



## Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: [www.riit.com.mx](http://www.riit.com.mx)

### Gaszen: plataforma para monitorizar el nivel de gas L.P.

### Gaszen: platform for monitoring the level of liquefied petroleum gas

Dávila, J.<sup>a</sup>, Aguilar, R.<sup>a</sup>, Ruiz, J.<sup>b</sup>, Parra-Michel, J.R.<sup>c</sup>, Martínez-Peláez, R.<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup>Gaszen Tech S.A.P.I.; C.P. 37150, León, Guanajuato.

<sup>b</sup>Departamento de Ingeniería de Software, Universidad Estatal de Sonora, C.P. 85875, Navojoa, Sonora.

<sup>c</sup>Facultad de Tecnologías de Información; Universidad De La Salle Bajío; C.P. 37150, León, Guanajuato.  
<sup>\*</sup>[rmartinezp@delasalle.edu.mx](mailto:rmartinezp@delasalle.edu.mx)

**Innovación tecnológica:** Desarrollo de una plataforma que permite monitorizar el nivel de gas L.P. (tanque estacionario) y transmite los datos de manera inalámbrica, utilizando tecnología LoRa, a la nube para ser consultados a través de una aplicación móvil.

**Área de aplicación industrial:** La plataforma desarrollada tiene un impacto directo al sector energético, que se encuentra entre las áreas prioritarias del actual gobierno y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, específicamente en la venta y consumo del gas L.P., y su uso o adquisición involucra a las gaseras y consumidores – clientes de hogar y negocio.

Recibido: 24 Mayo 2018.

Acceptado: 20 Agosto 2018.

### Abstract

A large part of the Mexican and world population uses Liquefied Petroleum Gas in a stationary tank, demanding a service that monitors its level avoiding finishing it and corroborating that the load is correct. The current solutions, in the Mexican market, require a wired medium or Bluetooth technology to transmit the data, making it difficult for the user to know the level of liquefied petroleum gas wherever and whenever she/he wants. As a result, we propose the Gassen platform which incorporates LoRaWAN technology and mobile applications to monitor the level of liquefied petroleum gas stored in a stationary tank. We used an initial methodology of five stages providing: a) to know the applications of national patents related to the subject, b) to identify similar solutions, c) to define the telecommunications technology, d) to know the official Mexican norms to guide the technological development, and e) to understand the options to

protect industrial property. Based on the results, we defined the conceptual model for its development. In each stage, laboratory tests were performed to verify its correct functioning. As a consequence, there is a certified technological development with three standards, five computer program certificates and two applications for industrial design registration. At this time, the product is in the commercialization stage, contributing to the growth of the national economy.

**Key words:** Internet of Things, Startup, Entrepreneurship, L.P. gas, Intellectual property.

## Resumen

Una gran parte de la población mexicana y mundial, utiliza el gas L.P. en tanque estacionario, demandando un servicio que monitoree el nivel del hidrocarburo para evitar quedarse sin el mismo, y para corroborar que la carga sea correcta. Las soluciones existentes requieren un medio alámbrico o utilizan la tecnología Bluetooth para transmitir los datos, dificultando que el usuario pueda conocer el porcentaje de gas L.P. desde cualquier lugar y en cualquier momento. En consecuencia surge la plataforma Gaszen que incorpora la tecnología LoRaWAN y aplicaciones móviles para monitorizar el nivel de gas L.P. del tanque estacionario. Se utilizó una metodología inicial de cinco pasos que permitió: a) conocer las solicitudes de patentes nacionales relacionadas al tema, b) identificar los desarrollos tecnológicos similares, c) definir la tecnología de telecomunicaciones, d) conocer las normas oficiales mexicanas para guiar el desarrollo tecnológico, y e) comprender las opciones para proteger la propiedad industrial. A partir del conocimiento obtenido, se definió el modelo conceptual de la propuesta para su desarrollo. Conforme se obtuvieron avances, se realizaron pruebas de laboratorio para verificar su correcto funcionamiento. Como resultado, se tiene un desarrollo tecnológico certificado con tres normas, cinco certificados de programas de cómputo y dos solicitudes de registro de diseño industrial. En este momento, el producto se encuentra en la etapa de comercialización, contribuyendo al crecimiento de la economía nacional.

**Palabras clave:** Internet de las cosas, Startup, Emprendimiento, Gas L.P., Propiedad industrial.

## 1. Introducción

Se espera que la Internet de las Cosas cambie todo a nuestro alrededor, y probablemente contribuya al cambio del ser humano [1]. Lo anterior se menciona a partir del hecho de la infraestructura tecnológica que se tiene para el Internet de las Cosas con que se podrá recolectar, analizar y distribuir datos que antes no éramos capaces de identificar. El resultado será la capacidad de convertir información a conocimiento para tomar mejores decisiones que contribuyan a [2]:

- 1) reducir el daño que se ocasiona al planeta;
- 2) hacer más eficiente el cultivo de alimentos;
- 3) conocer la reservas de elementos naturales;
- 4) incrementar la calidad de vida;
- 5) construir o transformar ciudades; y
- 6) crear sistemas de transportes más eficientes.

El término de Internet de las cosas o *Internet of Things*, se le atribuye a Kevin Ashton y a David L. Brock [3], haciendo referencia a la posibilidad de que cualquier objeto o cosa pueda realizar una comunicación. La comunicación se puede realizar a través de cualquier tecnología, ya sea alámbrica o inalámbrica.

La Internet de las Cosas utiliza principalmente tecnologías como GSM, 3G, 4G, y WiFi debido al despliegue de infraestructura montada por los proveedores de servicios de conexión móvil e Internet, popularidad entre la población, tasas de transferencia alta, y normalización y regulación internacional. Sin embargo, las tecnologías de conexión móvil son de alto costo y consumo, que dificultan la implementación y crecimiento de aplicaciones basadas en el Internet de las Cosas.

En consecuencia, un grupo de empresas (CISCO, IBM, MICROCHIP, entre otras) han desarrollado las Redes de Área Amplia de Baja Potencia o *Lower Power Wide Area Network* (LPWAN) a través del LoRa Alliance. La tecnología debe cumplir los siguientes requerimientos [4]:

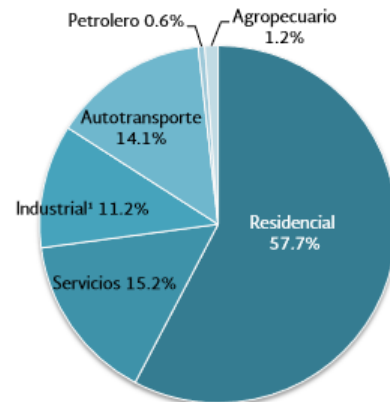
- a) volúmenes de datos pequeños, los mensajes suelen ser menor de 5,000 bits por segundo o menor de 1,000 bytes de datos al día;
- b) bajo consumo de potencia, los dispositivos pueden operar con baterías pequeñas entre 5 ó 10 años; y
- c) área amplia de cobertura, el alcance de transmisión en línea de vista directa alcanza los cincuenta kilómetros (zona rural) y con dificultad de línea de vista directa alcanza los 10 kilómetros (zona urbana).

Además, la banda en que trabaja es libre o no licenciadas en varios países, permitiendo que cualquier empresa pueda desplegar su infraestructura de comunicación.

Por otra parte, se tiene el hecho de las enormes posibilidades económicas que representa el desarrollo de tecnología necesaria para cumplir con las expectativas del mercado [5]. En este sentido, se ha detectado como oportunidad de negocio al Internet de las Cosas en el hogar, específicamente en administrar, monitorear y surtir gas L.P. en los hogares y negocios [6], [7].

El gas licuado de petróleo o gas L.P. es un hidrocarburo (propano y butano como composición principal) derivado del petróleo que se utiliza por más de 90 millones de mexicanos [8]. El gas L.P. se obtiene durante el proceso de refinación de la gasolina y/o gas natural, en un estado gaseoso, después de la refinación y enfriamiento se convierte en estado líquido [9].

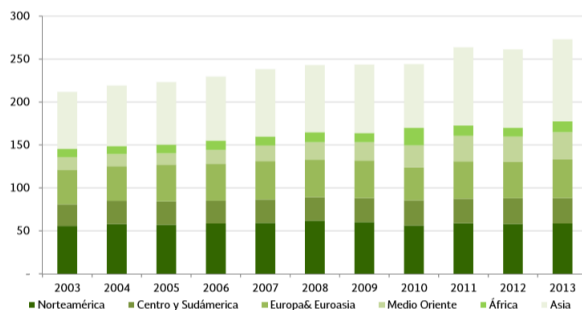
De acuerdo a la información presentada por la Secretaría de Energía (SENER) en el año 2014 [8], el consumo de gas L.P. a nivel global fue de 265 millones de toneladas en el 2013, manteniendo un crecimiento de su consumo en los países donde se utiliza. Cabe mencionar que, la producción del hidrocarburo fue de 280 millones de toneladas, comprendiendo que su producción es un buen negocio debido a que se consumió el 94.64% de la producción mundial. La región con mayor consumo de gas L.P. es Asia-Pacífico que representa un 35% de los consumidores (ver Figura 1).



**Figura 2.** Consumo de gas L.P. por sector en México. Fuente: [9].

En el caso particular de México, el uso principal del gas L.P. se encuentra en los sectores residencial y servicios con una demanda de 282.5 miles de barriles diarios. En la Figura 2, se muestran los sectores y su consumo del gas L.P. durante el año 2016, evidenciando que el sector residencial es el más activo [9]. Es importante mencionar que, a partir del 1 de enero de 2017, se liberó el precio de gas L.P., permitiendo que el mercado sea quien indique el precio del hidrocarburo [9].

En base a la proyección de demanda de gas L.P. para el 2031 realizada por la SENER [9], los estados con mayor demanda serán el Estado de México, Veracruz, Jalisco, Chihuahua, y Baja California. En la Figura 3, se muestra el consumo de los años 2016 y 2017, así como, las proyecciones para el 2030 y 2031.



**Figura 1.** Consumo de gas L.P. por regiones. Fuente: [8]

Estado	2016	2017	2018	2030	2031
<b>Noroeste</b>	25.5	24.4	24.4	26.0	25.9
Baja California	9.0	8.9	8.8	9.3	9.3
Baja California Sur	2.1	2.0	2.0	2.3	2.3
Sinaloa	6.7	6.4	6.4	6.7	6.7
Sonora	7.7	7.1	7.1	7.7	7.7
Noreste	39.4	39.1	38.1	39.7	39.6
Coahuila	8.1	8.8	8.6	9.3	9.3
Chihuahua	10.1	10.4	10.0	9.7	9.7
Durango	3.3	3.5	3.4	3.8	3.8
Nuevo León	9.0	7.4	7.2	7.4	7.4
Tamaulipas	9.0	9.1	8.9	9.5	9.5
<b>Centro-Occidente</b>	64.2	60.6	59.3	55.3	55.3
Aguascalientes	6.2	4.4	4.3	3.8	3.8
Colima	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8
Guanajuato	13.7	12.8	12.4	11.2	11.2
Jalisco	19.2	19.9	19.4	18.2	18.1
Michoacán	10.2	9.4	9.1	8.4	8.4
Nayarit	2.2	2.1	2.0	2.2	2.2
Querétaro	3.1	2.4	2.5	2.1	2.1
San Luis Potosí	4.6	4.4	4.3	4.3	4.4
Zacatecas	3.4	3.5	3.4	3.3	3.3
<b>Centro</b>	115.0	112.2	110.4	113.4	114.0
Ciudad de México	25.0	27.6	26.9	24.3	24.3
Hidalgo	8.2	7.5	7.4	8.1	8.1
México	49.7	49.6	49.1	51.5	51.8
Morelos	5.5	5.4	5.3	5.7	5.7
Puebla	22.0	18.1	17.9	19.7	20.0
Tlaxcala	4.6	3.9	3.8	4.1	4.1
<b>Sur-Sureste</b>	38.3	37.4	36.9	76.4	76.7
Campeche	1.0	1.0	0.9	1.1	1.1
Chiapas	4.9	4.5	4.5	5.5	5.6
Guerrero	1.4	2.7	2.7	3.2	3.2
Oaxaca	4.8	4.3	4.2	4.5	4.5
Quintana Roo	4.2	3.8	3.8	4.4	4.5
Tabasco	5.6	4.0	3.7	3.8	3.8
Veracruz	13.3	13.8	13.7	50.4	50.5
Yucatán	3.2	3.3	3.2	3.5	3.6
<b>Total nacional</b>	282.5	273.6	269.0	310.8	311.5

**Figura 3.** Proyección de consumo de gas L.P. para el 2031. Fuente: [9].

## Planteamiento del problema

En la actualidad, la mayoría de los tanques estacionarios se encuentran en la azotea de los hogares y negocios, dificultando que el propietario pueda conocer el nivel de gas de manera fácil y segura. También se encuentra el hecho de no conocer la cantidad exacta de carga del producto, cada vez que se realiza una recarga. Además, se tiene el problema del medio de pago debido a que la mayoría acepta pago en efectivo, disminuyendo las ventas y limitando las opciones de pago del cliente.

Como contribución, se presenta la metodología inicial, conceptualización del producto, pruebas significativas de la plataforma Gaszen (<https://gaszen.com>) que, busca cambiar la manera en que se monitoriza, gestiona, y paga el gas L.P. en México. La estructura del artículo es como sigue: En la sección 2, se presenta la metodología que se utilizó para desarrollar el producto donde se involucra la revisión de patentes, normas oficiales mexicanas, opciones de protección industrial, e identificación de soluciones tecnológicas similares. En la sección 3, se presenta el diseño y desarrollo de la plataforma Gaszen. En la sección 4, se presentan los resultados derivados del proyecto. En la sección 5, se presentan las conclusiones del trabajo.

## 2. Metodología

Para el proceso de diseño y formulación del proyecto, se consideró una metodología de cinco etapas iniciales que sirvieron para identificar las áreas de oportunidad y requerimientos técnicos. Las etapas son:

- Etapa 1: buscar patentes relacionadas para identificar el área de oportunidad.
- Etapa 2: identificar y analizar los desarrollos tecnológicos similares, que se

encuentran en México, para encontrar un área de oportunidad.

- Etapa 3: revisar las tecnologías de comunicación del Internet de las Cosas para utilizar la mejor opción en el desarrollo.
- Etapa 4: revisar las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas al desarrollo de medidores de gas L.P. y su transmisión en México para cumplir con la normativa existente.
- Etapa 5: conocer las opciones para proteger la propiedad industrial del producto final.

Al concluir la metodología inicial, se procedió a desarrollar el producto considerando las observaciones de las normas oficiales mexicanas, aprovechando las áreas de oportunidad identificadas y preparando la documentación para solicitar el registro de la propiedad industrial.

### Etapa 1: Búsqueda de Patentes

En primer lugar, se realizó la búsqueda de solicitudes de patentes y patentes concedidas en sistema de información de la gaceta de la propiedad industrial del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) para asegurar la innovación. Los criterios de búsqueda se centraron en el uso y combinación de las palabras claves: *medidor*, *gas*, *hogar*, *internet de las cosas*, y *telemetría*, identificando los trabajos presentados en la Tabla 1.

En primer lugar, se describe la solicitud de patente PA/a/1998/004330. En la solicitud, se presenta un dispositivo que genera, procesa y muestra información de consumo e importe de los servicios de agua, gas, energía eléctrica en tiempo real. El dispositivo se coloca en las tomas de servicio a medir, y una vez instalado, el microcontrolador se encargará

de procesar los datos para mostrar el consumo [10].

En segundo lugar, se describe la solicitud de patente JL/a/2002/000041. En la solicitud, se describe un sistema y método para conocer cuando el nivel de un tanque de gas llega a un nivel predefinido. Para lo cual, se instala un flotador con acople magnético que envía una señal a un sistema de monitoreo. El sistema de monitoreo permite a los proveedores de gas conocer su estatus para prevenir la falta de gas, y así poder anticiparse a surtir el hidrocarburo [10].

En tercer lugar, se describe la solicitud de patente PA/a/2005/000702. En la solicitud, se presenta un método y un dispositivo para recolectar y transmitir datos de consumo generales (agua, luz, gas) en tiempo real de cualquier hogar o negocio. Se propone el uso de dispositivos que despliegan las lecturas dentro del hogar o negocio, y se instalan sensores en cada servicio a monitorear para obtener los datos necesarios [10].

En cuarto lugar, se describe la solicitud de patente MX/a/2008/007053. En la solicitud se presenta una sistema de monitoreo de consumo de servicios básicos. El sistema comprende la instalación de un equipo compuesto por: pantalla LCD, microprocesador, sensor de temperatura, sensor de gas, módulo de comunicaciones, entre otros. El equipo se instala dentro del hogar y desde ahí se puede conocer el nivel de consumo [10].

En quinto lugar, se describe la solicitud de patente MX/a/2012/003494. En la solicitud, se presenta una infraestructura de telemetría para medir el nivel de gas que permite transmitir datos relacionados a las condiciones de operación y al uso entre las ubicaciones de usuario y una instalación de recolección de datos centralizada. Tal red de

telemetría puede comprender diferentes dispositivos punto a punto para monitorizar y transmitir datos de uso de gas asociados con su ubicación respectiva. Los datos son transmitidos por una red WAN [10].

En sexto lugar, se describe la solicitud de patente MX/a/2015/007429. En la solicitud, se presenta un dispositivo para medir el nivel de gas L.P. en tanques. La información es transmitida a través de Internet a una red local para ser almacenada y procesada [10].

A pesar de existir solicitudes de patentes y patentes otorgadas relacionadas con la monitorización del nivel de gas L.P. en México, como se evidencia en la Tabla 1, se detectó la posibilidad de utilizar el concepto de Internet de las Cosas en combinación con el desarrollo de una aplicación móvil para tener una diferencia.

En tres solicitudes de patente, se requiere instalar un dispositivo dentro del hogar para conocer el nivel de gas. Por ejemplo, se puede instalar el dispositivo en la cocina para verificar visualmente el nivel de gas, afectando la distribución y estética del espacio. Por lo tanto, el uso de una aplicación móvil brindará movilidad, no alterará el espacio y reducirá el tiempo de verificación.

En otras tres solicitudes de patente, los datos son transmitidos a un servidor remoto para conocer el nivel de gas. El servidor es propiedad de un distribuidor de gas L.P. que podrá surtir el hidrocarburo cuando se encuentre en un umbral. La transmisión de los datos se hace a través del protocolo IPv4, utilizando los medios tecnológicos del periodo. Sin embargo, el concepto del Internet de las Cosas y las aplicaciones móviles han creado nuevas oportunidades de negocio que se pueden aplicar al escenario de monitorizar el nivel de gas L.P.

**Tabla 1.** Patentes y solicitudes relacionadas con la monitorización del nivel de gas L.P. en México.

Número de solicitud	Título	Número de patente
PA/a/1998/004330	SISTEMA DE MEDICION, ADQUISICION Y PROCESAMIENTO DE DATOS PARA LA CUANTIFICACION DEL CONSUMO DE SERVICIOS	No aplica
JL/a/2002/000041	SISTEMA AUTOMATICO PARA REPORTAR CUANDO EL NIVEL DE UN TANQUE LLEGA A UN NIVEL PREDETERMINADO	No aplica
PA/a/2005/000702	UN METODO Y APARATO PARA RECOLECTAR Y DESPLEGAR DATOS DE CONSUMO A PARTIR DE UN SISTEMA DE LECTURA DE MEDIDOR	No aplica
MX/a/2008/007053	SISTEMA DE TELEMETRIA DE SERVICIOS PARA EL HOGAR	MX 307434 B
MX/a/2012/003494	SISTEMA DE TELEMETRIA	MX 311756 B
MX/a/2015/007429	DISPOSITIVO ELECTRONICO PARA LA DETECCION DE CAMPO MAGNETICO QUE INDICA NIVEL DE GAS EN TANQUES ESTACIONARIOS Y ENVIO DE DATOS EN FORMA INALAMBRICA	No aplica

## Etapa 2: Identificación de Desarrollos Tecnológicos Similares en México

En segundo lugar, se revisaron las opciones existentes en el mercado para conocer sus ventajas competitivas e identificar las áreas de oportunidad.

En el mercado mexicano, se pueden encontrar diferentes medidores de gas L.P. para tanque estacionario a través de comunicación alámbrica e inalámbrica, tales como MIDEGAS, RS-228, Gas tracker, Levelgas [15], ELGA y Nube [16]. En la Tabla 2, se resumen las características de los seis desarrollos tecnológicos presentes en México. Es importante mencionar que, las características de accesibilidad desde Internet

es clave para varios usuarios, y solo dos desarrollos cumplen con dicho requisito.

Otro dato a resaltar es que, el uso de cualquier tipo de cable requiere una instalación previa y daña la estética de la propiedad. En este sentido, el uso de un display en la cocina o lugar más cercano al tanque estacionario se convierte en un dispositivo estorboso y poco estético.

Adicionalmente, los desarrollos tecnológicos en el mercado presentan limitaciones de alcance con la tecnología Bluetooth y no se encuentra ninguna solución utilizando el concepto de Internet de las Cosas.

**Tabla 2.** Comparación de desarrollos tecnológicos existentes en México.

Medidor de gas	Medio de Comunicación	Tecnología inalámbrica	Distancia máxima	Accesible desde Internet	Requiere display
ELGA	Cable	-	-	No	Sí
Gas tracker	Cable/Inalámbrico	-	-	No	Sí
Levelgas	Inalámbrico	Bluetooth	10 mtrs	No	No
MIDEGAS	Cable	-	-	Sí	Si
Nube	Inalámbrico	GSM	No limitada	Sí	No
RS-228	Inalámbrico	Radiofrecuencia	50 mts	No	Sí

### **Etapas 3: Elección de la Tecnología de Telecomunicación**

En tercer lugar, se revisaron las tecnologías de telecomunicaciones para determinar la mejor opción para el desarrollo del producto.

Como se ha explicado en la sección de Introducción, se han desarrollado diferentes tecnologías de telecomunicaciones específicamente para cubrir los requerimientos de una aplicación del Internet de las Cosas, como son [11], [12], [13]: SigFox, LoRaWAN, Ingenu Telensa. Sin embargo, en el mercado nacional predominan las siguientes tecnologías.

SigFox utiliza modulación UNB DBPSK (UpLink transmission) y GFSK (DownLink transmission) en la frecuencia de 868MHz y 915MHz, en la Unión Europea y Estados Unidos, respectivamente. El rango de alcance en zonas rurales es de 30 a 50 kilómetros y de 3 a 10 kilómetros en zonas urbanas, por cada estación base. La comunicación entre la estación base y los dispositivos desplegados pueden ser bidireccional o dúplex [11], [12], [13].

Considerando la infraestructura que se presenta en la Figura 4, los proveedores de la red SigFox se encargan del despliegue de las estaciones base y de la granja de servidores para el servicio en la nube. Por lo tanto, se identifica que la infraestructura de comunicaciones pertenece a SigFox, y los usuarios que desean utilizar dicha red deben

pagar una cierta cantidad económica al año. En este sentido, el uso y adopción de la red SigFox en México y otros países depende del rápido despliegue de sus estaciones base.

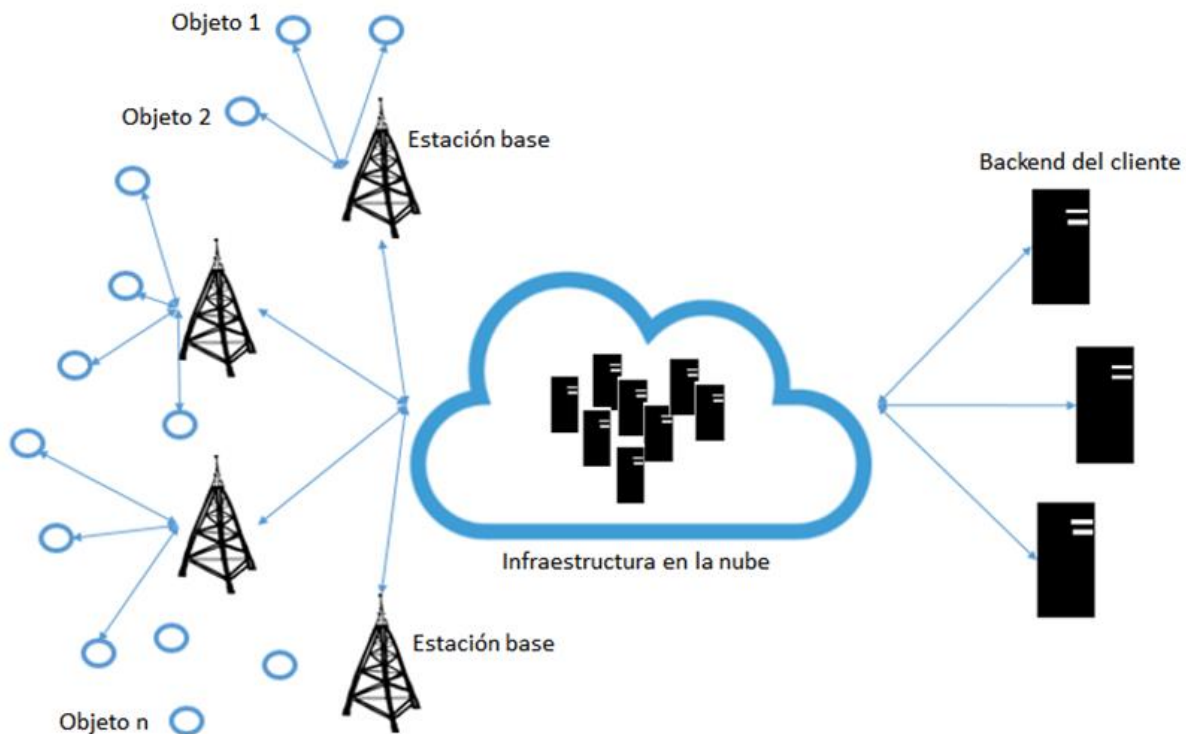
La empresa que lleva la bandera de SigFox en México es IOTNET MÉXICO, y de acuerdo a su página Web, se tiene un despliegue de la red SigFox en 11 ciudades de la república mexicana, proporcionando cobertura al 25.8% de la población [14].

LoRaWAN utiliza modulación CSS en las frecuencias 433MHz y 868MHz, en la Unión Europea, 915MHz, en Estados Unidos, y 430, en Asia. El rango de alcance en zonas rurales es de 15 kilómetros y de 5 kilómetros en zonas urbanas, por cada estación base. La comunicación entre la estación base y los dispositivos desplegados es unidireccional o bidireccional [11], [12], [13].

Considerando la infraestructura que se presenta en la Figura 4, las empresas interesadas en utilizar la red LoRaWAN deben realizar la inversión en estaciones base. Por lo tanto, el cliente es propietario de la infraestructura de telecomunicaciones y puede utilizar la infraestructura en la nube para almacenar datos. En ambos casos, la plataforma que consume los datos almacenados en la nube pertenece al cliente.

En base a las ventajas y desventajas de ambas tecnologías, se decidió utilizar la tecnología LoRaWAN.





**Figura 4.** Infraestructura clásica de una red LPWAN.

#### **Eta**pa 4: Revisar Normas Oficiales Mexicanas

En cuarto lugar, se identificaron las normas oficiales mexicanas (NOM) relacionadas con el desarrollo de dispositivos electrónicos y el uso de radiofrecuencias. Adicionalmente, se identificó la norma relacionada con el empaque e instructivos para la comercialización del producto.

- a) DOF. (1993). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SCFI-1993, aparatos electrónicos - aparatos electrónicos de uso doméstico alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo [17];
- b) DOF. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-208-SCFI-2016/IFT-008-2015 telecomunicaciones Radiocomunicación Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto

de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 900 [18];

- c) DOF. (2016). NORMA Oficial Mexicana NOM-019-SCT2/2015, Especificaciones técnicas y disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos [19].
- d) DOF (2013). NORMA Oficial Mexicana NOM-024-SCFI-2013, Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos [20].

La identificación de las normas permitirá guiar el desarrollo electrónico de manera correcta, en cumplimiento de la regulación legal. Además, se espera obtener la certificación del cumplimiento de dichas normas a la hora de comercializar el producto, esperando incrementar su impacto en su distribución.

### **Etapas 5: Propiedad Industrial en México**

En quinto lugar, se revisaron las opciones que existen en México para proteger la propiedad industrial e intelectual del producto final. Es importante mencionar que, la protección industrial e intelectual de cualquier desarrollo tecnológico contribuye al crecimiento de indicadores internacionales, como el *Global Innovation Index*, donde se contabilizan el número de patentes solicitadas, entre otros productos, para clasificar a los países en base a su innovación, y generación y protección de conocimiento.

En México, se puede solicitar una patente, modelo de utilidad y diseño industrial en las oficinas del IMPI, otorgando un 50% de descuento a personas físicas, personas morales que sean MIPyME e instituciones de educación superior. Por otra parte, los programas de cómputo deben ser registrados en el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR) y los derechos del autor se encuentran contenidos en la Ley Federal del Derecho de Autor publicada el 13 de enero del 2016 [21].

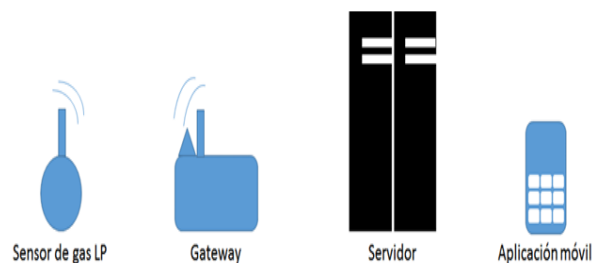
La protección del producto final brinda seguridad ante plagios o falsificación del producto, otorgando en todo momento la prioridad del producto a quien solicite inicialmente el registro. Además, se considera un producto con mucho valor para inversionistas y futuros proyectos de desarrollo.

### **3. Propuesta**

Es importante mencionar que, no se especifican detalles del producto, tales como diseño del circuito impreso, código fuente de las aplicaciones, protocolos de comunicación, y algoritmos criptográficos – por cuestiones de confidencialidad y para no afectar la

innovación del producto. Cabe mencionar que, se utilizó el diagnóstico de nivel de maduración tecnológico como guía en el desarrollo y evaluación de cada avance.

Inicialmente, se identificaron los componentes del sistema. La identificación de los componentes es clave debido a que permite conocer las posibles interacciones existentes; así como, delimitar el número de mensajes que se deben transmitir. En la Figura 5, se muestran a los cuatro componentes del sistema. Cabe mencionar que, el sensor de gas L.P. y el Gateway cuentan con un transceptor inalámbrico que soporta tecnología LoRaWAN.

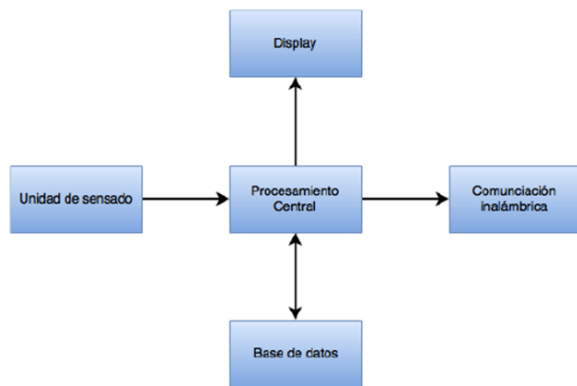


**Figura 5.** Componentes claves de la plataforma.

El sensor de gas L.P., se encargará de leer y transmitir el nivel de gas en el tanque estacionario al Gateway. Por su parte, el Gateway tiene la responsabilidad de recibir los datos y enviarlos a través de Internet a los servidores donde se almacenarán para su posterior procesamiento. La aplicación móvil se encontrará en los dispositivos móviles de los clientes para su presentación de manera gráfica.

El sensor es el componente que inicia todo flujo de información. Se instalará en el tanque de gas, reemplazando el medidor analógico. En la Figura 6, se muestran los componentes del sensor de gas, el cual consta de:

- 1) unidad de sensado, se encargará de leer la variable de interés y convertirla en un dato válido;
- 2) procesamiento central, se encargará de gestionar los tiempos, la información y las tareas generales del sensor;
- 3) base de datos, se encargará de almacenar un número limitado de datos hasta que se puedan enviar los datos al Gateway;
- 4) display, se encargará de mostrar el nivel del gas L.P. que contiene el tanque estacionario;
- 5) comunicación inalámbrica, se encargará de transmitir los datos al Gateway utilizando la tecnologías LoRaWAN.



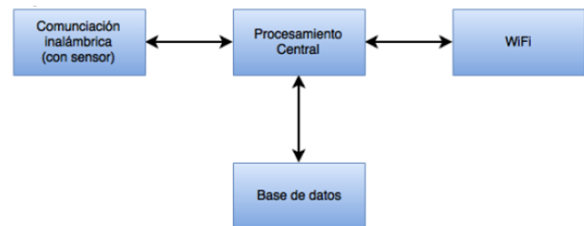
**Figura 6.** Componentes del sensor de gas L.P.

El Gateway es el intermediario entre el sensor y los servidores. Su función principal es enviar los datos recibidos del sensor al servidor a través de IPv4 e Internet. En la Figura 7, se muestra el diagrama a bloques del Gateway, el cual consta de:

- 1) comunicación inalámbrica, el módulo recibirá datos del sensor;
- 2) procesamiento central, se encargará de gestionar todas las tareas;
- 3) WiFi, se encargará de enviar los datos al servidor a través de Internet;
- 4) base de datos, se encargará de almacenar un número limitado de datos hasta que se pueda enviar al servidor.

El servidor es el repositorio de todos los datos enviados por el sensor y es el encargado de procesar los datos para mostrarlos en una aplicación móvil. La aplicación móvil, es el componente final del flujo de información, sirviendo como interfaz ante el usuario. La aplicación móvil tiene tres funcionalidades:

- a) medidores, permitirá agregar y eliminar sensores del propietario;
- b) visualizar información, se mostrará el porcentaje del gas L.P. en el tanque estacionario; y
- c) estimará el número de días restantes con el nivel de gas L.P., aproximado.



**Figura 7.** Componentes del Gateway.

El sistema propuesto permite monitorizar y alertar sobre el nivel de gas L.P. en un tanque estacionario de manera fácil y cómoda para el usuario final. El usuario debe instalar en sensor de gas L.P. en su tanque estacionario y conectar el Gateway en su domicilio. El Gateway es auto configurable y en cuestión de segundos se establecerá la comunicación entre el sensor de gas L.P. y el Gateway.

Para el usuario, la comunicación entre el Gateway y los servidores es transparente debido a que el usuario consulta la información a través de una aplicación móvil. La aplicación móvil debe tener acceso a Internet para poder enviar la solicitud de procesamiento de datos.

Los datos son procesados en el servidor y se envía la respuesta a la aplicación móvil. La aplicación móvil mostrará los datos de

manera gráfica y amigable al usuario. Por lo tanto, el usuario puede conocer el nivel de gas L.P. de su domicilio, o el domicilio de un familiar desde cualquier lugar y a cualquier hora.

#### 4. Resultados

Se presentan los resultados de las pruebas realizadas al sensor y Gateway durante diferentes etapas del desarrollo. Es importante mencionar que, se utilizó el diagnóstico de nivel de maduración tecnológico como guía en el desarrollo y pruebas, lo cual significa que, algunas pruebas se realizaron en laboratorio hasta llegar a pruebas en entornos reales.

También se evidencia la obtención de cinco certificados de registro público del derecho de autor, dos solicitudes de registro de diseño industrial, y la obtención de tres certificados de conformidad en tres normas oficiales mexicanas.

#### Pruebas de Antena

Se realizaron pruebas y mediciones de conectividad entre el sensor y el Gateway en dos escenarios [22]. En el primer escenario, el sensor se colocó sobre un tanque estacionario y sin la tapa del tanque puesta. El tanque estacionario se encuentra en la azotea del Parque de Innovación De La Salle. La Tabla 3 resume los valores vistos desde la perspectiva del sensor. La Tabla 4 resume los valores vistos desde la perspectiva del Gateway.

**Tabla 3.** RSSI y PER en el sensor – escenario 1.

Posición	Distancia mts	RSSI dBm	PER %
1	10	-70	0
2	20	-75	0
3	30	-80	0
4	40	-84	0
5	50	-87	0

**Tabla 4.** RSSI y PER en el Gateway – escenario 1.

Posición	Distancia mts	RSSI dBm	PER %
1	10	-84	0
2	20	-89	0
3	30	-93	0
4	40	-97	0
5	50	-102	0

En el segundo escenario, se colocó la tapa al tanque de gas estacionario y se obtuvieron las lecturas de las Tablas 5 y 6.

**Tabla 5.** RSSI y PER en el sensor – escenario 2.

Posición	Distancia mts	RSSI dBm	PER %
1	10	-69	0
2	20	-74	0
3	30	-81	0
4	40	-86	0
5	50	-91	0

**Tabla 6.** RSSI y PER en el Gateway – escenario 2.

Posición	Distancia mts	RSSI dBm	PER %
1	10	-83	0
2	20	-86	0
3	30	-95	0
4	40	-100	0
5	50	-104	0

En base a los resultados presentados en las Tablas 3 y 5, la fuerza de la señal recibida en el sensor, en ambos escenarios, es muy buena debido a encontrar valores entre -70 dBm y -91 dBm. Por otra parte, la fuerza de la señal recibida en el Gateway, en ambos escenarios,

es buena debido a encontrar valores entre -83 dBm y -104 dBm.

### Prueba de Protección de Ingreso

Debido a que la ubicación física del sensor de gas L.P. es en el tanque estacionario, se encontrará expuesto a la lluvia y polvo, que pueden afectar su funcionamiento. Por lo tanto, se realizaron pruebas de protección de ingreso [23] con la intención de conocer el nivel de ingreso de agua y polvo al dispositivo.

Para las pruebas se utilizó la versión final del sensor de gas L.P. que cuenta con un proceso de sellado con doble capa de plástico flexible cuya finalidad es evitar que entre polvo y agua. En la prueba no se consideró al Gateway debido a que su ubicación es en el interior [24].

Configuración de prueba 1 – protección de objeto sólido:

Se utilizó el sensor de gas L.P. que estuvo en uso por tres meses. Se verificó su funcionamiento mediante el proceso de inicio indicado en el manual de usuario. También se aprovechó para simular el trabajo de abrir y cerrar el sensor durante el procedimiento de cambiar la batería del sensor.

### Procedimiento

- 1) Se retiraron los dos tornillos de cabeza de cruz (Figura 8-A).
- 2) Se verificó que la cantidad de polvo en el exterior mediante el uso de lupa con iluminación led (Figura 8-B).
- 3) Se retiró la tapa inferior para acceder al interior del sensor de gas L.P.
- 4) Se inspeccionó que la tapa superior se encuentre libre de polvo mediante el uso de lupa con iluminación led (Figura 8-C).
- 5) Se inspeccionó que la tapa inferior se encuentre libre de polvo mediante el uso de lupa con iluminación led (Figura 8-D).
- 6) Se colocó la tapa y los tornillos de cabeza de cruz para volver a cerrar el sensor de gas L.P.

En base al procedimiento de observación del sensor de gas L.P., expuesto en entorno real por un periodo de 3 meses, se concluye que el sellado con doble capa de plástico protege el interior del polvo. El sellado se refiere a la parte color naranja que se observa en la Figura 8-A, 8-B, y 8-C. También se evidencia que el polvo es contenido por dicha protección en el exterior.

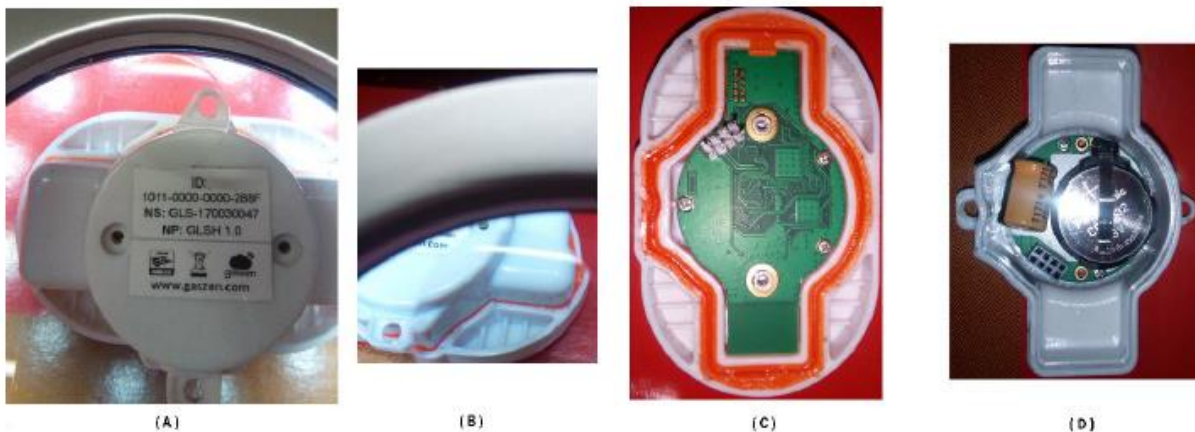


Figura 8. Evidencia fotográfica de la prueba 1.

Configuración de prueba 2 – protección contra agua:

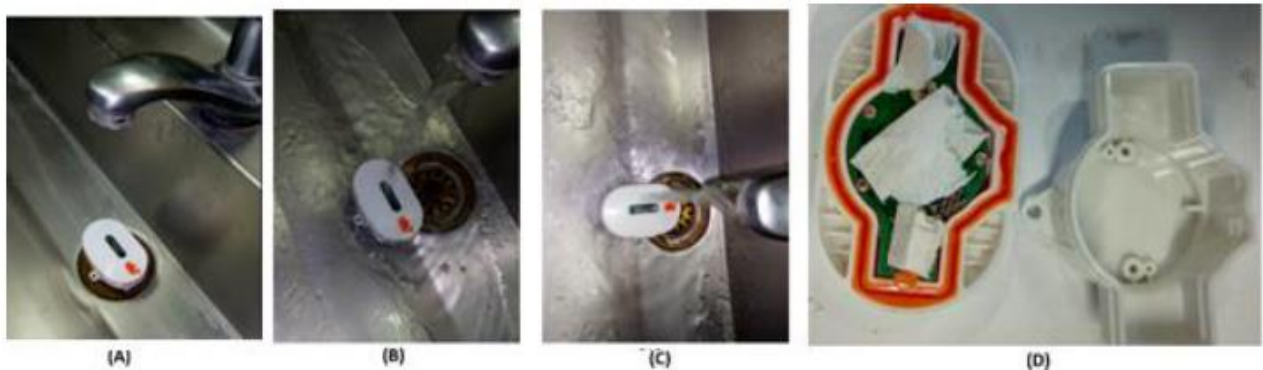
El sensor de gas L.P. se encuentra ensamblado y con batería, listo para utilizar. Es la versión que los clientes pueden obtener. Se encenderá y verificará el funcionamiento mediante el proceso de inicio indicado en el manual de usuario. Una vez verificado el funcionamiento, se retirará la parte del circuito con la batería para colocar un pequeño pedazo de papel en su interior que servirá para determinar si ha entrado agua. A continuación se describe el procedimiento. En la Figura 9, se muestra evidencia fotográfica del desarrollo de la prueba.

### **Procedimiento**

- 1) Se retiraron los dos tornillos de cabeza de cruz.
- 2) Se retiraron la parte del circuito con la batería.
- 3) Se colocaron pedazos de papel en el interior.
- 4) Se colocaron los dos tornillos de cabeza de cruz.

- 5) El sensor de gas L.P. se colocó en posición.
- 6) El sensor de gas L.P. se colocó bajo agua durante 3 min.
- 7) Se retiraron los dos tornillos de cabeza de cruz.
- 8) Se verificó que no contenga agua en su interior.
- 9) El sensor de gas L.P. se colocó bajo agua durante 9 min.
- 10) Se retiraron los dos tornillos de cabeza de cruz.
- 11) Se verificó que no contenga agua en su interior.
- 12) El sensor de gas L.P. se colocó bajo agua durante 15 min.
- 13) Se retiraron los dos tornillos de cabeza de cruz.
- 14) Se verificó que no contenga agua en su interior.

En base a las pruebas realizadas al sensor de gas L.P., se concluye que el sellado con doble capa de plástico protege el interior del agua. El sellado se refiere a la parte color naranja que se observa en la Figura 9-D.



**Figura 9.** Evidencia fotográfica de la prueba 2.

### **Cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas**

Con la intención de tener un producto que cumpla con las especificaciones de las normas oficiales mexicanas, se realizó el

proceso de certificación ante un organismo de certificación, obteniendo las siguientes certificaciones:

- NOM-001-SCFI-1993, el día 23 de febrero de 2018 con certificado No. 1822C0031S.

- NOM-024-SCFI-2013, el día 6 de julio de 2017 con constancia de conformidad 17027UCCNOM-024-SCFI-2013006874.
- NOM-208-SCFI-2016/IFT-008-2015, el día 26 de diciembre de 2017 con certificado No. 1722C0039T.

### Registro de Propiedad Industrial

Con la intención de proteger la propiedad industrial, se ha solicitado un registro de diseño industrial por cada dispositivo ante el IMPI. El expediente del sensor es MX/f/2018/000594 y del Gateway es MX/f/2018/000589.

### Registro de Programas de Cómputo

Se han desarrollado cinco programas de cómputo que hacen posible que un cliente puede consultar el nivel de gas L.P., que contiene su tanque estacionario, a través de su teléfono inteligente. Dos programas son para el cliente que se pueden descargar en Android o iOS y han sido registrados ante el INDAUTOR.

Los números de registro de los cinco programas de cómputo son: 03-2018-020711460100-01, 03-2018-020711401500-01, 03-2018-020711355100-01, 03-2018-020711302400-01, y 03-2018-020711223200-01.

### Nivel de Madurez Tecnológica

En base a la guía de diagnóstico de nivel de maduración tecnológica, la plataforma Gaszen se encuentra en el nivel 9 – expansión de mercado al contar con producción sostenida, crecimiento del mercado – usuarios finales y gaseras, y se encuentra en desarrollo la versión 2.0. Por lo tanto, se han cubiertos los niveles previos donde se

incluyen las pruebas con primeros clientes en entornos reales.

Como resultado de la propuesta, se tiene un sensor de gas y Gateway funcionales. En la Figura 10, se muestra el dispositivo en su versión final.



Figura 10. Versión final de los productos.

## 5. Conclusiones

Se ha presentado el proceso de desarrollo de la plataforma Gaszen, partiendo de la metodología inicial hasta la materialización del producto final. Cada etapa de la metodología inicial contribuye a orientar el producto en base a normas y áreas de oportunidad, incrementando las probabilidades de concluir con un producto innovador, que se pueda proteger con leyes nacionales e internacionales.

Realizar un estudio sobre patentes en México es un primer paso que todo desarrollo tecnológico debe dar, pero es más completo realizar una búsqueda a nivel internacional, reduciendo las probabilidades que la solicitud de patente sea denegada.

Identificar los productos similares permite realizar un estudio sobre las oportunidades que se pueden aprovechar para mejorar el estado del arte, contribuyendo con una solución más eficiente y funcional. Es

importante comprender que, la solicitud de patente o patente otorgada no siempre se materializa en un producto comercial, y podemos encontrar productos comerciales que no se encuentran registrados ante el IMPI; es por esa razón que, se decidió realizar ambos estudios, y es ampliamente sugerido para todo desarrollo tecnológico.

Proteger la propiedad industrial en México es fácil y económico, considerando que las distintas oficinas del IMPI cuentan con personal bien calificado, y se ofrece un 50% de descuento a personas físicas, MiPyMEs e instituciones de educación superior para solicitar el registro de patente, modelo de utilidad y diseño industrial. Por lo tanto, se solicitaron dos registros de diseño industrial y una solicitud de patente, que se encuentran en la fase de evaluación de fondo.

Por otra parte, proteger un programa de cómputo es fácil, económico y rápido, considerando que se puede llevar el expediente a las oficinas en la Ciudad de México, y a través del servicio express, se puede obtener el certificado el mismo día que realiza la solicitud.

En ambos casos, un reto importante es convencer a los representantes legales o dueños de la empresa sobre las ventajas que ofrece proteger la propiedad industrial e intelectual a través de las dos instituciones. Para una *startup*, como es el caso de Gaszen Tech S.A.P.I. de C.V., contar con protección industrial del desarrollo ofrece un gran valor a la hora de solicitar capital a inversionistas porque se tiene la certeza que la innovación se encuentra protegida. Además, se evidencia la capacidad tecnológica y de innovación del equipo de trabajo, estableciendo diferencias claras con respecto a la competencia.

Certificar un producto bajo normas oficiales mexicanas es bastante sencillo una vez que se encuentra al organismo de certificación capaz

de realizar las pruebas que se requieren. Los costos dependen de la casa certificadora.

En cada avance del proyecto se realizaron pruebas de laboratorio hasta llegar el punto de realizar pruebas con usuarios finales, siguiendo el diagnóstico de nivel de maduración tecnológica. Es conveniente utilizar el nivel de maduración durante el desarrollo para comprender el nivel en que se encuentra el producto. También sirve para conocer el siguiente paso a seguir, y evitar errores o fallas que pueden retrasar el producto. Un punto muy sensible, y a tener en consideración, es la prueba que se realiza con los primeros clientes. En el caso del presente proyecto, los clientes fueron los “*early adopters*” quienes adquirieron el producto a través de la plataforma kickstarter y socios.

## Agradecimientos

Se agradece a los revisores anónimos que contribuyeron a mejorar la calidad del presente trabajo. También se agradece a Jennifer, Salvador, Fernando, Erick, Jonathan, Saúl, y Jairo quienes forman parte del equipo Gaszen. El proyecto ha sido parcialmente financiado por la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior del Estado de Guanajuato a través del Fondo de Innovación Tecnológica del Estado de Guanajuato con el proyecto número CFINN0262 y por la Universidad De La Salle Bajío.

## 6. Referencias

- [1] Karim Shaikh, F. Zeadally, S. Exposito, E., Enabling Technologies for Green Internet of Things. IEEE Systems Journal 11(2), 983-994 (2017).



- [2] Zorzi, M., Gluhak, A.A., Lange, S., Bassi, A., From today's INTRANet of Things to a Future INTERNet of Things: A Wireless- and Mobility- Related View. *IEEE Wireless Communications* 17(6), 44-51 (2010).
- [3] Pascual Espada, J., Diseño de objetos virtuales colaborativos orientados a servicios en el marco de Internet de las cosas. Universidad de Oviedo, 1-279 (2012).
- [4] Raza, U., Kulkarni, P., Sooriyabandara, M., Low Power Wide Area Networks: An Over-view. *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 19(2), 855-873 (2017).
- [5] Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B., Wang, H., A vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities with China Perspective. *IEEE Internet of Things Journal* 1(4), 349-359 (2014).
- [6] Sheng, Z., Yang, S., Yu, Yifan, Vasilakos, A.V., McCann, J.A., Leung K.K.: A survey on the IETF protocol suite for the Internet of Things: Standards, Challenges, and Opportunities. *IEEE Wireless Communications* 20(6), 91-98 (2013).
- [7] Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B., Wang, H., A vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities with China Perspective. *IEEE Internet of Things Journal* 1(4), 349-359 (2014).
- [8] SENER, Prospectiva de gas natural y gas L.P. 2014-2028.
- [9] SENER, Prospectiva de gas L.P., 2017-2031.
- [10] IMPI, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, <http://siga.impi.gob.mx/newSIGA/content/common/busquedaEspecializada.jsf>.
- [11] Taleb, T., Ksentini, A., Reznik, A., Metsch, T., Research and Standards: Leading the evolution of telecom network architectures. *IEEE Wireless Communications* 21(3), 10-11 (2014).
- [12] Raza, U., Kulkarni, P., Sooriyabandara, M., Low Power Wide Area Networks: An Over-view. *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 19(2), 855-873 (2017).
- [13] Kafle, V.P., Fukushima, Y., Harai, H., Internet of Things Standardization in ITU and Prospective Networking Technologies. *IEEE Communications Magazine* 54(9), 43-49 (2016).
- [14] IoTnet Mexico, <http://www.iotnet.mx/>.
- [15] Levelgas, <https://www.levelgas.com/>.
- [16] Nube, <http://nube.gs/>.
- [17] DOF, Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SCFI-1993, aparatos electrónicos - aparatos electrónicos de uso doméstico alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo.
- [18] DOF, Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-208-SCFI-2016, Productos. Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902 MHz-928 MHz, 2400 MHz-2483.5 MHz y 5725 MHz-5850 MHz-Especificaciones y métodos de prueba.
- [19] DOF, Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-019-SCT2/2015, Especificaciones técnicas y disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.
- [20] DOF, Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-024-SCFI-2013, Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos.

[21] Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR, 2016, pp.1-68.

[22] Reynoso Alba, J.M., Reporte de pruebas de antena. Gaszen Tech S.A.P.I. de C.V., 2017.

[23] SST, Ingress Protection. <http://sst.ws/downloads/Ingress-Protection-iss-4.pdf>.

[24] Martínez-Peláez, R., Reporte de Pruebas de Protección de Ingreso. Gaszen Tech S.A.P.I. de C.V., 2018.