



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Posgrado

Maestría en Artes en Tecnologías de la Información y la
Comunicación

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR
Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA
MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**

Ing. Sósimó Adán Canel García

Asesorado por la Msc. Inga. María Elizabeth Aldana Díaz

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR
Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA
MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. SÓSIMO ADÁN CANEL GARCÍA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. MARÍA ELIZABETH ALDANA DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN**

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Héctor Alberto Mendía Arriola
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edwin Estuardo Zapeta Gómez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA
AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA
PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería de Estudios de Postgrado con fecha 5 de febrero de 2021.



Ing. Sósimo Adán Canel García

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.093.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**, presentado por: **Ing. Sósimo Adán Canel García**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Tecnologías de la información y la comunicación después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Arabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2023

LNG.EEP.OI.093.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES”

presentado por **Ing. Sósimo Adán Canel García** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Tecnologías de la información y la comunicación** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, 06 de junio de 2022

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES" del estudiante **Sósimo Adan Canel García** quien se identifica con número de carné **200915083** del programa de **Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MARLON ANTONIO PEREZ TURK
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS
COLEGIADO No. 4492

MA. Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
Coordinador

Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación
Escuela de Estudios de Postgrado



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Coordinador de Área

Guatemala, 30 de mayo de 2022

MSc. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

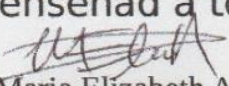
Estimado MSc. Ing. Álvarez Cotí:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacerle de su conocimiento que he revisado el Trabajo de Graduación titulado: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES"** del Ingeniero Sósimo Adán Canel García quien se identifica con número de carné 999004298, que se encuentra en el programa de **Maestría en Artes en Tecnologías de la Información y Comunicación**, y como asesor del mismo, doy el aval correspondiente para su aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

"Id y enseñad a todos"


MSc. Ing. María Elizabeth Aldana Díaz
Colegiado No. 9,188
Asesora

María Elizabeth Aldana Díaz
Ingeniera en Ciencias y Sistemas
No. de Colegiado 9,188

Cc: Archivo/LA

Doctorado: Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Nanotecnología y Nanociencia aplicada a la Ingeniería, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Ciencias y Ciencias.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido culminar una más de mis metas, ser mi fortaleza en momentos difíciles y por amarme tanto convirtiéndome en una persona de bien.
Mis padres	Sósimo Adán Canel, y María Guillermina García, por haberme cuidado y guiado en mi vida, gracias por su apoyo para hacer realidad este sueño.
Mi esposa	Verónica García, por tus cuidados y amor que me has dado incondicionalmente, incluso en los momentos más difíciles, motivándome a estudiar y avanzar a culminar esta meta.
Mi hijo	Adán Canel (q. e. p. d.), tú fuiste mi inspiración para lograr esta meta y que aun en tu corta estadía con nosotros tus padres, nos distes una gran regalo de amor el cual llevaremos en nuestros corazones.
Mis hermanos	Eduardo y Juan Canel, por su apoyo y compañía durante mi vida.

Mi abuela

Rosa María García (q. e. p. d.) por ser la persona más dulce, tierna a la cual amo tanto y la que me guío para confiar y creer más en Dios.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mis amigos de la universidad	Por los recuerdos, anécdotas, desvelos sufridos, frustraciones, sacrificios y en especial los éxitos para culminar esta meta.
Mi asesora	Msc. Ing. María Elizabeth Aldana Díaz, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Mis jefes y compañeros de trabajo	Por medio de la labor que realizo con ellos logre desempeñar y aplicar los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos durante la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS	XV
OBJETIVOS.....	XIX
MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. ANTECEDENTES	1
2. JUSTIFICACION	7
3. ALCANCES	9
3.1. Perspectiva investigativa	9
3.2. Perspectiva técnica.....	9
3.3. Perspectiva de resultados.....	11
4. MARCO TEÓRICO.....	13
4.1. Fundamento de pipas estacionaria de gas lp	13
4.1.1. Sensor magnético efecto de Hall	15
4.1.2. Twinsite TS012	15
4.1.3. Medidores comerciales para monitoreo de los niveles de gas Lp.....	15

4.1.3.1.	Rochester Elga 3340-0001	15
4.1.3.2.	Medidor inalámbrico RSI-33521	16
4.1.3.3.	Monitor RSI-12333	16
4.1.3.4.	Monitor RS-228	16
4.1.3.5.	MidegasP	17
4.1.3.6.	CuentaGas	17
4.2.	Arquitectura en Capas (N-Layer)	17
4.2.1.	Capa de presentación (Frontend)	17
4.2.1.1.	Bootstrap (Html, css, JavaScript)	18
4.2.2.	Backend (Capa de datos y lógica de negocios)	18
4.2.2.1.	Php	18
4.2.2.2.	MySql	19
4.3.	Módulo wifi Esp8266	19
4.4.	Problemas de seguridad en los Sistemas de Información	19
4.4.1.	Exposición	20
4.4.2.	Vulnerabilidad del sistema	20
4.4.3.	Amenaza contra Datos	20
4.4.4.	Amenazas contra Hardware	20
4.4.5.	Amenazas contra Software	20
4.4.6.	Virus malware o Ransomware	21
4.4.7.	Ejemplos de ataques a los sistemas de información	21
4.5.	Mecanismos de defensa	22
4.5.1.	Encriptación	22
4.5.1.1.	Criptografía simétrica	24
4.5.1.2.	Criptografía asimétrica	25
4.5.2.	Protocolo criptográfico Https y SSL/TLS	25
4.5.2.1.	Https (Protocolo de transferencia de híper texto)	26

4.5.2.2.	SSL/TLS	26
4.5.3.	Funciones hashing.....	27
4.6.	COBIT	28
5.	PRESENTACION DE RESULTADOS	29
5.1.	Comparación de los medidores disponibles.	29
5.2.	Limitaciones cualitativas del medidor inteligente	30
5.3.	Datos a manejar para la interoperabilidad técnica con el concentrador y el sistema.....	31
5.4.	Elementos del sistema de información	33
5.5.	Frontend del sistema de información	35
5.5.1.	Acceso a través de usuario y password.....	35
5.5.2.	Visualización de la información de los medidores	36
5.5.3.	Configuración de parámetros de la interoperabilidad técnica con el medidor inteligente.	40
5.6.	Conexión al sistema utilizando ESP8266	42
5.6.1.	Configuración del ESP8266 modo Wifi.....	42
5.6.2.	Configuración del ESP8266 modo Access Point	43
5.6.3.	Configuración del ESP8266 WPS.....	44
5.7.	Tipos de comunicación de datos que permite el módulo ESP8266	44
5.7.1.	Comunicación a través de protocolo http método post.....	44
5.7.2.	Comunicación a través del protocolo Mqtt	46
5.7.3.	Comparación de los protocolos MQTT y http.....	49
5.8.	Políticas de seguridad para la información.	50
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59

6.1.	Sistema de información de los niveles de gas.....	60
6.2.	La herramienta COBIT aplicada al control de políticas de seguridad	60
6.3.	Investigaciones futuras.....	61
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES		65
REFERENCIAS		67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Pipa estacionaria	13
2.	Flotador y magnetel	14
3.	Cifrado de información	23
4.	Encriptación simétrica	24
5.	Encriptación asimétrica	25
6.	Componentes del sistema de información	33
7.	Modelo arquitectura de 3 capas	35
8.	Login	36
9.	Dashboard.....	37
10.	Estatus correcto	38
11.	Concentrador y medidor desconectados.....	39
12.	Concentrador ok y medidor con falla.....	40
13.	Configurar Servidor	41
14.	Configurar medidor.....	41
15.	Notificación al correo	42
16.	Parámetros de configuración a internet del concentrador	43
17.	Componentes con protocolo Mqtt	47

TABLAS

I.	Descripción de variables.....	XXII
II.	Observación.....	XXVII
III.	Revisión documental.. ..	XXVII
IV.	Comparación de características de los medidores.	30
V.	Mqtt Vs Http	49
VI.	COBIT Evaluación previa.....	54
VII.	Roles y Privilegios.....	55
VIII.	COBIT evaluación actual	57

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje.
2G	Tecnología móvil de segunda generación.
3G	Tecnología móvil de tercera generación.
4G	Tecnología móvil de cuarta generación.

GLOSARIO

Bluetooth	Tecnología inalámbrica de corto alcance que permite la comunicación de datos entre dispositivos digitales.
Bootstrap	Biblioteca multiplataforma de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web.
Cobit	Objetivos de control para la información y tecnologías relacionadas.
Display	Pantalla donde se muestra visualmente cierta información.
Framework	Marco de trabajo
Gateway	Es el dispositivo que actúa como interfaz de conexión entre aparatos o dispositivos.
Glp	Gas licuado de petróleo
Gprs	Servicio general de paquetes vía radio y es el método de transferencia de datos en la red 2G.
Gsm	Sistema global para las comunicaciones móviles

Http	Protocolo de transferencia de hipertexto
Javascript	Lenguaje de secuencias de comandos que te permite crear contenido de actualización dinámica.
Json	Notación de objetos de JavaScript, es un formato ligero de intercambio de datos.
Magnetel	Medidores de nivel de líquido para determinar el porcentaje del volumen del tanque en almacenamientos estacionarios.
Mqtt	Telemetría de transporte para cola de mensajes
Mysql	Sistema de gestión de base de datos relacional
Php	Lenguaje de programación que se adapta especialmente al desarrollo web.
Smtip	Protocolo para transferencia simple de correo
Tls	Seguridad en la capa de transporte
<i>Trigger mysql</i>	Es un procedimiento que se ejecuta cuando se cumple una operación establecida al realizar una operación en una tabla.

Zigbee

Conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica.

RESUMEN

El mundo de la tecnología innova constantemente, por lo que cada vez más empresas se ven en la necesidad de adoptar esta cultura informática. Como lo es el caso de la empresa distribuidora de gas, para suministrar el llenado de gas lp a sus clientes, se basan en la lectura de un medidor mecánico de nivel de líquido llamado magnetel, el cual está instalado sobre la pipa estacionaria, donde solo el cliente tiene acceso directo a esta información, por lo que el manejo de esta información de los niveles de gas, es el factor clave para que el proceso de logística de llenado de gas, se realice correctamente.

Por tal motivo se implementó y desarrollo un sistema de información que recaba la información de los niveles de gas por medio de un sensor inteligente, este sistema se desarrolló en una arquitectura de 3 capas.

- La capa de presentación permite la visualización de la información de los niveles de gas en la pipa de los clientes, incluido también un módulo de configuración que permite la correcta interoperabilidad entre el sistema y el medidor inteligente, además de parametrizar alertas cuando los niveles de gas llegan a un punto establecido las cuales son notificadas por correo.
- La capa de datos es gestionada a través de MySQL, donde almacenamos la información que envía el medidor, los parámetros de actualización que se enviarán al medidor y un *trigger* de disparo que se activa cuando se detecta un cambio en los parámetros de la interoperabilidad entre el sistema y el medidor, así como los datos de los niveles de alerta configurados en cada cliente.

- La capa de la lógica de negocio, se encarga de recibir la información del medidor inteligente, por lo que en esta etapa se evalúa la eficiencia del tipo de comunicación de transmisión de datos y el formato de datos que se trabaja, entre el medidor y el sistema, el cual permite la correcta interoperabilidad entre el sistema y el medidor, esta capa también se encarga de extraer la información almacenada del sensor inteligente, para luego ser visualizada en la capa de presentación, así como la actualización de las modificaciones que se hagan en el módulo de configuración del medidor y las alertas configuradas por el cliente.

Después del desarrollo del sistema, se implementa unas políticas de seguridad de la información con la finalidad restringir, administrar y resguardar la información del sistema desarrollado, haciendo uso de la herramienta COBIT evaluamos si nuestros objetivo de las políticas de seguridad se están cumpliendo, midiendo el grado de madurez de las políticas y los niveles de riesgo que poseen en ese momento, con el fin de promover y ejecutar planes de acción en los casos en el que el riesgo es serio o alto, para mejorar el grado de madurez y mitigar los riesgos de nuestras políticas de seguridad de la información.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

Una empresa guatemalteca encargada de la distribución, envasado, almacenamiento, comercialización e importación de Gas Lp brinda sus servicios de llenado de pipas a industrias que manejan un consumo mínimo de 500 galones de gas.

Sin embargo, ha presentado deficiencia en su proceso de logística en el servicio de llenado de Gas, la logística de llenado de gas implica grandes retos para la empresa, porque consta de 3 sedes que suministran a todo el país, por lo tanto, se debe de llevar un control muy detallado de las empresas y rutas a las que se les debe suministrar el servicio de llenado de gas para no incurrir en gastos adicionales y afectación de los clientes.

El factor clave que determina las rutas y control de llenado es el porcentaje del nivel actual de gas en la pipa. El nivel del gas de la pipa se visualiza en un *magnetel* que se encuentra ubicado directamente en la pipa, por lo tanto, solamente el cliente tiene acceso directo a esta información, provocando que el cliente o la empresa tenga que interactuar constantemente para consultar la información de los niveles de gas en las pipas. Incurriendo en gastos de comunicación, pérdida de tiempo innecesario de los trabajadores (tanto de la empresa como de los clientes), y pérdidas económicas al no abastecer a los clientes antes de que se acabe el gas disponible.

Como se mencionó anteriormente el manejo de la información de los niveles de gas de los clientes es clave para que el proceso de logística de llenado

de gas se realice correctamente. Existen algunos dispositivos inteligentes que proveen información de dichos niveles de gas automáticamente, entre ellos se destacan los siguientes: Rochester Elga 3340-0001, Centeron RSI-33521, Centeron RSI-12333, MideGas P, RobertShaw RS-228, CuentaGas, los cuales se caracterizan por recabar la información, enviarla por radiofrecuencia, *bluetooth*, cableada o wifi, a un concentrador local, que visualiza la información en un *display*, cuentan con configuración de lecturas y alertas estáticas o programables en niveles bajo. (Rodríguez, 2012)

Para seleccionar los dispositivos inteligentes que proveen información de los niveles de gas automáticamente se debe considerar que los dispositivos puedan trabajar en el exterior soportando altas y bajas temperaturas, que los dispositivos no sean muy invasivos para las instalaciones del cliente y que permitan recabar la información del nivel de gas en tiempo real, para centralizar, almacenar y gestionar la información, en base a la información también poder configurar alertas de los niveles bajos de gas en las pipas, y poder configurar remotamente los dispositivos.

Al determinar que la información de los niveles de gas en las pipas es fundamental para el éxito en la logística, del proceso de servicio de llenado, en la empresa distribuidora de gas surge la siguiente pregunta central:

- ¿Cuál es la solución tecnológica para automatizar la adquisición, procesamiento y monitoreo en tiempo real de los niveles de gas en la pipa, para mejorar la eficiencia logística en el abastecimiento a los clientes?

Debido a que es un proceso de suma importancia tanto para el cliente como para la empresa distribuidora de gas surgen también las siguientes preguntas auxiliares en apoyo a la pregunta central:

- ¿Cuál es la configuración de los medidores inteligentes que permitan adquirir información confiable de los niveles de gas en las pipas?
- ¿Cuál es el protocolo de comunicación para adquirir y almacenar los datos estructurados o no estructurados eficientemente?
- ¿Cuál es la política de seguridad de la información que permita la gestión de la información sensible de clientes?

OBJETIVOS

General

Desarrollar e implementar un sistema de información para el monitoreo en tiempo real de los niveles actuales de gas en la pipa, mediante el empleo de medidores inteligentes y una herramienta de alertas para los niveles bajos de gas en la pipa.

Específicos

- Diseñar e implementar un sistema de información que permita la interoperabilidad técnica con los medidores inteligentes.
- Determinar el protocolo de comunicación de datos a implementar en el medidor para la integración eficiente de la información al sistema de monitoreo de los niveles de gas.
- Implementar políticas de seguridad con el propósito de restringir, administrar y resguardar la información de manera pertinente en el sistema de monitoreo de los niveles de gas en las pipas.

MARCO METODOLÓGICO

- Tipo de estudio
 - El tipo de estudio de investigación es mixto
 - Cualitativo: debido a que dependemos de las cualidades y limitaciones del medidor.
 - Cuantitativo: debido a que el sistema implementado recolecta, procesa, almacena y visualiza la información de los niveles de gas en las pipas.
- Diseño experimental

El estudio se considera experimental puesto que se pondrá a prueba el funcionamiento del medidor inteligente que sirve para monitorear el nivel de gas en una pipa, en el cual se controla y visualiza la información mediante el sistema de información.

- Alcance

La investigación tiene un alcance descriptivo puesto que la solución tecnológica propuesta servirá para evidenciar la importancia de recolectar, almacenar y visualizar la información de los medidores de nivel de gas y que sirva como herramienta para retroalimentación del nivel actual de gas en las instalaciones del cliente y mejorar el proceso de logística.

- Variables

En la Tabla I. se describen las variables que se emplean en el estudio.

Tabla I. **Descripción de variables**

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores
Medidor inteligente	Sistema de información para automatizar y monitorear el nivel de gas en una pipa.	Concentrador	Muestra si el concentrador se encuentra conectado al sistema.
		Fallo de envío de información del medidor al concentrador	Muestra que el medidor no está enviando información.
		Frecuencia de muestreo.	Indica el período de tiempo en el que el medidor envía información al sistema.
		Visualización de la información.	Tiempo que tarda el sistema en refrescar la nueva información recibida por el medidor.
		Disponibilidad del sistema.	Nivel de servicio
Notificación de alertas	Se encarga de notificar al interesado, cuando los niveles de gas en algún cliente se encuentran bajos.	Información del medidor de gas del cliente.	

Continuación de la tabla I.

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores
Políticas de Seguridad	Herramientas de seguridad del sistema.	<p>Encriptación o cifrado.</p> <p>Nivel de acceso y privilegio de usuario</p>	<p>Aseguramiento del envío de información sensible.</p> <p>Control de permisos a usuarios en el uso del sistema.</p>

Fuente: elaboración propia.

- Fases del estudio

En los siguientes apartados se describe el desarrollo de cada fase

- Investigación y análisis de herramientas utilizadas
 - Recolección y lectura de forma textual, visual de la documentación técnica de los medidores, haciendo uso de análisis por tablas comparativas para extraer las características, ventajas y desventajas más relevantes de los medidores con el fin de seleccionar uno para su uso. Lectura de información utilizando artículos científicos, libros, publicaciones y tesis de maestría o doctorado, sobre temas relacionados con las mejores prácticas para la implementación de políticas de seguridad en sistemas de información automatizados, dispositivos que permitan la conectividad a internet y sus protocolos de comunicación.

- Haciendo uso de la técnica observación de campo y directa, de las instalaciones de la empresa para recolectar la información de su infraestructura TI software y hardware, funcionamiento de los procesos del medidor.
- Diseño del sistema
 - Creación de DERCAS el cual se utilizó para el levantado de los requerimientos que necesita el cliente, en el funcionamiento del sistema y limitar su alcance, el cual se hizo teniendo reuniones periódicas con el cliente.
 - Diagrama de flujo de la información de los niveles de gas.
 - Diagrama entidad-relación del registro de alarmas, se realiza para mostrar la relación entre los actores de los datos y ver su participación en el modelo de negocio.
 - Diagrama de clases y componentes: se utilizó para representar la estructura del sistema, mostrando la relación de los componentes que componen la arquitectura del sistema y luego la relación de las clases, atributos y operaciones entre los objetos que conforman el sistema.

- Diseño de interfaz de usuario: se describe la interacción del sistema con el usuario final, a través de un ambiente grafico amigable al usuario para el uso del sistema que le permita gestionar los medidores, visualización de la información de los medidores conforme el nivel de usuario.
- Desarrollo e implementación del sistema: en función de la fase anterior y sus herramientas descritas en la fase de diseño se desarrollaron los siguientes módulos para el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo
 - Módulo de administración de usuarios y roles
 - Políticas de seguridad en transmisión de datos
 - Módulo de administración de alarmas
 - Módulo de administración de dispositivos y clientes

Luego del desarrollo de los módulos se hicieron los siguientes procesos:

- Pruebas internas
- Implementación de los módulos anteriores.
- Pruebas con usuarios
- Fase de experimentación
 - Se evaluaron la calidad de la emisión de datos del dispositivo fabricado por la empresa en relación con el medidor mecánico *MAGNETEL* por medio de estadística descriptiva.

- Se evaluaron los tiempos de respuesta con el sistema implementado contra los tiempos que se tenían antes de forma manual.
- Evaluación de resultados
 - Análisis de reducción de costos basado en la mejora de los tiempos de respuesta obtenidos en la fase de experimentación.
 - Validación de fluctuación de los consumos de gas en los dispositivos instalados en las pipas de gas de los clientes.
- Técnicas de recolección de información

En la Tabla II. y *Tabla III.* se describen las técnicas de recolección utilizadas.

Tabla II. **Observación**

Tipo de observación	Descripción
Directa	<ul style="list-style-type: none"> ● Recolección de los datos estructurados o no estructurados enviada por el medidor al sistema, con el fin de verificar la validez y confiabilidad e identificar los casos de fallo que pudieran ocurrir. ● Observar los tiempos de despliegue en la capa de visualización de la nueva información enviada por el medidor al sistema.
De campo	<ul style="list-style-type: none"> ● Conocer, identificar y tomar notas del proceso del funcionamiento del medidor seleccionado. ● Conocer y tomar notas de la infraestructura TI de la empresa relacionado a su software y hardware, conexión a internet. ● Pruebas de la interoperabilidad del medidor con el sistema de monitoreo de los niveles de gas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Revisión documental**

Documento	Descripción
Documentos Técnicos	Fichas técnicas de los Medidores que miden el nivel de gas. Donde describen sus especificaciones o limitaciones.
Tesis, artículos científicos, libros y publicaciones	Temas relacionados con: Implementación de sistemas de información automatizados y políticas de seguridad Dispositivos que permitan conectividad a internet y sus protocolos de comunicación.

Fuente: elaboración propia.

INTRODUCCIÓN

La empresa de distribución de gas (LP) con la finalidad de mejorar el control que se tiene sobre la distribución de gas con sus clientes, busca un software que le permita llevar el registro del nivel de gas de sus clientes, para confirmar cuando es oportuno realizar el abastecimiento de sus contenedores de gas, observando los problemas para controlar los niveles actuales de gas tuvieron la necesidad de buscar una nueva forma automatizada y fiable para recabar la información.

Con el propósito de dar solución a esta necesidad, se desarrolló el siguiente proyecto, que consiste en una aplicación informática que utiliza un medidor inteligente para obtener la lectura del nivel de gas y monitorear al cliente. Esto le permite a la empresa obtener informes de la fluctuación de los consumos en la red de distribución que manejan. También cuenta con notificaciones por correo para recordarle a la empresa que se necesita abastecer a uno de sus clientes. El sistema de software se implementó bajo una arquitectura mixta que le permite obtener una escalabilidad en volumen de datos obtenidos por el medidor de gas y en el acceso al sistema a través de diferentes dispositivos, seguridad de la información y control de acceso basado en roles.

El proyecto utiliza como base de datos MySQL, y como plataforma de desarrollo PHP, este proyecto es una solución utilizando tecnología de vanguardia en los procesos de medición de gas mediante dispositivos inteligentes que son integrados al sistema de información. Este documento contiene los elementos y definiciones teóricas en las cuales se basa el nuevo sistema de información.

En los siguientes capítulos se expone el desarrollo del estudio.

- En el primer capítulo, pertenece a los antecedentes en el cual se expone estudios de trabajos similares que ayuden a estabilizar nuestra investigación a través de fundamentos sólidos y nos sirva para orientar las formas de cómo se realizó el estudio.
- El segundo capítulo, corresponde a la justificación donde se expone las razones del estudio, considerando la problemática actual y la solución tecnológica de un sistema de información posibilite resolver la problemática.
- En el tercer capítulo, pertenece al alcance se definen los límites funcionales del sistema de información propuesto, separando los aspectos que quedan dentro del estudio de aquellos que se refieran a posteriores trabajos.
- El cuarto capítulo, corresponde al marco teórico en el que se desarrolla los conceptos teóricos que fundamenta al presente trabajo, que incluye los diferentes dispositivos comerciales, arquitectura del sistema, la seguridad a aplicar al sistema, así como las herramientas que nos sirvan para el desarrollo del proyecto.
- En el quinto capítulo corresponde a la presentación de resultados, contiene el detalle, la identificación y definición de los elementos para la solución hecha por un sistema de información, incluyendo el diseño de la arquitectura, el desarrollo de la interfaz de usuario por el *framework bootstrap y javascript*, la lógica del negocio desarrollada en *php* que

permita el almacenamiento, procesamiento y consulta de la información de los niveles de gas de cada cliente, el diseño del esquema de la base de datos usando el gestor *MySQL* que permite almacenar y recabar la información necesaria para luego extraerla y visualizar las variaciones de los niveles de gas.

- Finalmente, el sexto capítulo, pertenece a la discusión de los resultados donde se evidencia que la solución propuesta del sistema de información para automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas, cumple la efectividad de los procedimientos de aprovisionamiento, cumplimiento de los estándares de seguridad y de los aspectos de negocio.

1. ANTECEDENTES

Los sistemas de información van evolucionando constantemente, haciendo que el uso en organizaciones y empresas dependan más de ellas, con la innovación de sistemas informáticos que recaban información de dispositivos inteligentes conectados a internet, estos sistemas permiten la automatización de recolección de información por medio de sensores o actuadores, para después procesar, analizar y visualizar la información.

Ricart, Andreu, y Valor en su estudio titulado *Estrategias y sistemas de Información*, establecen que los sistemas de información podrían describirse como:

Conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de la empresa, recopila, elabora y distribuyen selectivamente la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia. (1991, p. 23)

Según Monforte (1994):

Determina a un sistema estratégico de información como: aquel sistema de información que forma parte del ser de la empresa, bien porque supone una ventaja competitiva por sí mismo, bien porque está unido de una forma

esencial al negocio y aporta un atributo especial a los productos, operaciones o toma de decisiones. (p. 31)

Los estudios anteriores dan una perspectiva sobre lo que un sistema de información puede aportar a las empresas, para la distribuidora de gas un sistema de información que permita automatizar y monitorear la información de los niveles de gas en la pipa haciendo uso de dispositivos inteligentes, puede ser una solución para la retroalimentación de la información de los niveles de gas en las pipas de sus clientes, esto ayuda a tomar mejores decisiones logísticas en los servicios de llenado de gas, además de también ser una característica de valor agregado para la empresa.

En cuanto a la percepción que tiene, de los medidores comerciales, Rodríguez (2012) menciona que los medidores de nivel de gas licuado en pipas estacionarias, cuyas características se describen en general los medidores miden el nivel de gas en la pipa, por medio de sensores magnéticos, luego se envía la información por *bluetooth*, radiofrecuencia, cableada o wifi, a un concentrador local, para después ser visualizada en un *display*, además los dispositivos permiten configurar el tiempo para solicitar lecturas del nivel de gas, como también una alerta cuando los niveles de gas se encuentran bajos. El suministro de energía es cableado para la mayoría, aunque otros utilizan baterías. Además, también menciona que los radiotransmisores *ZigBee* mejoran el alcance de la comunicación inalámbrica del medidor hacia el concentrador local.

Con base en esta información se define que los dispositivos inteligentes, deben de tener un sensor magnético para recabar la información del nivel del gas y para ser procesada por un microprocesador, debe de considerarse la eliminación del suministro de voltaje por cables en el medidor instalado en el tanque y hacer uso de baterías para mejorar la portabilidad. Y que los módulos

de radiofrecuencia *Zigbee* mejoran la distancia de transmisión hacia el concentrador local.

Rodríguez (2012):

En sus conclusiones afirma lo siguiente: la comunicación inalámbrica desde el dispositivo instalado hacia un concentrador local con *display*, proporciona flexibilidad para colocarlos en cualquier lugar, en lugar de estar fijo.

Posibilidad de integrarse como un nodo perteneciente a una red de sensores conectados a un sistema central. (p. 83)

Con base en las conclusiones de su trabajo de graduación, definimos la oportunidad de utilizar los medidores y poderlos integrar a un sistema informático que nos permita automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas en la pipa.

Khan, Faheem y Zoha, Ahmed y Ali, Rana. (2007) menciona que su sistema inteligente de facturación y lectura automática de medidores para el despacho de gas de servicio público minimiza la intervención humana en la recabación de la lectura del medidor, además que su *Gateway* que utilizan para transmitir la información de sus medidores remotamente es a través de módulos (GSM).

Wiratama, Syaifuddin, Wibowo, Ardilla y Purnomo (2018), describen que en su sistema de comunicación de sus medidores utilizan módulos *Gsm* a través de sus servicios *Gprs* envía la información a sus servidores de base de datos, los

datos se procesarán para el cálculo del monto de la factura cargada al cliente mediante notificación por correo electrónico con protocolo *SMTP*.

Analizando los dos artículos anteriores, ellos hacen uso de un módulo *Gsm* que corresponde a tecnología 2G, existen también módulos más recientes de tecnología 3G o 4G, pueden ser una alternativa para ser nuestra puerta de enlace hacia internet, para nuestros dispositivos medidores de nivel de gas y así transmitir nuestra información hacia nuestro sistema de información donde tendremos nuestra base de datos para resguardar nuestra información, también podemos ver la oportunidad de utilizar un servidor de correo para notificar las alertas de los niveles bajos de gas en la pipa a los interesados en la empresa distribuidora de gas.

Jian, liang, Cui, He, Cao, y Hu. (2010), Menciona que a través del sistema de lectura del medidor de gas, por medio de su dispositivo instalado en las casas de los usuarios, transmiten los datos del valor del gas enviados por red inalámbrica, para que después estos datos se envían a un DataCenter por transmisiones de banda ancha para su procesamiento en tiempo real y el uso de un software que analiza el sistema de lecturas automáticas de los medidores el cual les permite ver cómo los usuarios utilizan el gas combustible.

Analizando el sistema del artículo anterior, ellos utilizan un datacenter, debido a que la cantidad de información de sus clientes es muy alta, el cual les proporciona ciertas ventajas como seguridad, fiabilidad, movilidad de los datos, así como acceso a la información en cualquier lugar y momento.

Cai, Zhang, Huang, y Yu (2012), mencionan que en su sistema de contabilización de gas se implementan en servidores a larga distancia en sus instalaciones, accedidos a través de una ip pública, envían un comando de

control, el cual ordena al medidor tomar la fotografía del contador de gas y enviarla por internet a su red privada para ser procesada y almacenada, en el sistema utilizan a MySQL como su gestor de base de datos y visualizada a través de una interfaz gráfica desarrollada en visual studio 2005.

Basados en el artículo anterior podemos relacionar que se puede utilizar en la capa de datos una base de datos relacional para almacenar la información, también que podemos utilizar el programa Visual studio para realizar nuestra interfaz gráfica que corresponde al *Frontend* de nuestro sistema informático y que ellos trabajan en una infraestructura de nube privada ya que el sistema se encuentra alojado en sus instalaciones.

-

2. JUSTIFICACION

El enfoque del siguiente trabajo de graduación es sobre la línea de investigación de sistemas para impulsar la integración de sistemas de información, mediante esta línea de investigación se apoya a la empresa distribuidora de gas para automatizar el proceso de recabar la información de los niveles de gas en la pipa de sus clientes, valiéndose de un sistema de información que permita recolectar, almacenar, visualizar y gestionar la información de los medidores que recaba la información del nivel de gas en la pipa, también de una herramienta de alertas parametrizable que permite notificar a las partes interesadas de la distribuidora de gas cuando los niveles de gas en la pipa se encuentran muy bajos.

Un sistema de información proporciona ventajas favorables a la empresa distribuidora de gas, los beneficios que proporciona son: escalabilidad en la infraestructura informática, en caso de necesitar más recursos de hardware o capacidad de almacenamiento, reducción de costes en gastos de mantenimiento y servicio al equipo de cómputo, un control efectivo de la gestión remota de los dispositivos que miden el nivel de gas en la pipa, disponibilidad de mayor y mejor información para los usuarios en tiempo real, accesibilidad al sistema en cualquier momento y lugar que cuenten con acceso a internet, ventaja competitiva y valor agregado a la empresa, seguridad y almacenamiento adecuado de la información.

Se decidió desarrollar e implementar un sistema de información hecho a la medida, de manera que, a través de este sistema, se pueda llevar un control más detallado de la información de los niveles de gas en la pipa de los clientes,

lo que mejora la relación y control de los clientes, nos permite mantener un servicio y contacto 24/7 de la información, el hecho de monitorear entender y analizar esa información con un sistema de alertas cuando los niveles de gas en la pipa se encuentra bajos el cual es notificado por correo electrónico a las partes interesadas en la empresa distribuidora de gas, hace tomar decisiones más acertadas en el proceso de logística para la coordinación del servicio de llenado de gas en la pipa de los clientes.

Otros beneficios que aporta el sistema de información es mejorar el perfil de la empresa en relación con los clientes por un servicio anticipado de llenado de gas en la pipa del cliente, maximizar las ventas de gas, reducción de costes en combustibles al mejorar las rutas derivado del proceso de logística, reducción de costes de comunicación al evitar monitorear al cliente de forma manual.

3. ALCANCES

A continuación, se describen los alcances que tendrá nuestra investigación.

3.1. Perspectiva investigativa

- Describir la arquitectura por utilizar para la integración de la información de los medidores.
- Describir los conceptos de encriptación de la información.
- Describir los medidores comerciales de gas lp para pipa o tanque estacionario.

3.2. Perspectiva técnica

- Una limitación técnica por propiedad intelectual es no revelar la estructura interna del medidor desarrollado por la empresa distribuidora de gas.
- El tipo de modelo de datos a utilizar es una base de datos relacional en la cual el gestor a utilizar es MySQL.
- Para la encriptación se utiliza un certificado SSL/tls RSA 2048 y un algoritmo criptográfico de integridad de datos Hash.
- Para el desarrollo del *Frontend* se pretende utilizar *el framework Bootstrap*.

- El sistema podrá ser accedido desde cualquier dispositivo con conexión a internet.
- Generación de documentación técnica para la configuración de la conectividad del medidor y uso del sistema de información.
- Para el entregable del aprovisionamiento del medidor inteligente se limita a lo siguiente:
 - Mostrar el estatus de conexión a internet del concentrador
 - Mostrar si el medidor es el que no está enviando información al concentrador.
 - Guardar la información de los niveles de gas en la pipa recabada del medidor y enviada por el concentrador.
- Para el entregable de las notificaciones de alerta de los niveles bajos de gas en la pipa se limita a lo siguiente:
 - Enviar de forma automática un correo de notificación a los interesados de la empresa distribuidora de gas alertando que los niveles de gas en la pipa se encuentran bajos.
 - Herramienta para configuración de alertas personalizadas por cliente.

- Para el entregable de políticas de seguridad del Sistema de Información para automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas en una pipa estacionaria mediante el empleo de medidores inteligentes se limita a lo siguiente:
 - Verificación de los permisos de usuarios para la configuración de los medidores y visualización de la información.
 - Encriptación de la información sensible
 - Campos de texto condicionados
 - Copias de respaldo de la información

3.3. Perspectiva de resultados

Prototipo de un sistema de información para automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas en una pipa estacionaria mediante el empleo de medidores inteligentes, como resultado del prototipo implementado la empresa distribuidora puede realizar las siguientes acciones:

- Notificaciones por correo electrónico a los interesados en la empresa distribuidora de gas, cuando los niveles de gas en la pipa se encuentren bajos.
- Visualización en tiempo real de la información de los niveles de gas recabada por los medidores.
- Configuración personalizada de alertas por cliente

- Configuración del tiempo de muestreo del medidor inteligente
- Automatización del proceso manual de recolección de información de los niveles de gas en la pipa o tanque estacionario.
- Interpretar la información de los niveles de gas por parte del coordinador para mejorar el proceso de logística de la empresa distribuidora de gas.

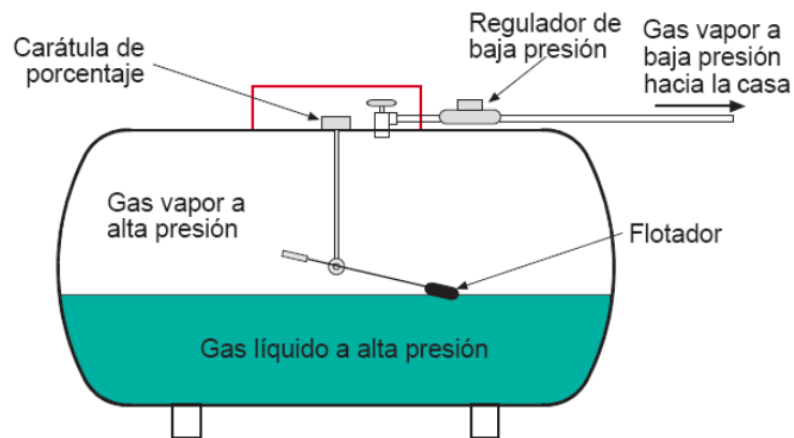
4. MARCO TEÓRICO

4.1. Fundamento de pipas estacionaria de gas lp

Son recipientes hechos de acero para el almacenaje de gas Lp a una alta presión, en donde se almacena la mezcla de los gases butano y propano, el gas lp dentro del tanque se aloja en la parte inferior en un estado líquido y en un estado de vapor en lo superior del tanque. (Rodríguez ,2012)

Tal como se ve en la Figura 1.

Figura 1. Pipa estacionaria

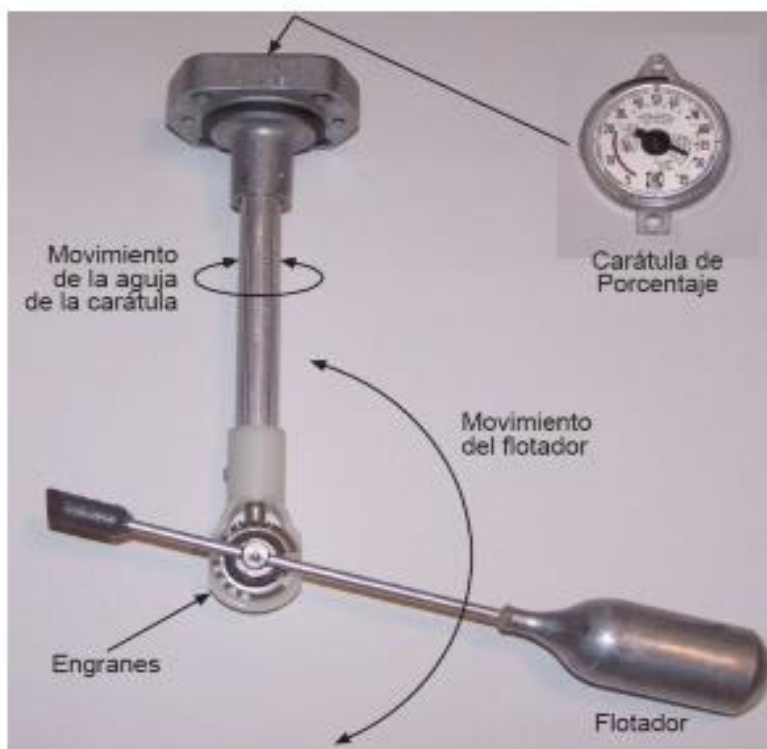


Fuente: Midegasp (2004). *Instructivo Midegas P V3*. Consultado el 10 de octubre de 2020. Recuperado de http://www.gas-lp.com/page7/assets/INSTRUCTIVO_MIDEGAS_P_V3.pdf.

Todas las pipas cuentan con un flotador interno, estas difieren en diámetro según sea la dimensión de la pipa, en la parte superior del flotador este consta de la carátula de porcentaje también llamado *magnetel*. El flotador funciona de la siguiente manera este varía conforme la cantidad de gas líquido que se encuentra en el tanque, en el sistema engranaje que se acopla al flotador, en la varilla central interna se encuentra un imán el cual varía de posición por el giro del flotador. (Rodríguez, 2012)

Tal como se puede ver en la Figura 2.

Figura 2. **Flotador y magnetel**



Fuente: MIDE GAS P. (2004). *Instructivo Midegas P V3* . Consultado el 10 de octubre de 2020. Recuperado de http://www.gas-lp.com/page7/assets/INSTRUCTIVO_MIDE GAS_P_V3.pdf.

4.1.1. Sensor magnético efecto de Hall

Los medidores comerciales usados para monitorear la cantidad de gas que se encuentra en el contenedor estacionario hacen uso del sensor de efecto de Hall para adquirir la lectura del flotador, cuando obtiene la lectura esta es procesada y transmitida al dispositivo que despliega el nivel actual de gas. El sensor efecto de hall mide los campos magnéticos o corrientes para determinar la posición en que se encuentra el flotador. (Rodríguez, 2012)

4.1.2. Twinsite TS012

Este indicador tiene la funcionalidad de usar un sensor de Hall, con el que, a partir de un voltaje de referencia, obtiene un voltaje de salida que es proporcionado al nivel gas, su suministro va de 3.5 a 6v, puede trabajar en el rango de 8 % a 80 % de la cantidad interna de gas en el tanque, es muy utilizado en los sistemas de monitoreo remoto. (Rodríguez, 2012).

4.1.3. Medidores comerciales para monitoreo de los niveles de gas Lp

A continuación, se mencionan algunos medidores que se encuentran en el mercado.

4.1.3.1. Rochester Elga 3340-0001

El indicador Elga hace uso de un sensor de efecto de Hall para recabar la medición del tanque, el cual está conectado de forma alámbrica al indicador Rochester Elga, al recibir la medición este la procesa, para luego visualizarla la

información del tanque en porcentaje a través del display de 7 segmentos, puede indicar niveles bajo mediante oscilaciones del display. (Rodríguez, 2012).

4.1.3.2. Medidor inalámbrico RSI-33521

Usa un indicador de efecto de Hall, puede transmitir la data obtenida mediante teléfono satelital, Ethernet, celular, emite alarmas predefinidas, la batería puede durar 10 años, enviando información una vez al día. (Rodríguez, 2012).

4.1.3.3. Monitor RSI-12333

Monitorea el nivel de gas, utiliza también un sensor de efecto de hall, transmite la información haciendo uso del protocolo DSSS, la batería incluida puede durar 5 años transmitiendo cada 4 horas, tiene un alcance de transmisión de 1.6km sin obstáculos es decir a campo abierto. (Rodríguez, 2012).

4.1.3.4. Monitor RS-228

Monitorea el nivel de gas Lp, usa un indicador e efecto hall, transmite la información por radiofrecuencia 433Mhz, utiliza baterías tanto en el transmisor como el receptor, tiene un alcance de 50 metros, la visualización del nivel de gas lo muestra numéricamente y por barras, aunque presenta problemas de sincronización, y caídas del enlace de comunicación, y opera inestable en climas con temperatura baja. (Rodríguez, 2012)

4.1.3.5. MidegasP

Este medidor es muy parecido al Rochester Elga, utiliza también un sensor de hall para medir el nivel de gas, sus transmisiones son alámbrica y realizadas en un intervalo de 60 segundos, muestra la información en una LCD. (Rodríguez, 2012).

4.1.3.6. CuentaGas

Este medidor de gas utiliza también el sensor de efecto de *hall* Twinsite, posee dos versiones donde la información la visualizan una en forma análoga con un vúmetro de ledes y otra en forma digital utilizando un display, ambos concentradores reciben de forma cableada la señal enviada por el sensor. (Rodríguez, 2012).

4.2. Arquitectura en Capas (N-Layer)

Es una forma de estructurar jerárquicamente cada capa que compone al sistema, por lo que en cada capa construida proporciona servicios que se relacionan entre la capa superior o inferior como fuese el caso. Esta se divide en 3 capas, presentación, negocios, y acceso a datos. (Reynoso y Kiccillof, 2004).

4.2.1. Capa de presentación (Frontend)

Esta capa constituye la capa visual del sistema, está compuesta por las tecnologías de desarrollo y diseño web, la cual se visualiza en los navegadores de internet para luego interactuar directamente con el usuario. (Jr, Wiedemann, Rubio-Tamayo y Henriques, 2016)

También se pueden agregar funcionalidades y contenidos que pueden ser de uso general o de uso registrado, utilizando algún tipo de autenticación del sistema, esta capa tiene comunicación bidireccional con el Backend del sistema. (Soares, 2009)

4.2.1.1. Bootstrap (Html, css, JavaScript)

Es un *framework* de código abierto que fue desarrollado por la empresa Twitter, este *framework* combina los lenguajes *Css* y *Javascript*, para mejorar las representaciones visuales de una página *html* y hacerlas más responsivas, además de su alta compatibilidad con los navegadores web del mercado Google Chrome, Safari, Mozilla Firefox, Internet Explorer y Opera. (Laaziri, Benmoussa, Khouilji, Larbi, y Yamami, 2019)

4.2.2. Backend (Capa de datos y lógica de negocios)

Es la parte que se encarga del control de operaciones de la capa de negocios, la cual a su vez controla lo que solicita la capa de presentación y además que tiene acceso a la capa de datos la cual no es accedida directamente por los usuarios de la capa de presentación. Algunos lenguajes utilizados para la programación del *Backend* son *Python*, *Php*, *C#*, *Visual Basic*, *Java*, *Ruby on Rails*. (Gerasimov, Heuser, Ketteniß, Letmathe, Michael, Netz, Rumpe, y Varga, 2020)

4.2.2.1. Php

Es un lenguaje de código abierto muy popular de programación, el cual se adapta al desarrollo web, además que puede ser incrustado a los *HTML* a través de scripts. (Ottoni, 2018).

4.2.2.2. MySql

Es una plataforma de código abierto el cual puede ser instalado con facilidad, este software es utilizado para crear y administrar base de datos relacional, las base de datos relacionales son aquellas que los datos son estructurados como tablas. (Saikia, Joy, Dolma, y Mary, 2015)

4.3. Módulo wifi Esp8266

Es una compacta placa de desarrollo, que está compuesto por el MCU Esp8256, el cual tiene integrado un procesador Tensilica de 32 bits, por su amplio rango de temperatura que soporta lo hace funcional para entornos industriales, además de que su tamaño pequeño lo hace ideal para el uso de aplicaciones móviles, dispositivos electrónicos portátiles y aplicaciones de iot. (Akintade, Yesufu y Kehinde, 2019)

El Esp8266 es un módulo wifi que trabaja en la banda de 802.11b/g/n con un stack TCP/IP completo y dos modos de transmisión UDP/TCP, además tiene dos modos de trabajo como punto de acceso (AP) y como cliente/estación (WIFI_STA), wifi Direct(P2p). (Kumar, Nishanth, Praveen y Archana , 2017)

Posee comunicación Uart que permite interactuar con el módulo a través de comandos AT, y programar el microcontrolador utilizando la plataforma arduino. (Zhang, Qiao, Li, y Liu, 2019)

4.4. Problemas de seguridad en los Sistemas de Información

Entre los más importantes problemas en la seguridad mencionamos los siguientes.

4.4.1. Exposición

Esto ocurre cuando se presenta una pérdida o daño al sistema de información, algunos ejemplos de la causa de estos problemas son: corrupción, alteración o robo de la información por acceso no autorizado. (Dante, 2004)

4.4.2. Vulnerabilidad del sistema

Esto ocurre cuando en el sistema de información hay una debilidad o fallo que pueda ser explotado, poniendo en riesgo los datos del sistema y que permita la irrupción de un atacante el cual puede comprometer la disponibilidad, confiabilidad y la integridad de la información. (Dante, 2004)

4.4.3. Amenaza contra Datos

Esto ocurre cuando se modifica intencionalmente los datos, con el fin de comprometer la fidelidad de la información, el cual si se realiza muy hábilmente puede ser indetectable. (Dante, 2004)

4.4.4. Amenazas contra Hardware

Esto ocurre cuando se daña intencionalmente al equipo de cómputo del sistema. (Dante, 2004)

4.4.5. Amenazas contra Software

Esto ocurre cuando se destruye o modifica intencionalmente el sistema, con tal de hacerlo parcial o totalmente inaccesible. (Dante, 2004)

4.4.6. Virus malware o Ransomware

Malware es un programa que se crea con el fin de dañar dispositivos, robo de información o causar problemas, *Ransomware* es un tipo de virus que restringe el acceso parcial o total a la información, estos son desarrollados por hacker que piden gratificaciones monetarias para solventar esos problemas. (Dante, 2004)

4.4.7. Ejemplos de ataques a los sistemas de información

Dante (2004) menciona algunos ejemplos de ataques a los sistemas de información.

- Robo de información sensible por ejemplo contraseñas, correos, datos personales, registro de planillas.
- Ataques *ddos*, son los ataques más frecuentes conocida por la denegación de servicio distribuida, bloquean el acceso al servicio web, ataque al servidor por información basura por ejemplo relleno de formularios falsos o envío de solicitudes.
- Phishing es un método utilizado por hacker con la finalidad de suplantar la identidad de empresas o personas, utilizando como medio la comunicación electrónica (Messenger, correos), con el objetivo de hacerse con los datos bancarios o personales.
- El más común es el que ocurre cuando se despide a personal que conoce el sistema o tiene un nivel de usuario con ciertos privilegios, y que no se le revoquen y prohibieron inmediatamente los permisos y controles de

usuario, dándole la oportunidad que él pueda acceder y sustraer información confidencial o corromper el sistema. Esto sucede debido a que las empresas muchas veces contratan a personal temporalmente y si a algunos de ellos se les ofrece otra plaza permanente en otra empresa puede llevarse información que lo coloque en un buen puesto.

4.5. Mecanismos de defensa

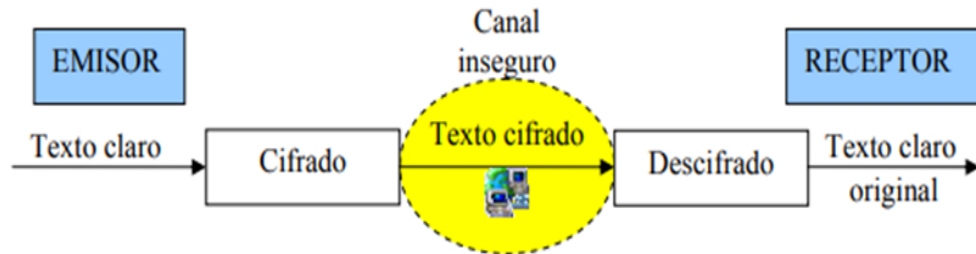
Son las defensas que utilizan los sistemas para evitar la vulnerabilidad ante ataques o amenazas a la información.

4.5.1. Encriptación

Una de las ramas de la criptología es la criptografía, se encarga de cifrar mensajes, este sigue el siguiente concepto, un emisor genera un mensaje claro y legible, luego es procesado mediante un cifrado usando una clave, para producir un texto codificado o cifrado, el texto cifrado es transmitido por un vía de comunicación, donde llega a un descifrador que transforma el texto cifrado utilizando otra clave para recuperar el texto como originalmente se generó por el emisor. Encriptar un texto es usar un algoritmo que, en relación con una clave de encriptación, transforman al texto, en un nuevo texto inexplicable e indescifrable para los que no posee la clave, la función es totalmente reversible para el que posee el algoritmo y la clave de encriptación. La encriptación ha sido inventada y utilizada originalmente para fines de seguridad en las transmisiones de mensajes militares. (Mohamed, Reham y Hany, 2015)

Un ejemplo del proceso de encriptación se puede ver en la Figura 3.

Figura 3. **Cifrado de información**



Fuente: Oficina de Seguridad del internauta. (2019). *Criptografía*. Consultado el 15 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2019/07/10/sabias-que-existen-distintostipos-de-cifrado-para-proteger-la-privacidad>.

La criptografía ha evolucionado en nuestros días con una fuerza insólita debido a la aplicación en sistemas informáticos, desarrollo de nuevos métodos y algoritmos de cifrado de información con el fin de asegurar los pilares principales de la criptografía. (Goudar, 2012) menciona los siguientes:

- Seguridad: fiabilidad de que la información solo puede ser leída por el destinatario.
- Integridad: certeza de que la información no ha sufrido manipulación posterior al envío del emisor.
- Autenticidad: certeza de que el autor original es el remitente de la información.
- No rechazo: no se puede negar la autoría de un mensaje enviado

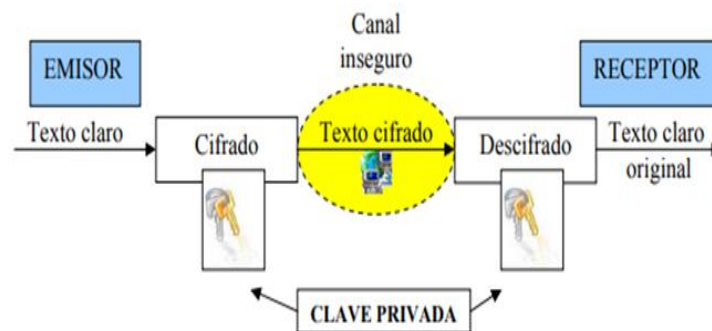
La criptografía se divide en dos tipos principales, la criptografía de clave simétrica o privada y la criptografía de clave asimétrica o pública.

4.5.1.1. Criptografía simétrica

En este tipo de encriptación el emisor y receptor tiene la misma clave para cifrado y descifrado de la información, la llave simétrica requiere conocer cada host en el que se desea cifrar y descifrar la información, e instalarla la llave en los hosts que requieran él. (Mohamed, Reham y Hany, 2015)

En la Figura 4 se describe este tipo de encriptación.

Figura 4. Encriptación simétrica



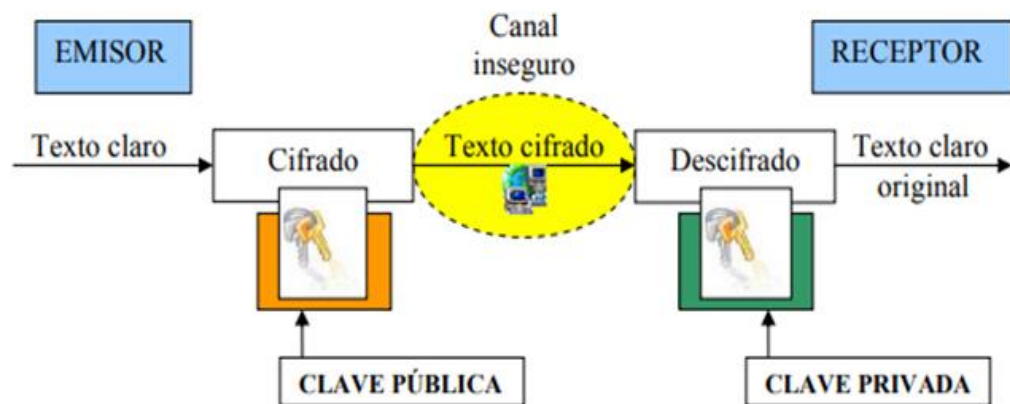
Fuente: Oficina de Seguridad del internauta. (2019). *Criptografía*. Consultado el 15 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2019/07/10/sabias-que-existen-distintostipos-de-cifrado-para-proteger-la-privacidad>.

4.5.1.2. Criptografía asimétrica

La encriptación se divide en dos tipos de clave, una pública y una privada, la clave privada solo el receptor debe de tener acceso, la clave pública es dada por el receptor a todo emisor con el cual él quiera tener una comunicación segura. (Mohamed, Reham y Hany, 2015)

En la Figura 5 se describe su funcionamiento.

Figura 5. Encriptación asimétrica



Fuente: Oficina de Seguridad del internauta. (2019). *Criptografía*. Consultado el 15 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2019/07/10/sabias-que-existen-distintostipos-de-cifrado-para-proteger-la-privacidad>.

4.5.2. Protocolo criptográfico Https y SSL/TLS

Son protocolos utilizados para proteger la información manejada en internet.

4.5.2.1. Https (Protocolo de transferencia de hiper texto)

Es un protocolo que toma como base el protocolo *HTTP*, el protocolo *HTTP* hace sus transferencia de datos en claro lo cual puede ser accesibles por terceros que intercepten la comunicación, en cambio *Https* su funcionalidad se centra en la seguridad de la transferencia de datos, por lo que cabe destacar que es la versión segura de *HTTP*, el protocolo *https* para crear la conexión segura emplea cifrado *SSL*, para asegurar que los datos viajen de forma segura de extremo a extremo. (Clark y Van Oorschot, 2013)

4.5.2.2. SSL/TLS

SSL(capa de sockets seguros) y *TLS*(Seguridad de la capa de transporte), son protocolos criptográficos que mantienen segura la conexión a internet, además de proteger la información confidencial donde interactúan dos sistemas, con la finalidad de impedir que un tercero (delincuente) lean, modifiquen o roben la información, *TLS* es la versión mejorada de *SSL* aunque comúnmente por motivos comerciales aun es llamado *SSL*. (Lee, Malkin y Nahum, 2007)

Su funcionamiento sigue los siguientes pasos:

- El cliente solicita establecer una conexión segura con el servidor.
- El servidor envía el certificado que contiene la clave pública (mediante encriptación asimétrica).

- El cliente verifica el certificado con las certificadoras autorizadas, caso contrario avisa al cliente que puede aceptar la comunicación bajo su propio riesgo.
- El cliente genera una clave simétrica aleatoria, la cual se cifra usando la clave pública del servidor.
- Ahora ambos conocen la clave simétrica y cifran su comunicación utilizando la clave simétrica mientras dure la sesión.

4.5.3. Funciones hashing

Se trata de un algoritmo matemático que permite transformar una entrada de datos arbitrarias, en una nueva serie de valores con representación salida fija, la cual siempre de la misma longitud, sin embargo estas funciones son muy utilizado para no almacenar contraseñas en texto plano, también es utilizada para asegurar la integridad de los mensajes, es una forma de asegurar que algunas comunicaciones o archivos no hayan sido alterados.

Un ejemplo claro de esto es la firma digital y links de descarga de contenido en el cual en su página publican el hash para que puedas verificar que lo descargado no ha sido alterado, entre las funciones más conocidas están MD5 y SHA los cuales son presentados en diferentes bloques de conversión, por lo que sus salidas de longitud fija van de la mano con sus bloques de conversión. (Dante, 2004)

4.6. COBIT

Cobit es un marco de referencia para el gobierno y gestión de las tecnologías de la información, el cual incluye procesos de operación y supervisión de sistemas para medir como se encuentra la gestión de la seguridad de la información, es decir el grado de madurez que tiene la tecnología de la información, permite evaluar el impacto que puede tener una vulnerabilidad de seguridad de la información, así como su probabilidad de que esta vulnerabilidad ocurra, todo esto es manejado dentro los niveles de riesgo que la empresa está dispuesto aceptar, al realizar la evaluación bajo este marco si hay casos en donde los riesgos son severos o críticos y no son aceptables por las empresas, se generan planes de acción para luego ser ejecutados con la finalidad de mitigar esos riesgos y minimizar el impacto que se pueda generar en el negocio, debido a la explotación de incidentes o vulnerabilidades que puedan suceder. (Hernández, 2015)

5. PRESENTACION DE RESULTADOS

5.1. Comparación de los medidores disponibles.

El objetivo de esta sección es de comparar las principales características técnicas de los medidores comerciales que existen y del medidor desarrollado por la empresa distribuidora de gas, para ello se efectúa un análisis de la información de los fabricantes, destacando de ella los datos técnicos relevantes para la implementación del sistema de información con los datos enviados del medidor inteligente.

La comparación de los medidores se efectuó sobre los que se pueden considerar inteligente y que posean algunas de las siguientes características básicas.

- Comunicación bidireccional, local y remota
- Medición local y remota
- Permite configuración de parámetros para la interoperabilidad técnica
 - Configuración de Gateway para acceso a internet
 - Configuración de muestreo automático de sensores
 - Configuración de actualización emparejamiento con un sensor diferente.
- Suministro de voltaje
- Tamaño compacto o grande

En la Tabla IV. Se muestran los atributos de los medidores comparados.

Tabla IV. **Comparación de características de los medidores.**

Nombr e medidor	Comun icación	Visual ización de la Medición	Ta maño	Pe rmite configurar	Suministr o de voltaje
Roches ter Elga	Unilate ral	Local	Me diano	no	cableado
RSI- 33521	Unilate ral	Remo ta	Gr ande	no	Batería
RSI- 12333	Unilate ral	local	Gr ande	no	Batería
RS-228	Unilate ral	local	Me diano	no	Batería
MIDE GAS	Unilate ral	Local	Me diano	no	cableado
CUENT A GAS	Unilate ral	Local	Me diano	no	cableado
NICO(Medidor de la empresa)	Unilate ral/ Bidirec cional	Local	Co mpacto	si	cableado/ batería

Fuente: elaboración propia.

Dada las cualidades técnicas que tiene el medidor desarrollado por la empresa distribuidora de gas denominado NICO, es el que se utiliza para realizar la implementación del sistema de información.

5.2. Limitaciones cualitativas del medidor inteligente

Al realizar las pruebas de campo cuando el medidor está operando por medio de baterías después de 2 ½ a 3 semanas de uso continuo con muestreos automáticos a cada minuto, el concentrador que se comunica con el medidor puede presentar pérdida de información debido al agotamiento de las pilas en el medidor, por lo cual es una variable a considerar.

Otras de las limitaciones dependerá también de la ubicación del concentrador, dado a que si se encuentra en un lugar demasiado encerrado. Por ejemplo que se encuentre instalado dentro del establecimiento, rodeado dentro varias paredes de concreto, pueden ocurrir fallos de comunicación entre el concentrador y el medidor, por lo que se recomiendan que estén en ubicaciones a línea de vista o utilizar en el concentrador una antena y que se encuentre a línea de vista con el medidor.

Además se integra al medidor un módulo de comunicación WIFI esp8266 que sirve para la comunicación remota al sistema de información, por lo que también se debe de considerar la variable de conexión a internet del concentrador, puesto que pueden ocurrir fallas en la conexión a internet debido a los siguientes factores:

- Caída del servicio de internet del cliente o la empresa de gas
- Concentrador demasiado retirado del punto de acceso wifi
- Caída del suministro eléctrico

5.3. Datos a manejar para la interoperabilidad técnica con el concentrador y el sistema.

Entre los datos a manejar se encuentran los siguientes:

- Dirección MAC del concentrador
- Código único del medidor
- Tiempo de muestreo de información
- Variable de disparo de solicitud de actualización de parámetros
- Datos de medición
- Códigos de estatus de envío de información

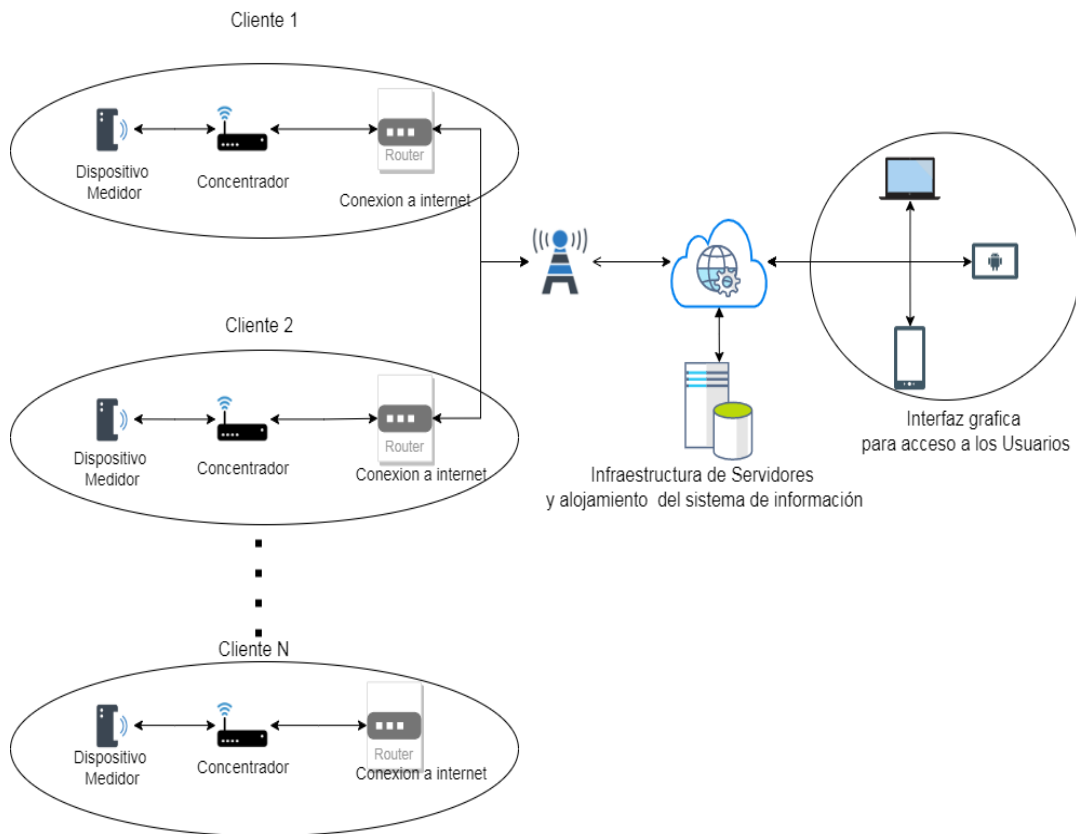
A continuación se describe de qué forma se utilizan los datos anteriormente mencionados:

- El dato de la dirección MAC nos sirve para la adopción del dispositivo hacia nuestro sistema.
- El código único de cada medidor nos sirve para permitir una actualización al concentrador y este pueda emparentarse con el medidor.
- El tiempo de muestreo sirve para indicarle al concentrador en que períodos de tiempo debe de realizar peticiones de información al medidor conectado en la pipa estacionaria.
- Variable de disparo de actualización: sirve para la actualización de los parámetros de interoperabilidad técnica del concentrador los cuales se pueden realizar de la siguiente forma:
 - Remota: sucede a través del sistema de información al cambiar los parámetros de la interoperabilidad técnica del medidor NICO, se dispara la variable de actualización, para que cuando el concentrador envíe información de la medición o el revise si ha cambiado el estado de la variable de disparo de actualización, revisa la variable y vea que hay nuevos cambios, por lo cual luego él solicita y recibe los nuevos parámetros de la interoperabilidad técnica.
 - Local: sucede a través de un botón que se encuentra en el concentrador, para que al ser presionado en cierto intervalo de tiempo este solicite una actualización forzada de parámetros de la interoperabilidad técnica.

5.4. Elementos del sistema de información

El sistema de información diseñado e implementado para el monitoreo y recabo de los datos enviados por el medidor NICO, en un esquema general se visualizan en la Figura 6.

Figura 6. Componentes del sistema de información

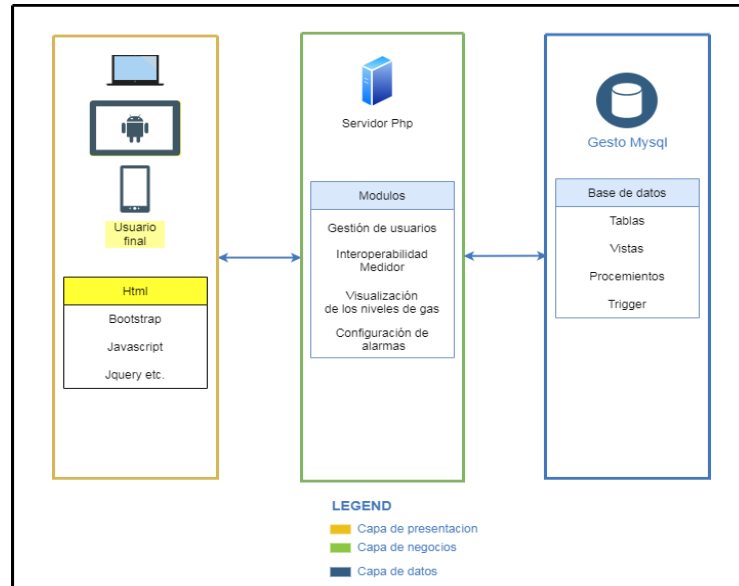


Fuente: elaboración propia.

Los componentes que conforman nuestro sistema como lo muestra la Figura 6 se describen a continuación:

- Dispositivo medidor: es el que se instala en el tanque estacionario sustituyendo al magnetel, este dispositivo se encuentra en espera de que el concentrador envíe una solicitud de información, al recibir la solicitud, realiza una lectura con el sensor de efecto Hall y envía la información al concentrador.
- Concentrador: es el encargado de realizar solicitudes periódicas de información al medidor, luego recibir la información del medidor, para visualizar la información de forma local del nivel de gas en el tanque por medio de un display, además que permite ser configurado mediante internet a través del ESP8266, también empaqueta la información recibida del medidor para luego enviarla por protocolos tcp a nuestro sistema de información.
- El sistema de información está construido bajo una arquitectura de 3 capas las cuales son presentación, negocio y datos, en la Figura 7 se describe la arquitectura, módulos y herramientas que se utilizaron.

Figura 7. **Modelo arquitectura de 3 capas**



Fuente: elaboración propia.

5.5. Frontend del sistema de información

La visualización del sistema se divide en tres secciones claves:

- Acceso al sistema a través de usuario y password
- Visualización de la información de los medidores instalados en los tanques estacionarios de cada cliente.
- Configuración de parámetros de la interoperabilidad técnica con el medidor inteligente.

5.5.1. Acceso a través de usuario y password

Por lo que la primera es la entrada al sistema información la cual se visualiza en la

Figura 8.

Figura 8. Login



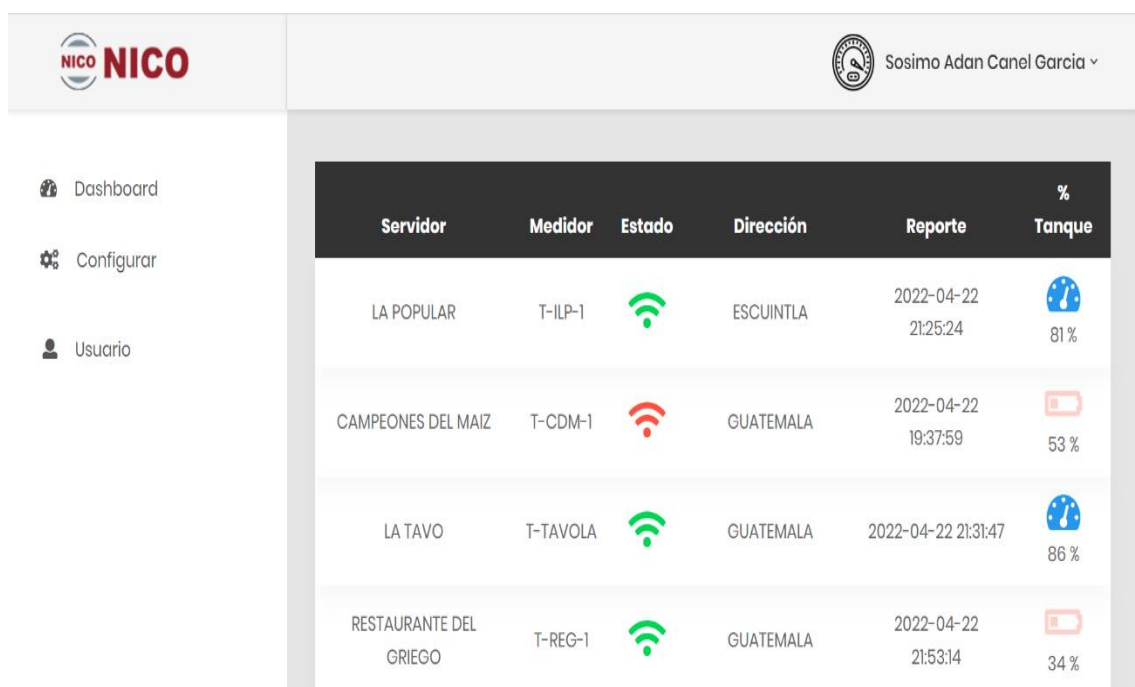
The image shows a login interface for a system named NICO. At the top center is the NICO logo, which consists of a circular icon with a stylized 'N' and the word 'NICO' in bold red capital letters. Below the logo, there are two input fields. The first field is labeled 'Ingrese su nombre de usuario' and contains the placeholder text 'Usuario'. The second field is labeled 'Ingrese su contraseña' and contains the placeholder text 'Contraseña'. Below these fields is a blue rectangular button with the text 'SIGN IN' in white capital letters. The entire login form is enclosed in a light gray border.

Fuente: elaboración propia.









5.5.2. Visualización de la información de los medidores

Luego de ingresar al sistema se es redirigido al dashboard que corresponde a nuestra sección 2, la cual es donde se visualiza de la información en tiempo real de los medidores como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. **Dashboard**



The screenshot shows a web dashboard for 'NICO'. The header includes the NICO logo and a user profile for 'Sosimo Adan Canel Garcia'. The left sidebar has navigation links for 'Dashboard', 'Configurar', and 'Usuario'. The main content area displays a table with the following data:

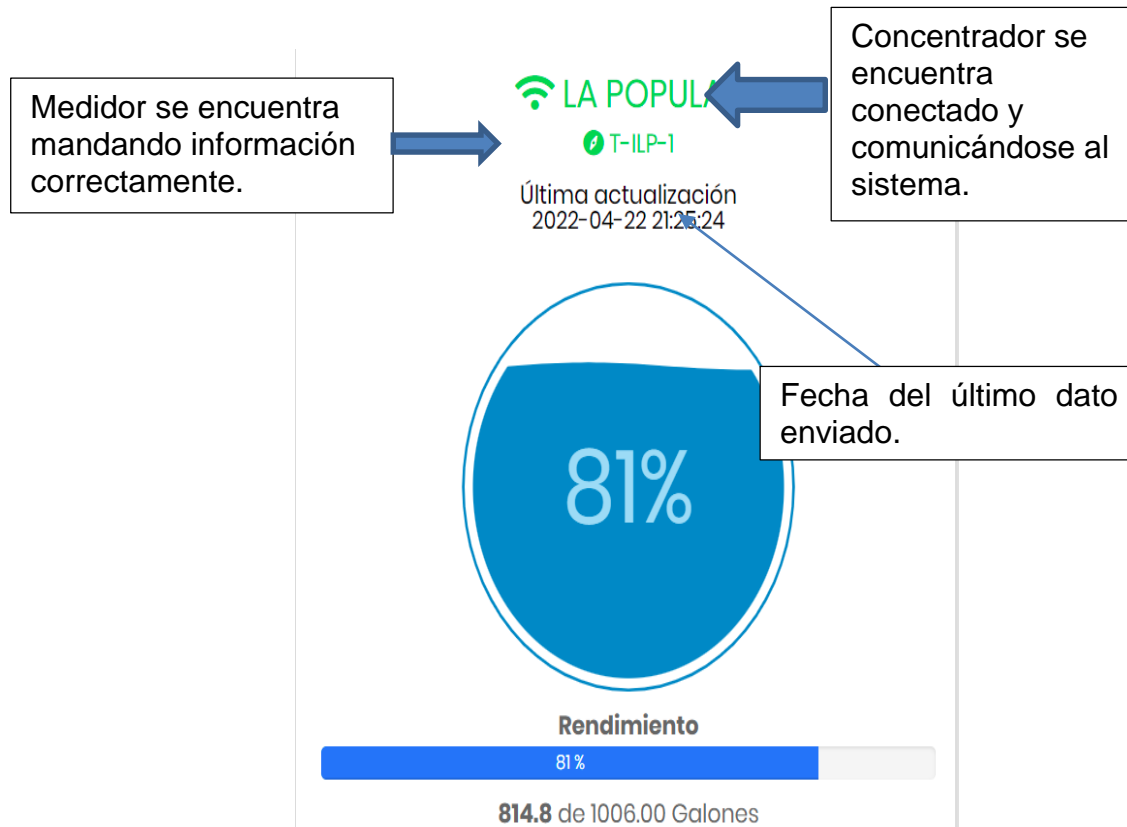
Servidor	Medidor	Estado	Dirección	Reporte	% Tanque
LA POPULAR	T-ILP-1		ESCUINTLA	2022-04-22 21:25:24	 81 %
CAMPEONES DEL MAIZ	T-CDM-1		GUATEMALA	2022-04-22 19:37:59	 53 %
LA TAVO	T-TAVOLA		GUATEMALA	2022-04-22 21:31:47	 86 %
RESTAURANTE DEL GRIEGO	T-REG-1		GUATEMALA	2022-04-22 21:53:14	 34 %

Fuente: elaboración propia.

Al dar clic sobre el nombre del servidor nos da más información del estatus de cada medidor los cuales se describen los siguientes escenarios:

- Comunicación correcta con nuestro concentrador y medidor tal como se visualiza en la Figura 10.

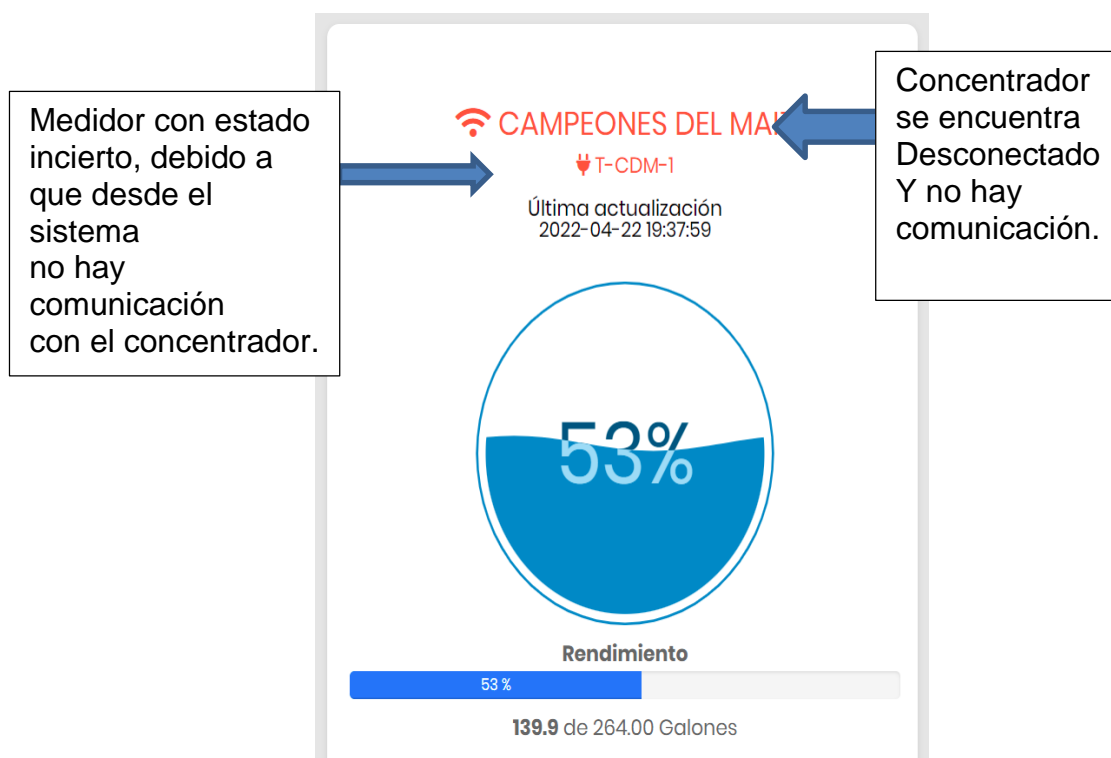
Figura 10. **Estatus correcto**



Fuente: elaboración propia.

- No se ha entablado comunicación con el concentrador ni el medidor, a diferencia del estado anterior en el sistema se mostraran en rojo el concentrador y el medidor tal como se visualiza en la Figura 11.

Figura 11. **Concentrador y medidor desconectados.**



Fuente: elaboración propia.

- Concentrador operando bien, pero medidor con falla por agotamiento de pilas o falla del medidor, se mostrará un icono de revisión para el medidor tal como se visualiza en la Figura 12.

Figura 12. **Concentrador ok y medidor con falla**



Fuente: elaboración propia.

5.5.3. Configuración de parámetros de la interoperabilidad técnica con el medidor inteligente.

La sección 3 es la que corresponde a la configuración de parámetros para la interoperabilidad técnica con el medidor, al dar clic en el menú configurar nos permite configurar los concentradores, los cuales en el sistema los identificamos como Servidores, aquí nos permite configurar el tiempo de muestreo del concentrador con el medidor, el estatus (activo o inactivo), dirección y el nombre del servidor tal como se visualiza en la Figura 13.

Figura 13. **Configurar Servidor**



#	Nombre	Mac Address	(T) Comunicación	Estado	Dirección
1	LA POPULAR	84:d:8e:bf:7d:df	300000	ACTIVO 	ESCUINTLA
2	CAMPEONES DEL MAIZ	2C:F4:32:e:9b:b9	300000	ACTIVO 	GUATEMALA
3	LA TAVO	2C:F4:32:e:9b:b2	300000	ACTIVO 	GUATEMALA
4	RESTAURANTE DEL GRIEGO	84:d:8e:bf:7d:c5	300000	ACTIVO 	GUATEMALA

Fuente: elaboración propia.

También permite configurar los medidores, es donde colocamos el número de serie del medidor con el cual se comunica el servidor, la capacidad del tanque, estatus (activo o inactivo) y la alarma tal como se visualiza en la Figura 14.

Figura 14. **Configurar medidor**



#	Nombre	Serie	Capacidad	Medidor	Alarma %
1	T-ILP-1	0PSNWQ4LKWQZX9Y	1006	ACTIVO 	50
2	T-CDM-1	0TP32HT28ASW4KH	264	ACTIVO 	10
3	T-TAVOLA	0UZS9R44SETWRPK	250	ACTIVO 	30
4	T-REG-1	047NCWGJLKEUJLB	500	ACTIVO 	20

Fuente: elaboración propia

Las notificaciones por correo cuando el nivel de gas han llegado al valor configurado, se recibe en el correo la alerta, la cual se visualiza en la Figura 15.

Figura 15. **Notificación al correo**



Fuente: elaboración propia.

5.6. Conexión al sistema utilizando ESP8266

El módulo nos permite 3 tipos de configuraciones diferentes que hacen posible integrarlo de una forma fácil en nuestro sistema de información, el módulo esp8266 ha sido integrado a nuestro concentrador, para interconectarnos al sistema a través de una conexión red wifi con conexión a internet, para lograr así el intercambio de información entre nuestro sistema y el concentrador que es el que obtiene los datos del medidor conectado al tanque estacionario.

5.6.1. Configuración del ESP8266 modo Wifi

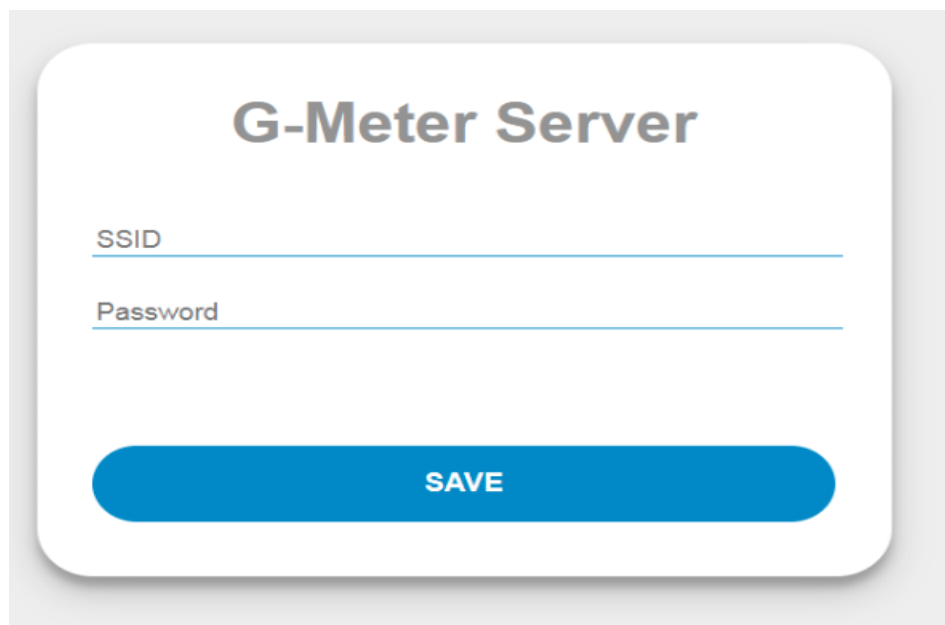
Dado que es un potente chip que tiene integrada una memoria llamada EEPROM, lo cual nos da la facilidad de guardar parámetros en ciertos espacios

de memoria o sobrescribirlos por una nueva información, por lo que para este propósito nos interesan guardar los siguientes parámetros como lo sería el nombre del SSID de la red WIFI y la contraseña del mismo.

5.6.2. Configuración del ESP8266 modo Access Point

En este modo de configuración nos permite acceder hacia el módulo como si este fuera un punto de acceso WIFI, cuando nos conectamos a él, nos redirigirá a una página que integramos en el módulo, donde introducimos el SSID y el password de la red wifi que nos proveerá internet tal como se visualiza en la Figura 16.

Figura 16. **Parámetros de configuración a internet del concentrador**

The image shows a web interface for a device named "G-Meter Server". It features two input fields: "SSID" and "Password", each with a blue underline. Below these fields is a large, rounded blue button with the word "SAVE" in white capital letters. The entire interface is contained within a white rounded rectangle with a subtle drop shadow on a light gray background.

Fuente: elaboración propia.

Ahora con cualquier dispositivo que ha accedido al punto de acceso de este módulo, podrá configurar los parámetros de una red wifi con la finalidad de que nuestro concentrador pueda obtener acceso a internet.

5.6.3. Configuración del ESP8266 WPS

En este modo nos permite aprovechar una funcionalidad que tiene varios Router, en el cual al presionar dicho botón los Router se comunican con nuestro modulo, para comenzar el intercambio automático de las credenciales.

5.7. Tipos de comunicación de datos que permite el módulo ESP8266

El esp8266 nos permite utilizar algunos protocolos de comunicación entre las cuales se mencionan los siguientes.

5.7.1. Comunicación a través de protocolo http método post

El ESP8266 permite trabajar http que es un protocolo de transferencia de hiper texto que permite la comunicación cliente/servidor, en el cual es una comunicación unidireccional y se inicia la comunicación del lado del cliente hacia el servidor, el código se programó en arduino y se cargó al esp8266. La data la podemos enviar de dos formas que se mencionan a continuación:

- Datos no estructurados a través de protocolo http ejemplo de datos a insertar:

```
client.connect(host, port)
```

```
String url = "https://www.server_pruebas.com/data_sensor.php";
```

```
String data = "mac=" + clientMac + ",valor=" + String(dat1);
```

```
client.print ("POST " + url + " HTTP/1.1\r\n" + "Host: " + host + "\r\n" +
```

```
"Accept: */*\r\n" + "Content-Length: " + data.length() + "\r\n" + "Content-  
Type: text/plain\r\n" + "\r\n" + data);  
client.stop();
```

Los parámetros están identificados como:

- Url: dirección del servidor la cual recibirá la petición post
- Host: dirección ip o dominio de nuestro servidor
- Data.length: la cantidad de caracteres que contiene nuestra variable string data.
- Data: es el string que enviaremos, el cual está compuesto de la dirección mac del ESP8266, el valor enviado del medidor y una variable estatus.
- Dat1: Esta variable contiene el id único del medidor conectado al tanque estacionario y la lectura del tanque en ese momento.

El parámetro recibido por nuestro servidor será el siguiente texto:

```
"mac=DE:AB:BE:EF:FE:E4,id_medidor=12329293,lectura=25%,es  
tatus=0"
```

- Como son datos no estructurados se pueden guardar en la bd en una tabla de una sola columna o realizar un parseo de la información recibida y guardar los datos en una tabla relacional.
- Ejemplo de Datos estructurados a través de protocolo http con formato Json.

Se debe de incluir a nuestro programador arduino la librería

```
#include <ArduinoJson.h>
```

```
JsonObject& data = jsonBuffer.createObject();
```

```
data["mac"] = clientmac;
```

```

data["id_medidor"] = id_med;
data["lectura"] = lectura_sensor;
data["estatus"] = estado;
client.connect(host, port)
String url = "https://www.server_pruebas.com/data.php";
    client.print ("POST " + url + " HTTP/1.1\r\n" + "Host: " + host + "\r\n"
+ "Accept: */*\r\n" + "Content-Length: " + data.length() + "\r\n" + " Content-
Type: application/json\r\n" + "\r\n" + data);
    client.stop().

```

La diferencia con el anterior es que los datos enviados ya llevan una estructura definida a través del objeto json. Por lo cual la data recibida en el servidor tiene la siguiente estructura:

```

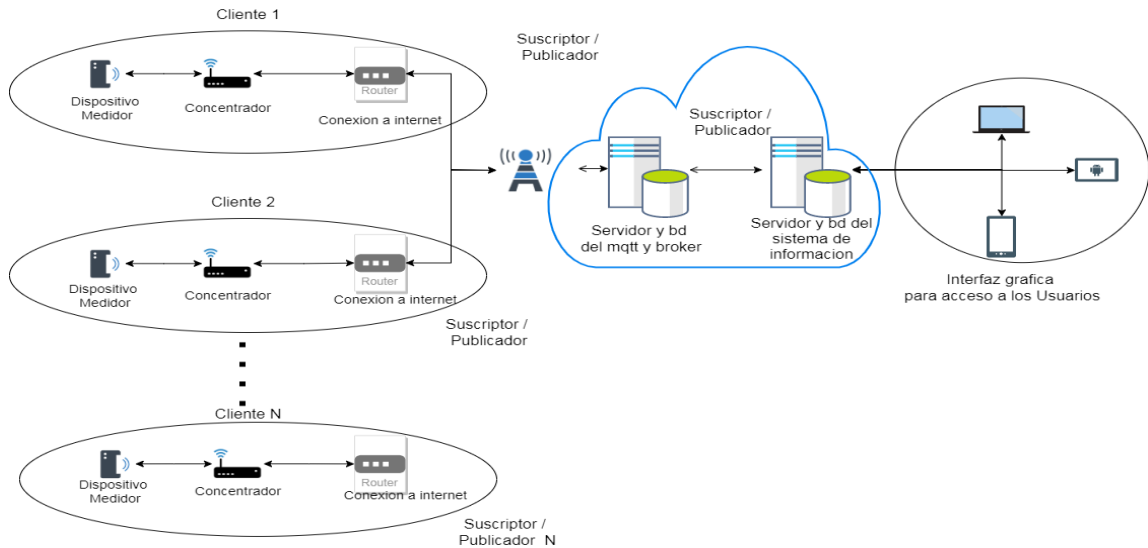
{
  "mac": " DE:AB:BE:EF:FE:E4",
  "id_medidor": 12329293,
  "lectura": "25%",
  "estatus": "0"
}

```

5.7.2. Comunicación a través del protocolo Mqtt

En este tipo de comunicación el esp8266 entabla una comunicación con un servidor que sirve como un bróker de comunicación en el cual guarda la información sin estructurar de las publicaciones y suscripciones que pasen a través de él. Por lo que si se utiliza este protocolo, nuestros componentes en una vista general cambian y queda tal como se visualiza en la Figura 17.

Figura 17. Componentes con protocolo Mqtt



Fuente: elaboración propia.

Como se ve en la Figura 17, es necesaria la instalación de un servidor que sirva como bróker y tenga también una bd donde se almacenan todas las comunicaciones de las publicaciones y suscripciones.

Para suscribirte o publicar en el servidor mqtt primero debes de autenticarte a través de un usuario y password. Además por cada medidor se debe de tener dos canales:

- Un suscriptor que sirve para que el servidor del sistema de información pueda mandar parámetros al medidor.

- Un publicador que sirve para que el medidor pueda enviar la información hacia el servidor.

Permitiendo así una comunicación bidireccional. La información enviada por este protocolo es por datos no estructurados, por lo que al recibir la información a nuestro sistema de información, se deberá separar para luego estructurar la data.

Ejemplo del protocolo MQTT en el módulo ESP8266:

SETUP

```
client.setServer(mqtt_server, 1883);
client.setCallback(callback);
```

Formato de envío:

```
If (client.connect("mac_esp", "usuario", "clave")) {
    Serial.println(F("connectado"));
    client.publish("id_cliente","mac=DE:AB:BE:EF:FE:E4,id_medidor=123292
93,lectura=25%,estatus=0");
    client.subscribe("servidor");
}
```

Formato de recepción:

```
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    Serial.print(F("Mensaje recibido["));
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        Serial.print((char)payload[i]);
    }
}
```

```
Serial.println();
}
```

Para agregarle seguridad en el envío de información, se debe agregar un certificado de seguridad al servidor bróker y habilitar la apertura del puerto 1883 si se usa sin seguridad en el envío de datos, y 8883 si se usan con certificado de seguridad.

5.7.3. Comparación de los protocolos MQTT y http

A continuación en la tabla V. Se resumen las características principales ambos protocolos.

Tabla V. **Mqtt Vs Http**

Protocolo de comunicación	Tipo de datos que maneja	Modelo	Datos principales	Seguridad	Tolerancia a fallos	Capacidad de envío de datos
HTTP	Estructurados/ No estructurados	request/response – cliente/servidor	Codificados	TLS	Específica de la implementación	Alta
MQTT	No estructurados	Publicación/suscripción	No definidos	TLS	El nodo central broker es el punto unico de fallo (SPoF)	baja

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que las diferencias principales de ambos protocolos son:

- La capacidad de envío de datos, por lo que el protocolo Mqtt es más orientado al envío de pequeños datos y su arquitectura se relaciona más al uso de aplicaciones móviles y telemetría.

- Http permite estructurar la información.
- Mqtt requiere la instalación de un servidor como bróker y una base de datos que almacena las publicaciones y suscripciones que pasan a través de él.
- Mqtt agrega un punto único de fallo
- Para agregarle seguridad a ambos protocolos en el caso de Http basta con agregarle el certificado de seguridad a nuestro servidor donde se aloja el sistema de información. En caso del mqtt se debe de agregarle un certificado de seguridad al servidor que sirve como bróker.

5.8. Políticas de seguridad para la información.

Entre las políticas que se implementaron en el sistema de información mencionamos las siguientes:

- Política de control de acceso: Implementación de RBAC (Roles-based access control), para mejorar la seguridad a través de un control de acceso basado en roles y privilegios.
- Política de cifrado de información: El sistema de información debe de poseer certificado de seguridad SSL/TLS para que toda comunicación a través de la interfaz gráfica del sistema de información se envíe cifrada hacia el servidor.
- Política de protección de contraseñas: Las contraseñas de ingreso al sistema deben de ser guardados de una forma encriptada en la base de datos.

- Política de resguardo de la información: Implementar copias de respaldo.
- Política de disponibilidad del sistema de información: el sistema información debe de estar disponible ante eventos de fallos eléctricos y/o conexiones a internet.
- Política de documentación del uso del sistema y medidores: Implementar manuales y videos para las configuraciones en la interoperabilidad del dispositivo en el sistema y en la configuración física del dispositivo medidor.

Por lo que en una fase inicial del proceso de construcción del sistema y la aplicación de las políticas se hace uso de la herramienta marco referencial COBIT y del juicio experto con la finalidad de medir el objetivo de control de estas políticas, por lo que en el inicio del sistema de información en marcha, se evalúa el control de las políticas con las siguientes preguntas y respuesta a la misma.

- ¿Se ha implementado un control de acceso basado en roles al sistema?

R// Inicialmente no se tenía un control por roles, por lo que se fueron realizando pruebas al sistema y al dispositivo físico, se observa que el personal realizaba una mal configuración tanto en el sistema como en el dispositivo físico.

- ¿Se encuentra instalado un certificado de seguridad al sistema?

R// No, en su etapa inicial se encontraba operando a través de un ip privada con direccionamiento al servidor, la comunicación se realizaba a través de http.

- ¿Las contraseñas guardadas se guardan textualmente?

R//Sí, se guardaban textualmente ejemplo si el password de Michael "Pferna8920:", ese mismo valor se guardaba en la base de datos.

- ¿Se implementan copias de respaldo periódicamente?

R// sí, se realizan de una forma manual cada 7 días.

- ¿El sistema está disponible en todo momento?

R// No, debido a que en donde se encontraba el equipo que era accedido a través de su ip pública, el servicio de internet se cae derivado de fallas muy concurrente en el servicio eléctrico o del proveedor de internet.

- ¿Se han implementado los manuales y trasladado al personal encargado?

R//Inicialmente los procedimientos solo fueron compartidos a través de videos o verbalmente.

- ¿Las políticas de SI, se adaptan continuamente a las necesidades y cambios de la organización?

R// Inicialmente no.

Por lo que haciendo uso del juicio experto y aplicando COBIT se evalúan los controles y el apetito al riesgo (riesgo aceptado por la empresa) de dichos controles, además de sugerir y realizar un plan de acción para reducir esos riesgos, los cuales se visualizan en la siguiente Tabla VI.

Tabla VI. COBIT Evaluación previa.

N1	N2	N3	N4	CONTROL / PREGUNTA	MADUREZ (0-5)	IMPACTO (0-10)	PROBABILIDAD (0-10)	RIESGO RESIDUAL	Apetito al Riesgo	PLANES DE ACCIÓN
5				POLÍTICAS DE SEGURIDAD	1.50	8.67	8.00	39.33	!	
5	1			Directrices de la Dirección en seguridad de la información.	1.50	8.67	8.00	39.33		
5	1	1		Conjunto de políticas para la seguridad de la información.	1.50	8.33	8.00	36.67		
5	1	1	1	¿Se ha implementado un control de acceso basado en roles al sistema?	1.00	9.00	9.00	61.00	✗	Implementación de control de acceso al sistema y a la gestión del Hosting o Nube
5	1	1	2	¿Se encuentra instalado certificado de seguridad al sistema?	1.00	10.00	8.00	60.00	✗	Adquisición de un dominio y compra de certificado de seguridad.
5	1	1	3	¿Las contraseñas guardadas se guardan textualmente?	2.00	8.00	9.00	32.00	!	Guardado de contraseña en un formato cifrado.
5	1	1	4	¿Se implementan copias de respaldo periódicamente?	2.00	8.00	8.00	24.00	✓	Script para realización del backup.
5	1	1	5	¿El sistema esta disponible en todo momento?	1.00	10.00	9.00	70.00	✗	Migración del servicio a un Hosting o Nube
5	1	1	6	¿Se han implementado los manuales y trasladado al personal encargado?	2.00	5.00	5.00	-15.00	✓	Redacción de manuales en formato pdf y traslado de los mismos.
5	1	2		Revisión de las políticas para la seguridad de la información	1.50	9.00	8.00	42.00		
5	1	2	1	¿Las políticas de SI, se adaptan continuamente las necesidades y cambios de la organización?	1.50	9.00	8.00	42.00	!	

Nomenclatura apetito al riesgo	Icono
Menor a 30 = verde (aceptable)	✓
Entre 30 a 54 = amarilla (Seria)	!
Mayor a 55 = Roja (Critica)	✗

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se procedió a ejecutar los planes de acción que figuran en la Tabla VI. En el siguiente orden de prioridad:

- Migración del servicio a un hosting o nube: Se migra el servidor a un hosting.
- Adquisición de dominio y compra de certificado de seguridad: Se adquiere un dominio y un certificado Tls con cifrado RSA 2048 bits.
- Implementación de control de acceso al sistema y a la gestión del Hosting o Nube, el cual se describe en la Tabla VII.

Tabla VII. **Roles y Privilegios**

Nivel de usuario	Roles de Usuarios	Gestión de derechos de usuarios
1	Gerente de Cuentas	<ul style="list-style-type: none"> •Administra cuenta principal de Hosting o nube, incluidas compras de productos. •Acceso al sistema de información con permiso al módulo de visualización.
1	Administrador de sistema	<ul style="list-style-type: none"> •Acceso al hosting o nube por cuenta secundaria delegada, no incluye compras de productos. •Permiso de instalación/desinstalación de programas. •Acceso al Backend y Frontend. •Acceso total al sistema de información de los niveles de gas módulo de configuración y módulo de visualización
2	Consultor de Ventas/Logística	<ul style="list-style-type: none"> •Ingreso al sistema de información con permiso al módulo de visualización.
3	Desarrolladores del dispositivo/ Instaladores	<ul style="list-style-type: none"> •Ingreso al sistema de información con permiso al módulo de visualización. •Configuración Física del Medidor

Fuente: elaboración propia.

- Guardado de contraseña en un formato cifrado: la contraseña se guarda cifrada con una función hash.
- Script para la realización de backup: se integra una tarea a una hora fijada al cron job, para la ejecución de un script en segundo plano, que realiza el backup.
- Redacción de manuales en formato pdf y traslado de los mismos

Con cada plan de acción realizado, este produce un efecto de madurez en cada una de nuestras políticas implementadas, por lo que conlleva también a la reducción de probabilidad de ocurrencia de vulnerabilidades y a la reducción del impacto que genera a la empresa.

Al finalizar los planes de acción se vuelve a evaluar utilizando la herramienta COBIT, para visualizar las mejoras producidas a la madurez de las políticas de la empresa y la reducción del riesgo residual. En la Tabla VIII. Se muestran los valores finales de la madurez de la empresa, impacto, probabilidad y riesgo residual. Existiendo una mejora del dominio de políticas de seguridad del 33.4 % en la madurez de la empresa y una reducción del riesgo residual a un valor de -45.27, dichos valores ya se encuentran en un rango aceptable para la empresa y se plantea la mejora continua de la misma.

Tabla VIII. COBIT evaluación actual

N1	N2	N3	N4	CONTROL / PREGUNTA	MADUREZ (0-5)	IMPACTO (0-10)	PROBABILIDAD (0-10)	RIESGO RESIDUAL	Apetito al Riesgo
5				POLÍTICAS DE SEGURIDAD	3.17	4.25	4.25	-45.27	
5	1			Directrices de la Dirección en seguridad de la información.	3.17	4.25	4.25	-45.27	
5	1	1		Conjunto de políticas para la seguridad de la información.	3.33	4.50	4.50	-46.42	
5	1	1	1	¿Se ha implementado un control de acceso basado en roles al sistema?	3.00	4.00	4.00	-44.00	
5	1	1	2	¿Se encuentra instalado certificado de seguridad al sistema?	4.00	6.00	6.00	-44.00	
5	1	1	3	¿Las contraseñas guardadas no se guardan textualmente?	4.00	4.00	4.00	-64.00	
5	1	1	4	¿Se implementan copias de respaldo periódicamente?	3.00	5.00	5.00	-35.00	
5	1	1	5	¿El sistema está disponible en todo momento?	3.00	4.00	4.00	-44.00	
5	1	1	6	¿Se han implementado los manuales y trasladado al personal encargado?	3.00	4.00	4.00	-44.00	
5	1	2		Revisión de las políticas para la seguridad de la información	3.00	5.00	5.00	-35.00	
5	1	2	1	¿Las políticas de SI, se adaptan continuamente las necesidades y cambios de la organización?	3.00	5.00	5.00	-35.00	

Fuente: elaboración propia.

Derivado de los cambios, ahora se debe de adicionar unas políticas de seguridad las cuales son:

- Políticas de terceros: Revisión de políticas de *privacidad del proveedor de servicios de terceros* (Hosting o Nube).

- Política de acceso a servicios de terceros: Implementar cuentas independientes y controladas para administradores ante servicios de terceros.
- Políticas de revocación de privilegios: Revocar los derechos de acceso al sistema acorde a los cambios con los usuarios.

Los resultados del sistema desarrollado para el monitoreo de los niveles de gas en tiempo real, han sido beneficiosos para la empresa, puesto que pueden acceder en cualquier momento a la información en tiempo real de los niveles de gas y la herramienta de configuración de niveles bajos de gas ha sido de utilidad, ya que sin necesidad de acceder al sistema, la alerta llega automáticamente por correo.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se evaluaron las características técnicas de los medidores comerciales y el desarrollado por la empresa distribuidora de gas, se escoge al medidor de la empresa denominado NICO, debido a lo compacto del dispositivo y a la comunicación unidireccional y bidireccional que este permite.

Entre los protocolos de comunicación que permite el módulo ESP8266 hacia nuestro sistema de información, se evaluaron ambos protocolos http y mqtt. Entre estos se decide escoger el protocolo http por la seguridad en las comunicaciones que nos ofrece nuestro certificado tls y la capacidad de envío de datos que este protocolo maneja. Además de que no implica una infraestructura adicional, como lo que pasa al utilizar el protocolo de telemetría mqtt en el cual es necesario instalar un servidor mqtt-broker que se encarga como un router de las comunicaciones suscriptor y publicador que ocurren por cada medidor instalado y que se comunica a nuestro sistema de información, también se debe de agregar un certificado tls adicional para cifrar las comunicaciones, la demora del tiempo adicional en convertir los datos no estructurados para almacenarlos en tablas relacionales y como tener que verificar la disponibilidad del servidor mqtt-broker.

Entre el modelo de datos a trabajar se escoge el de datos estructurados a través del protocolo http con formato JSON, además que se adecua perfectamente al modelo de negocio del sistema de información desarrollado para obtener los datos en tiempo real, puesto que es más eficiente para procesar la información de cada medidor, además permite relacionar los datos al módulo de alertas, parámetros de configuración y muestreo.

6.1. Sistema de información de los niveles de gas

El sistema presenta de una forma amigable al usuario la visualización del porcentaje actual de los tanques estacionarios, por lo que es de utilidad para el encargado de logística, puesto que con dicha información puede mejorar sus rutas de entrega y reservar el suministro adecuado para proveer al cliente con tal de maximizar la venta. Además que con el protocolo de comunicación escogido permite la correcta interoperabilidad técnica entre el medidor y el sistema, por lo que se pueden configurar los parámetros de interconexión del concentrador y el medidor, el tiempo de muestreo, la capacidad de cada tanque, y las alertas para recibir la notificación en caso los niveles de gas llegaron al valor configurado o están por debajo de este.

6.2. La herramienta COBIT aplicada al control de políticas de seguridad

Esta herramienta nos permite evaluar bajo una crítica de juicio experto nuestro dominio en las políticas de seguridad, con tal de tener un valor de referencia de nuestro estado actual y si estamos cumpliendo con dicho control, con esta evaluación se dispone de declarar una escala de niveles de aceptación al riesgo que la empresa está dispuesta a manejar para alcanzar sus objetivos estratégicos.

En la evaluación se observan riesgos serios o críticos, nos insta a tomar medidas para sugerir y ejecutar planes de acción, con el objetivo de reducir los riesgos y mejorar nuestros controles. Se debe de tomar en cuenta que las políticas de seguridad deben de estar en constante actualización para adecuarse a los requerimientos del negocio.

6.3. Investigaciones futuras

Conforme el sistema crezca en clientes y obteniendo más información, se sugiere implementar un módulo de generación de rutas automáticas o predicciones de cuánto gas lp de suministro será requerido, con el objetivo de anticipar compras y abastecer a la planta.

CONCLUSIONES

1. El sistema de información implementado recibe la información de los medidores inteligentes de gas, para permitir la interacción de una forma amigable al usuario final, la visualización del estatus de los niveles de gas de cada cliente y alertas de los niveles bajos de gas en la pipa.
2. El sistema permite la correcta interoperabilidad técnica con el medidor, a través de su protocolo de comunicación, haciendo uso del módulo de configuración para actualizar los nuevos parámetros al medidor inteligente.
3. Se determinó que el protocolo de comunicación http con formato JSON es eficiente y permite una manera adecuada de estructuración de la información para la integración eficiente de la información al sistema del monitoreo de los niveles de gas.
4. Se implementaron las políticas de seguridad al sistema y para evaluarlas se hace uso del marco referencial COBIT. Dicho marco brinda una guía para evaluar la situación actual, detectar riesgos y mitigarlos. Se implementó la política de control de acceso para restringir, administrar y resguardar la información de manera pertinente en el sistema de monitoreo de los niveles de gas en las pipas.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar el sistema de información, agregando nuevos sensores inteligentes con un propósito distinto al utilizado en este sistema.
2. Revisar y monitorear el incremento de los clientes, puesto que se obtendrá más información de los medidores inteligentes, dado a ese incremento de información se deba implementar un módulo de predicción que estime cuanto gas será requerido para abastecerse y distribuir a sus clientes.
3. Ampliar el marco referencial COBIT para ser utilizado en otras áreas para evaluar, identificar y mitigar los posibles riesgos.

REFERENCIAS

1. Akintade, O.O., Yesufu, T.K., y Kehinde, L, (2019). *Development of Power Consumption Models for Esp8266-Enabled Low-Cost IoT Monitoring Nodes. Advances in Internet of Things, 9, 1-14* doi:10.4236/ait.2019.91001.
2. Andreu, R., Ricart J. E. Y Valor, J, (1991): *Estrategia y Sistemas de Información*. Madrid, España: McGraw-Hill.
3. F. I. Wiratama, M. Syaifuddin, I. K. Wibowo, F. Ardilla and A. Purnomo, (2018). *Gas Billing System based on Automatic Meter Reading on Diaphragm Gas Meter with Email Notification," 2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC)* pp. 395-402. Bali,Indonesia. doi: 10.1109/KCIC.2018.8628521.
4. González, D, (2004). *Seguridad en redes y Criptografía* (Tesis de Maestría) Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, Monterrey.
5. Hernández, G, (2015). *Desarrollo de un programa de auditoria para la evaluación del sistema para la gestión de la seguridad de la información del banco Popular, de conformidad con los marcos de referencia: ISO/IEC 27001 Y COBIT* (Tesis de Maestría) Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

6. G . Nandha Kumar, G. Nishanth, E. S. Praveen Kumar, B. Archana (2017) *Arduino based Automatic Plant Watering System with Internet of Things International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 6(3) doi 10.15662/IJAREEIE.2017.0603144.

7. Gerasimov, A., Heuser, P., Ketteniß, H., Letmathe, P., Michael, J., Netz, L., Rumpe, B., y Varga, S. (2020). *Generated Enterprise Information Systems: MDSE for Maintainable Co-Development of Frontend and Backend*. Modellierung.

8. Goudar, R. (2012). *Multilayer Security Mechanism in Computer Networks. Computer Engineering and Intelligent Systems*, 3, Pp53-57.

9. J. Clark and P. C. van Oorschot,(2013). *SoK: SSL and HTTPS: Revisiting Past Challenges and Evaluating Certificate Trust Model Enhancements*. pp. 511-525 Berkeley: IEEE Symposium on Security and Privacy. doi: 10.1109/SP.2013.41.

10. Jr, Carlos y Wiedemann, Ronie y Rubio-Tamayo, Jose Luis y Henriques, Renato, (2016). *Propuesta de Front-end y Back-end para un Servicio Web Aplicado en Tecnología Asistiva*. Conference: 4 Congreso Internacional Ciudades Creativas At: Madrid Volume: 4.

11. Lee, Homin y Malkin, Tal y Nahum, Erich, (2007). *Cryptographic strength of SSL/TLS servers: Current and recent practices*. Conference: Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM Conference on Internet Measurement, San Diego: California. USA, October 24-26, pp 83-92. doi: 10.1145/1298306.1298318.

12. Laaziri, Majida y Benmoussa, Khaoula y Khouliji, Samira y Larbi, Kerkeb y Yamami, Abir, (2019). *Analyzing bootstrap and foundation front-end frameworks: a comparative study*. International Journal of Electrical and Computer Engineering. 9. Pp713-722. doi: 10.11591/ijece.v9i1.pp713-722.

13. Midegas, (2011). *Medidor de porcentaje MideGas P Versión 2.2*. México
Recuperado de
http://midegas.com/page7/assets/INSTRUCTIVO_MIDEGAS_P_V3.pdf.

14. Mohamed, Reham y Harb, Hany, (2015). *Public-Key Cryptography Techniques Evaluation*. International Journal of Computer Networks and Applications. 2, Issues 2 Pp1-14.

15. Monforte, M, (1994). *Sistemas de Información para la Dirección*. Madrid, España: Pirámide.

16. M. F. Khan, A. Zoha and R. L. Ali, (2007). *Design and Implementation of Smart Billing and Automated Meter Reading System for Utility Gas*. International Conference on Information and Emerging Technologies, Karachi, 2007, pp. 1-6, doi:10.1109/ICIET.2007.4381338.

17. Ottoni, Guilherme, (2018). *HHVM JIT: a profile-guided, region-based compiler for PHP and Hack*. PLDI 2018: Proceedings of the 39th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation, Pp 151-165. doi: 10.1145/3192366.3192374.

18. Pinho Soares, R.M.N.B, (2009). *Plataforma de servicios da Rede de Bibliotecas de Oliveira de Azemeis-* (Tesis Maestría) Facultad de Ingeniería de la Universidad de Porto, Portugal.
19. Reynoso, C. y Kicillof, N, (2004). *Estilos y patrones en la estrategia de arquitectura de Microsoft.* Recuperado de <http://carlosreynoso.com.ar/archivos/arquitectura/Estilos.PDF>.
20. Rochester Gauges Inc, (2009). *Hall Effect Twinsite TS012 for LP Gas Service.* Recuperado de <http://www.rochestergauges.com/Pages/PDFs/TS012.pdf>.
21. Rodríguez, E, (2012). *Propuesta de mejora en la transmisión y procesamiento de nivel de un tanque de gas estacionario doméstico mediante el uso del protocolo inalámbrico ZigBee* (Tesis de Maestría) Universidad Autónoma de Querétaro, México.
22. Saikia, Amlanjyoti y Joy, Sherin y Dolma, Dhondup y R, Roseline, (2015). *Comparative Performance Analysis of MySQL and SQL Server Relational Database Management Systems in Windows Environment.* International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 4, Issue 3. Pp 160-164. doi: 10.17148/IJARCCE.2015.4339.
23. S. Cai, S. Zhang, D. Huang and S. Yu, (2012). *Remote Gas Meter Reading System Based on Zigbee Networks.* Spring Congress on Engineering and Technology, Xian, 2012, pp. 1-4, doi: 10.1109/SCET.2012.6341903.

24. Y. Jiang, Y. Liang, Y. Cui, L. He, Y. Cao and C. Hu, (2010). *Wireless Digital Gas Meter with Lower Power Consumption,*" Fifth International Conference on Frontier of Computer Science and Technology, Changchun, Jilin Province, 2010, pp. 192-197, doi: 10.1109/FCST.2010.113.
25. Zhang, Can y Qiao, Yujie y Li, Rui y Liu, Zhi, (2019). *Design of ESP8266 in Environmental Monitoring System.* doi: 10.4236/oalib.1105546.