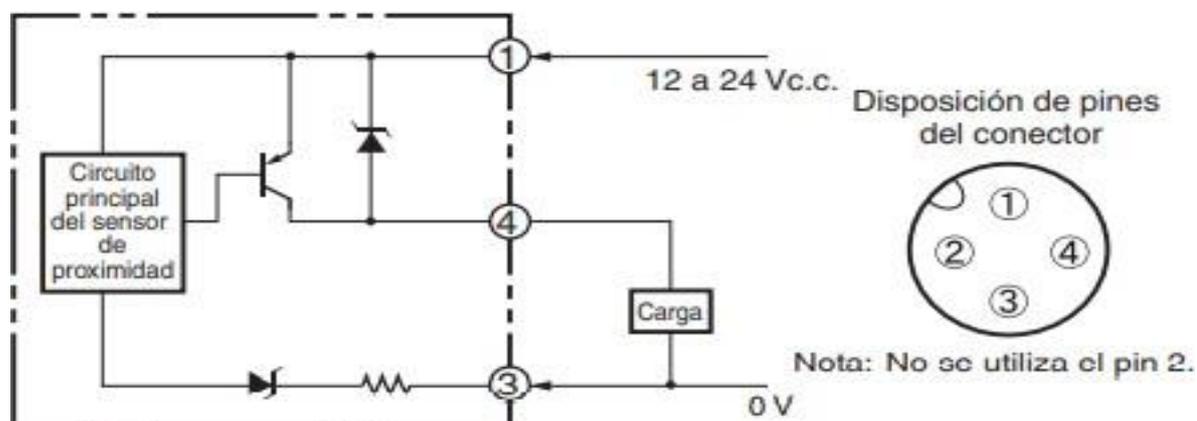


Fuente: Datasheet Sensor de proximidad inductivo ESFM “omron”

El sensor fue configurado a tres hilos como se muestra en la figura 21 y a una distancia de 5 mm, la figura 22 y 23 muestra el diagrama de operación y las distancias de detección.

Figura 21

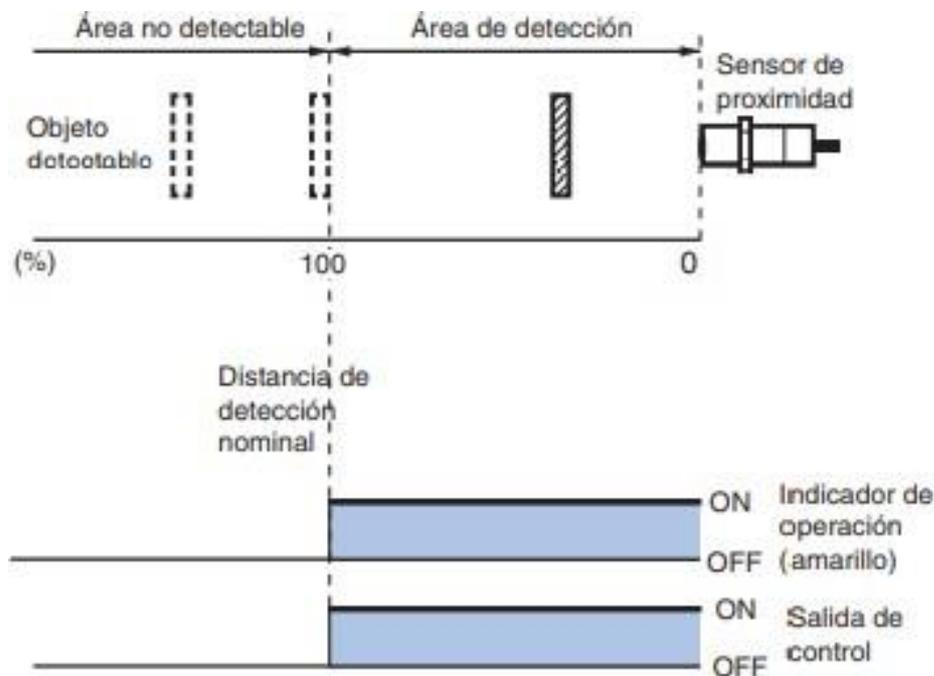
Diagrama de circuito de salida.



Fuente: Datasheet Sensor de proximidad inductivo ESFM “omron”

Figura 22,

Diagrama de operación



Fuente: Datasheet Sensor de proximidad inductivo ESFM “omron”

Figura 23

Distancias de detección

Aspecto	Distancia de detección	Configuración de salida	Modo de operación	Modelo
Protegido 	M8 1,5 mm	c.c. a 3 hilos, PNP	NA	E2FM-X1R5B1-M1
	M12 2 mm			E2FM-X2B1-M1
	M18 5 mm			E2FM-X5B1-M1
	M30 10 mm			E2FM-X10B1-M1

Fuente: Datasheet Sensor de proximidad inductivo ESFM “omron”

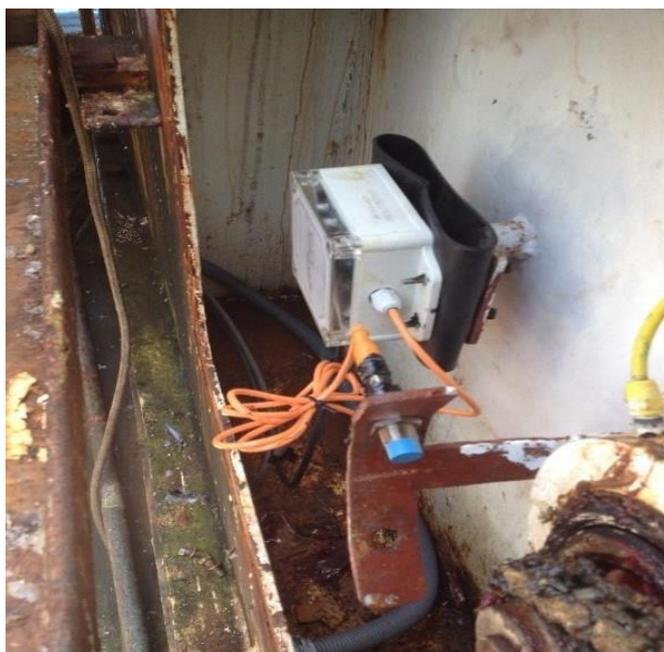
Se realizó la medición del giro de uno de los ejes del winche mediante un sensor inductivo para detectar los giros antihorarios que realiceteniendo como referencia la tapa de

registro del winche a una frecuencia de rotación de 60 revoluciones por minuto. Se convirtió dicha data para ser transmitida vía Ethernet.

Debido al medio ambiente y rudeza del trabajo realizado en la embarcación se propuso proteger los equipos en cajas plásticas con grado de protección IP68 para proteger el sensor inductivo de interacciones mecánicas. Adicionalmente se colocó una base de caucho al sensor de Cala instalado en el winche para minimizar cualquier posible desperfecto debido a vibraciones, figura 24.

Figura 24

Base de caucho de sensor inductivo para registro de Cala de ANAMAR.



Martínez, G. (2017). [Fotografía]. Archivos fotográficos Pesquera Contoso, Chimbote, Perú.

Localización de barco: ANAMAR cuenta con un dispositivo GPS ACU Intellan modelo GX ACU VP-T63 con protocolo de comunicación propietario. Para extraer la ubicación en coordenadas del barco en altamar. Se le programó a este equipo la IP X.X.238.40 asignada por Pesquera Contoso y al concentrador IoT se le modificó el firmware para que

transmita la información del GPS al RaspBerry Pi.

2.3.4 Cuadro de inversión

Para evaluar el costo de implementación de la propuesta de solución se deben considerar dos componentes importantes: el costo de implementación de la solución y el costo de consumo de servicios Cloud en Microsoft Azure. Es importante tener en cuenta ambas partes porque se calculan de forma distinta, la primera en base a tiempo y materiales y la segunda por tiempo de consumo de servicios Cloud, transacción de datos y zona geográfica del datacenter de Microsoft Azure en el que el cliente decida consumir los servicios.

En la tabla 1 veremos el costo de implementación de los sensores IoT y diseño de panel de Power BI considerados como costo de implementación de la solución.

Tabla 1

Costo de implementación de la solución en base a Tiempo y materiales.

Tarea	Duración	Recursos (especialistas)	Costo (USD)
Conectividad de los dispositivos	120 horas (15 días)	Especialistas de IoT	\$5,200
Procesamiento de datos, analítica y gestión de información	40 horas (5 días)	Especialista de Azure	\$1,600
Presentación de datos y conectividad con el negocio	80 horas (10 días)	Especialista de Powe Bi	\$3,200
Costo total de implementación			\$10,000

Autoría propia

En la tabla 2 veremos el costo del consumo de servicios Cloud en Microsoft Azure, en la Descripción detalla lo que hace el servicio y en Capacidad las unidades de cálculo por hora y capacidad almacenada. Microsoft Azure tiene una calculadora pública en donde cotizar el pago por uso de sus servicios, Microsoft Azure (precios del 2018) *Pricing Calculator*. Respecto a la propuesta de solución se realizó el cálculo de consumomensual, asimismo, se esperaba tener la solución encendida 24 horas por 7 días.

Tabla 2

Costo mensual de consumo de servicios Cloud en Microsoft Azure, uso 24 horas por 7 días.

Tipo de servicio	Descripción	Capacidad	Costo (USD)
Data Lake Store	Servicio de repositorio de datos a gran escala para analítica.	1000 transacciones de lectura, 1000 transacciones de escritura 50 GB Store	\$ 44
Bandwidth	Datos enviados fuera del datacenter de Azure	Zona 1: Nort America, Europe, 50GB	\$ 4
IoT Hub	Servicio para conectar, gestionar y monitorear datos de sensores IoT	2 unidades de la categoría "S1: Unlimited devices, 4000,000 msgs/day, \$50.00/month"	\$ 100
Stream Analytics	Servicio de analítica en tiempo real de datos altamente dinámicos	1 unit(s), 720 horas de uso (24x7, \$0.113 por hora)	\$ 82
Azure Analysis Services	Motor de analítica de datos como servicio	Basic BI: 40 Query Processing Unit (QPU), 1 instancia, 720 horas, \$0.444 por hora	\$ 320
Costo total mensual			\$ 550
Total por faena (3 meses)			1,649

Autoría propia

En la tabla 3 veremos el costo referencial de despliegue de la solución en un barco. Para hallar el costo total se debe considerar no solo el costo de implementación sino también el costo de consumo anual de los servicios Cloud.

Tabla 3

Evolución mensual de consumo de la propuesta de solución de servicios Cloud en Microsoft Azure al año.

Inversión total del piloto	Costo (USD)
Costos de implementación de la solución	\$ 10,000
Consumo de servicios de Cloud en Microsoft Azure en 3 meses (faena de pesca)	\$ 6,596
Costo total del piloto	\$ 16,596

Autoría propia

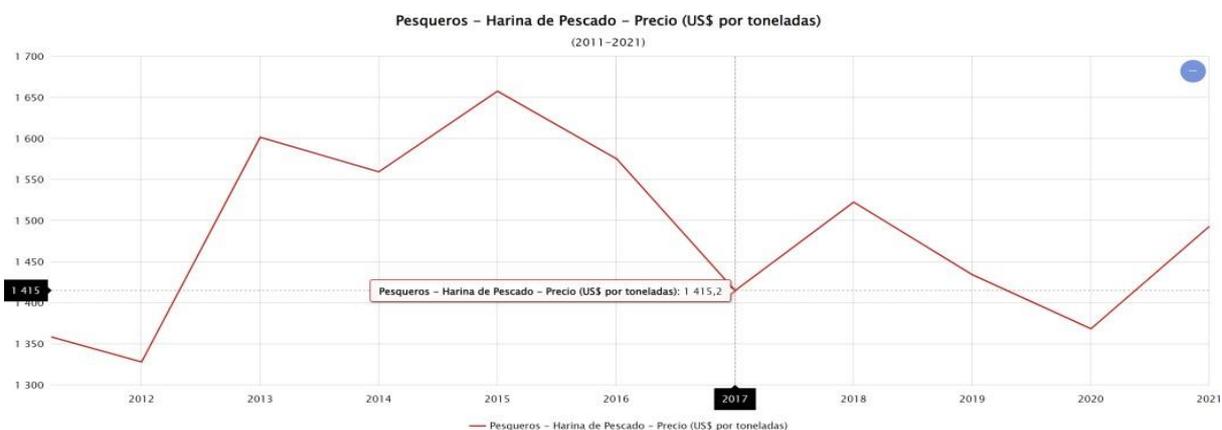
2.4 Análisis de resultados

2.4.1 Análisis costo-beneficio

En la figura 25 y 26 tenemos el histórico de precios por tonelada de harina y aceite de anchoveta respectivamente de los últimos 10 años. Para el análisis se consideraron los precios de 2017 dado que eran los datos disponibles a inicios del 2018, época en la que se implementó la propuesta de solución. Esta información nos ayuda a determinar el beneficio por barco y así extraer el valor de retorno de la inversión.

Figura 25

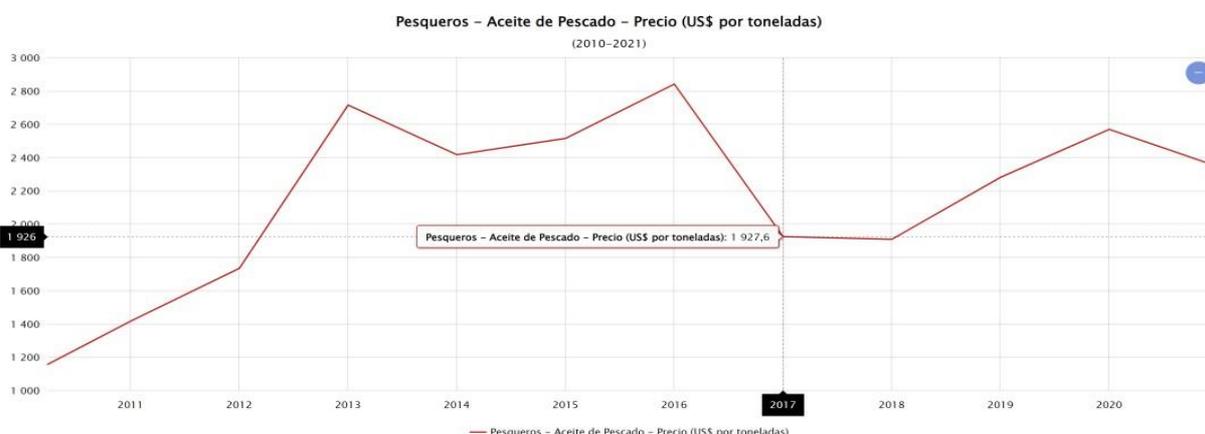
Precio por tonelada de harina de pescado en el 2017.



Fuente: BCR

Figura 26

Precio por tonelada de aceite de pescado en el 2017.



Fuente: BCR

En la tabla 4 apreciamos la cantidad de toneladas totales por producto terminado (Harina y aceite de pescado) declaradas por Pesquera Contoso en 2018. Por otro lado, de las figuras 25 y 26 extraemos el precio del mercado por producto para determinar las ganancias totales de la empresa considerando la flota completa de pesca de anchoveta, 19 barcos.

Tabla 4

Ingresos por tonelada producida de Pesquera Contoso en 2017

Pesquera Contoso	TM (toneladas)	Precio por TM	Ingresos USD
Harina de pescado	112,318.00	\$ 1,415	\$ 158,952,434
Aceite de pescado	18,871.00	\$ 1,928	\$ 36,375,740

Fuente: PromPerú 2018. Informe anual 2018 Informe anual 2018 Desarrollo Del Comercio Exterior Pesquero y Acuícola en el Perú.

Autoría propia

Para efectos prácticos, en la tabla 5, se dividió la cantidad de toneladas totales por producto terminado de la flota entre 19, que es el número de barcos que la conforman para

obtener la cantidad promedio de toneladas por cada barco. Luego se multiplicó el número de toneladas por barco por el precio por producto terminado para obtener el beneficio económico promedio de cada embarcación resultando USD \$10,280,430.

Tabla 5

Beneficio por embarcación de Pesquera Contoso en 2017

Producto	TM (toneladas)	Precio por TM (USD)	Beneficio por barco (USD)
Harina	5,911.47	\$ 1,415	\$ 8,365,912
Aceite	993.21	\$ 1,928	\$ 1,914,513
Total			\$ 10,280,425

Fuente: BCRP Data

Autoría propia

Para analizar el retorno de la inversión en la propuesta de solución, debemos considerar el beneficio promedio por embarcación versus el costo total de la inversión incluyendo el costo de implementación y consumo de servicio en Cloud por 12 meses calculado en la tabla 3. Asimismo, para el cálculo del ROI utilizamos la fórmula (1).

Fórmula de ROI:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio por barco} - \text{inversión en la propuesta de solución.}}{\text{inversión en el piloto}} \quad (1)$$

$$ROI = \frac{\$10,280,430 - \$16,596}{\$16,596}$$

$$ROI = 618.45$$

Como resultado de la fórmula (1), el ROI es significativamente mayor a 1 por lo que se

justifica la inversión en la propuesta de solución. Considerando el ingreso estimado por barco y dividiéndolos entre 12 meses, podemos calcular el retorno mensual por embarcación. Para efectos prácticos en la tabla 6 se consideraron dos montos: el de inversión por la implementación en un barco y, por otro lado, el monto de inversión del desligue en los 19 barcos de la flota.

Tabla 6

Inversión por barco y por flota.

Inversión	USD
1 barco	\$ 22,382
19 barcos	\$ 425,258

Autoría propia

Tabla 7

Retorno de inversión en el tiempo.

Mes	Ingreso acumulado USD
1	\$28,166
2	\$56,331
3	\$84,497
4	\$112,662
5	\$140,828
6	\$168,993
7	\$197,159
8	\$225,324
9	\$253,490
10	\$281,656
11	\$309,821
12	\$337,987

Autoría propia

Finalmente, en la tabla 7, vemos que en el primer mes se recupera la inversión, de la implementación total de la propuesta de solución, en un barco (\$16,596) y en el doceavo mes de recuperaría la inversión por 19 barcos (\$315,324).

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

3.1 Impacto

Debido a la implementación exitosa de la propuesta, ésta se convirtió en un proyecto replicable en los 19 barcos de la flota de pesca de anchoveta del cliente.

Además, se realizó la venta cruzada de productos Microsoft. A raíz del proyecto el cliente decidió estandarizar sus suscripciones de Office 365 a fin de mejorar la experiencia del usuario para compartir, colaborar y generar información a partir de los dashboards de monitoreo de la flota, lo que significó una renovación de contrato de licenciamiento de más de USD 2 millones, con un crecimiento aproximado de 25% respecto al año anterior.

Cabe mencionar que se proyectó un consumo de servicios de Cloud Microsoft Azure debido al proyecto de aproximadamente USD \$50,000 al año. Una vez concluido el despliegue de todos los barcos, el cliente se comprometió a pagar el consumo por adelantado en su contrato de licenciamiento.

Finalmente, gracias a esta experiencia, tuve la oportunidad de contactar a 3 diferentes Partners de IoT para diversificar el ecosistema de socios de negocio de Microsoft Perú y así contribuir a otros proyectos en empresas principalmente de manufactura.

IV. CONCLUSIONES

4.1.- Fue posible implementar la propuesta de solución con tecnología Microsoft Azure y sensores IoT para el monitoreo y visualización centralizada de indicadores como: localización, flujo de combustible, temperatura de bodegas y cantidad de calas por viaje en una embarcación de pesca de anchoveta de la Pesquera Contoso.

4.2.- Fue posible establecer un sistema para recolectar información de un sensor implementado a medida (sensor inductivo) para extraer la cantidad de Calas realizadas por viaje.

4.3.- En lugar de implementar sensores IoT para cada indicador que solicitó el cliente, fue más efectivo en términos de tiempo y trabajo, recolectar las mediciones de los sensores preinstalados en los equipos del barco como el flujómetro, PLC de temperatura de bodegas y antena satelital.

4.4.- La inversión realizada en la implementación de la propuesta de solución de monitoreo centralizado de embarcaciones con tecnología de Microsoft Azure, sensores IoT y Power BI demostró ser costo efectivo con un ROI de 618.45 puntos.

4.5.- El sector pesquero es uno de los más impredecibles debido a que se sostiene gracias a la renovación de recursos naturales, por tanto, los proyectos que ayuden a mejorar la toma de decisiones en un entorno altamente cambiante traen beneficios de gran impacto en toda la cadena productiva.

V. RECOMENDACIONES

5.1.- Siendo el mar es uno de los ambientes más impredecibles y rudos, se recomienda tener en cuenta los potenciales desafíos que se presentan en altamar que impacten la comunicación de los equipos de recolección de datos con la solución de Cloud en Microsoft Azure. Para el sensor de Cala se usó una caja plástica IP 68 y una base de caucho para minimizar posibles desperfectos debido a vibraciones.

5.2.- Considerar dentro de la solución de monitoreo de métricas de la embarcación, un indicador que valide el envío exitoso de datos hacia Cloud. Durante el periodo de prueba de la propuesta de solución se experimentó la desconexión del equipo recolector de datos cuando el barco transitaba por zonas accidentadas en altamar.

5.3.- Debido a la mixtura de equipamiento técnico y sensores dentro del barco, es recomendable reducir la complejidad de la ingesta de datos estandarizando los protocolos de comunicación de los sensores a uno solo, en la propuesta de solución se utilizó el protocolo ModBus TCP/IP sobre una red Ethernet.

5.4.- Es recomendable experimentar con soluciones de Cloud, pues trae una serie de beneficios como flexibilidad, escalabilidad de la infraestructura y menor tiempo de implementación.

5.5.- Para embarcarse en un proyecto de alto impacto es recomendable involucrar a partners con experiencia en el sector y que pueda implementar una solución de IoT desde la implementación de los dispositivos hasta la solución en Cloud.

5.6.- El protocolo de comunicación para recolectar la información de las 4 métricas del barco fue MODBUS TCP/IP por su uso extensión en el campo del monitoreo automático y porque soporta transmisión de datos en modo offline, por lo cual calzaba con el escenario de conexión potencialmente intermitente.

- Arya, H., Iseminger, D., Martis, J., Piesco, J., Sharkey, K. Sherer, T. y Sparkman, M. (2021). *Paneles para usuarios empresariales del servicio Power BI*.
<https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/service-dashboards>
- Banco Central de Reserva. (2020). *Pesqueros – Harina de pescado – Precio (US\$ por Tonelada)*.
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05419BA/html/1980/2020/>
- Berger, K. y Mendoza, V. (30 de abril de 2019). *Desenvolvimiento del Comercio Exterior Pesquero y Acuícola en el Perú*. PromPerú Informe anual.
<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/DP2018%20VFinal.pdf>
- Betts, D., Gremban, K., Kennedy, D., Pettibone, G. y Rathnavel, U. (2021). *Conceptos de IoT y Azure IoT Hub*. Technet. Microsoft. <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/iot-hub/iot-concepts-and-iot-hub>
- Cueva, J., Montenegro, C. y Rodríguez, J. (24 de junio de 2015). *Introducción al Internet de las Cosas. Redes de Ingeniería*.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/download/8505/10464/42829>
- De la Puente, S., Monteferri, B. y Scheske, C. (15 de julio de 2021). *Anchoveta*. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Wikipesca Perú. Plataforma colaborativa sobre la pesca en el Perú. <https://www.mardelperu.pe/pesca/10/pesqueria-anchoveta>
- De La Puente, O., De La Puente, S., Heck, C., Soldi, G. y Sueiro, J. (2011). *La Pesquería peruana de anchoveta*. [Trabajo de consultoría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Centro para la Sostenibilidad Ambiental.

<http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/9264LAPESQUERIAPERUAN58A.pdf>

Enciclopedia EcuRed (2021). *Sensor inductivo*.

http://www.ecured.cu/Sensor_inductivo

Goh S., Trancong, H. y Tsz Lai, W. (2012). . *Capítulo 1 Cloud Computing - a free online book for Software Engineering students and fresh graduates*.

<https://www.comp.nus.edu.sg/~seer/book/2e/Ch01.%20Cloud%20Computing.pdf>

Loeffler, B. (13 de setiembre de 2011). Microsoft Reference Architecture: *What is Infrastructure as a Service?* Technet. Microsoft.

<https://social.technet.microsoft.com/wiki/contents/articles/4633.microsoft-reference-architecture-what-is-infrastructure-as-a-service.aspx>

Microsoft Corporation. (30 de julio de 2020). *Annual Report (2020)*.

<https://www.microsoft.com/investor/reports/ar20/index.html>

Microsoft Azure (2018). *Pricing Calculator*. <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>

Pontis, S., (octubre de 2007). *La historia de la esquemática en la visualización de datos*.

[artículo académico]. <https://sheilapontis.files.wordpress.com/2010/02/spanish.pdf>

Serna, A., Rico, J. y Ros, F. (2010). *Guía Práctica de Sensores*. España Creaciones.

<https://www.scribd.com/document/439701394/327887894-Guia-Practica-de-Sensores-Antonio-Serna-Ruiz-pdf#>

Sociedad Nacional de Pesquería. (2014). *Aportes al debate en pesquería (N° 1-2014)*.

<https://www.snp.org.pe/wp-content/uploads/2022/04/Aportes-al-Debate-Relevancia-Economica-del-Sector-Pesquero.02.2014-SNP-.pdf>

Torres, D. (2010). La visualización de la información en el entorno de la ciencia de la información. [Tesis doctoral, Universidad de la Habana].Repositorio Academia.
https://www.academia.edu/3243876/La_visualizaci%C3%B3n_de_la_informaci%C3%B3n_en_el_entorno_de_la_Ciencia_de_la_Informaci%C3%B3n?sm=b