



Análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga

Marisol Barrón Bastida Elizabeth de la Torre Romero Alfredo Bueno Solano

Publicación Técnica No. 531 Sanfandila, Qro, 2018

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga

Este proyecto fue realizado en la Coordinación de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte; por la Mtra. Marisol Barrón Bastida, la Dra. Elizabeth de la Torre Romero y el Dr. Alfredo Bueno Solano.

El presente texto es el producto final del proyecto de investigación interna Tl0417-Análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga.

Agradecemos la colaboración del Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue del Instituto Mexicano del Transporte, y en especial al Laboratorio Nacional Sistemas de Transporte y Logística [Sit-LOG Lab] por permitirnos el uso de sus herramientas tecnológicas, las que sirvieron como apoyo para la comunicación con personal de las empresas transportistas.

Así mismo, la participación de las personas pertenecientes a diversas empresas transportistas que aportaron información valiosa, lo que nos permitió cumplir con el objetivo del estudio.

Contenido

| Índice de tablasiv |
|--|
| Índice de figurasv |
| Sinopsisix |
| Abstractx |
| Resumen ejecutivoxii |
| Introducción1 |
| Capítulo 1 Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en México |
| Capítulo 2 Soluciones tecnológicas orientadas a la gestión del autotransporte de carga |
| Capítulo 3 Proceso de levantamiento de información |
| Capítulo 4 Situación actual sobre el uso de tecnologías en el autotransporte de carga |
| Conclusiones y recomendaciones57 |
| Bibliografía61 |

Índice de tablas

| Tabla 1.1. Estructura Empresarial del Autotransporte de Carga | 5 |
|--|-------|
| Tabla 1.2. Qué es lo que consideran más importante los empresarios logís | ticos |
| que se debería atender para mejorar | 6 |

Índice de figuras

| Figura 2.1 Elementos que intervienen en el rastreo satelital | 13 |
|--|----|
| Figura 2.2 Elementos que conforman un receptor GPS disponible en el mercac | |
| Figura 2.3 Sistema de rastreo con tecnología A-GPS | 15 |
| Figura 2.4 Dispositivo GPS con tecnología A-GPS | 16 |
| Figura 2.5 Ejemplo de un dispositivo que permite el rastreo vehicular híbrido | 17 |
| Figura 2.6 Ejemplo de un dispositivo para la telemetría de vehículos | 18 |
| Figura 2.7 Sensor de temperatura y su interacción con la red GPS/GPRS para monitoreo y envío de alertas. | |
| Figura 2.8 Ejemplo de la combinación de comunicación por RFID en el esquer fijo y portátil | |
| Figura 2.9 Ejemplo de lectores RFID. | 27 |
| Figura 2.10 Ejemplo de antenas RFID fijas para la recepción o expedición mercancías | |
| Figura 2.11 Tipos de polarización en antenas RFID. | 28 |
| Figura 2.12 Ejemplo de un sistema RFID para el control de llantas | 30 |
| Figura 2.13 Ejemplo de un sistema de emisión y recepción de un producto | 32 |
| Figura 2.14 Funcionamiento de un sistema Beacon. | 33 |
| Figura 2.15 Ejemplo del uso de Beacons para la carga de vehículos | 35 |
| Figura 2.16 Localización de las unidades por medio del uso de Beacons | 36 |
| Figura 2.17 Integración de órdenes de trabajo por medio del uso de Beacons | 37 |
| Figura 2.18 Módulos que integran un sistema ERP. | 38 |
| Figura 2.19 Mapa de tecnologías en el autotransporte de carga | 42 |

| Figura 3.1 Información recabada acerca de la operación del GPS | 43 |
|--|----|
| Figura 3.2. Diseño del cuestionario aplicado a empresas transportistas | 44 |

Sinopsis

El presente proyecto consiste en la realización de un análisis exploratorio mediante una investigación bibliográfica y de campo sobre el uso de aplicaciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga, así como su distribución en el mercado. En este trabajo fueron abordaros los sistemas de rastreo satelital, sensores, sistemas para la administración de recursos y aplicaciones móviles. Para conocer la situación actual sobre el uso de las tecnologías, aplicamos encuestas en línea tanto a empresas de autotransporte de tipo hombre-camión, chicas, medianas y grandes, así como a proveedores de tecnologías que ofrecen en el mercado aplicaciones orientadas a la gestión del autotransporte de carga, esto con la finalidad de detectar los requerimientos, las necesidades tecnológicas, las áreas de oportunidad y las distintas estrategias del mercado; para ayudar a quienes toman decisiones a invertir de manera acertada y, además, a contribuir a la construcción de un sector más competitivo.

| carga | | | |
|-------|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Abstract

The present paper consisted in the accomplishment of an exploratory analysis through a bibliographical and field investigation about of use of technological applications in the companies of freight transportation, as well as its distribution in the market. This paper addressed global positioning systems, sensors, systems for resource management and mobile applications. In order to know the current situation regarding the use of the applied technologies, online interviews were conducted to freight transportation like truck-man, small, medium, and large, as well as to suppliers of technologies offering on the market applications oriented to the management of freight transportation, with the purpose of detecting requirements, technological needs, areas of opportunity and different market strategies, helping decision makers to invest in a successful way and also contribute to the construction of a more competitive sector.

| Análisis explora carga | torio sobie el us | so ue solucion | es lecritifylda | ιο στι ιαδ στιβι | _ี ธงสง น ซ สนเปแช | ansporte de |
|---------------------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|---|-------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Resumen ejecutivo

En este trabajo presentamos inicialmente un panorama breve acerca del uso de tecnologías en México; es decir, cuál es su participación con respecto a los demás países, específicamente en los entornos de negocios e innovación tecnológica y su relación de la falta de crecimiento de estos entornos dentro de las empresas transportistas. Notamos una carencia relativamente baja en empresas de tipo hombre-camión.

Con la finalidad de conocer el funcionamiento, las características y los elementos de las principales tecnologías usadas en la gestión de las operaciones del autotransporte de carga, presentamos cuatro grupos de tecnologías: sistemas de rastreo, sensores, sistemas para la administración de recursos y aplicaciones orientadas a la conectividad y movilidad. Esto permitirá ayudar a los tomadores de decisión a invertir de manera acertada antes de implementar algunas de estas tecnologías. También, pretendemos contribuir a la construcción de un sector más competitivo en las operaciones del día con día.

Para conocer la situación actual con respecto a que tanto se utilizan dichas tecnologías, diseñamos y aplicamos un cuestionario en línea dirigido a empresas de autotransporte (hombre-camión, chica, mediana y grande). Por otro lado, identificamos a través de la web, proveedores de tecnologías enfocadas a las actividades de empresas transportistas, a los que visitamos y entrevistamos para conocer el funcionamiento de las tecnologías; así mismo, hubo proveedores que desarrollaron sus propias aplicaciones móviles para satisfacer tal fin, de las cuales se describen sus características en el capítulo 2.

El resultado de las entrevistas aparece en el capítulo 4. Ahí podemos conocer la proporción de las empresas participantes y sus tendencias en cuanto al uso de tecnologías, de acuerdo con el tamaño de la empresa transportista. Además, hacemos algunas recomendaciones como oportunidad de crecimiento bajo el paradigma de cómputo en la nube. Y finalizamos con algunas conclusiones y recomendaciones.

| Análisis exploratorio sobre el uso de solucione | es tecnológicas en | las empresas de au | totransporte de |
|---|--------------------|--------------------|-----------------|
| carga | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Introducción

Debido al constante crecimiento que ha tenido año con año la tecnología en las áreas de logística y cadena de suministro, surge la inquietud de abordar en el presente trabajo su uso y apropiación; particularmente en las empresas transportistas. En este sentido, tomamos como base los estudios: Retos y Tendencias Sector Logístico 2017, Informe Mundial de Tecnología de la Información y el Libro Blanco de las TIC en el Sector Transporte y Logística, los cuales permitieron tener un panorama más amplio en cuanto a los aspectos tecnológicos más relevantes por mejorar en la logística.

Para el presente estudio, identificamos y cuestionamos a un grupo de empresas transportistas acerca del uso y necesidades tecnológicas que requieren para su operación. Previo a ello, fue necesario identificar las diversas tecnologías que pueden ser utilizadas durante el traslado de mercancías; por ejemplo, los sistemas de rastreo y la implementación de sensores en los vehículos de carga en pro del monitoreo y la seguridad.

Con base en lo anterior, ponemos a disposición de los transportistas y usuarios en general, un marco conceptual donde exponemos las diversas tecnologías más utilizadas en el ámbito del transporte y un mapa, a modo de resumen, que las incluye. Así mismo, aportamos algunas sugerencias con la finalidad de ampliar el panorama tecnológico que podrían adoptar como una opción de crecimiento.

Con esto, pretendemos guiar y ayudar a los transportistas que desconocen la forma de operación de la tecnología y lo que implicaría implementarla en su modelo de negocio, así como contribuir al fortalecimiento de la estructura empresarial más pequeña del autotransporte de carga.

En el contexto de la planeación nacional, este trabajo se alinea con la Estrategia 3.5.3 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: *Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.*

Asimismo, en referencia al Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018, el objetivo de este trabajo contribuye con los objetivos sectoriales: 6) Desarrollar el sector con la creación de tecnología y capacidades nacionales, y 2) Mejorar los servicios de transporte y logística.

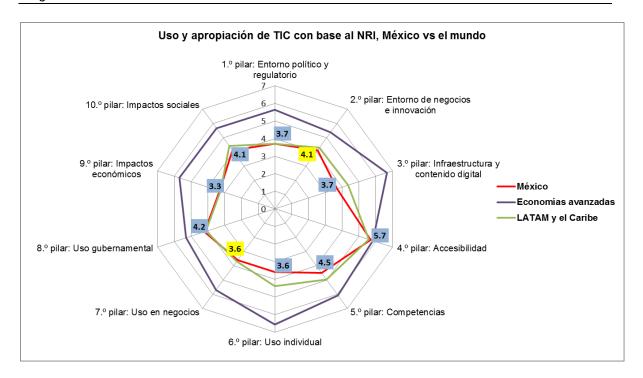
Análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga

1 Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en México

Cada año, el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) -en colaboración con el INSEAD (*Business School for the World*) y la Universidad de Cornell-, genera un *Informe Global de Tecnología de la Información;* en el cual miden los factores impulsores de la revolución de las TIC en todo el mundo, utilizando lo que ellos denominan el Índice de Preparación en Red (NRI), con la finalidad de identificar áreas de interés en donde puedan ser aprovechadas plenamente las TIC para el desarrollo socioeconómico de los países, y haciendo uso de las subcategorías (pilares): a) Entorno político y regulatorio, b) Entorno de negocios e innovación, c) Infraestructura y contenido digital, d) Accesibilidad, e) Competencias, f) Uso individual, g) Uso en negocios, h) Uso gubernamental, i) Impactos económicos, y por último j) Impactos sociales.

La gráfica 1.1 muestra una comparación entre México y el mundo, en cuanto al uso y apropiación de las TIC con base en el NRI, resaltando para este proyecto los pilares: **uso en los negocios** y **entorno de negocios e innovación**; en donde, según las definiciones que da el informe anteriormente mencionado, el primero está orientado a evaluar la calidad de las condiciones de una empresa para impulsar el espíritu empresarial, además de evaluar las condiciones existentes para que la innovación prospere; incluyendo variables sobre la disponibilidad tecnológica, las condiciones de demanda de los productos innovadores y la disponibilidad de capital de riesgo para financiar proyectos relacionados con la innovación. El segundo mide la capacidad de absorción tecnológica de la empresa, así como su capacidad global de innovación y la producción de novedades tecnológicas.

Por lo tanto, podemos ver que la participación de México está muy por debajo de las economías avanzadas y las de Latinoamérica en cuanto al uso y apropiación de las TIC distribuidas en diez pilares establecidos por el WEF. Por lo que, dependiendo de la estrategia que tenga el país para crecer, necesitará un gran esfuerzo y compromiso; ya sea para poder posicionarse en los primeros lugares, o bien, para reducir su rezago. En este sentido, Cann (2016) señala que "muchos gobiernos necesitarán redoblar esfuerzos urgentemente para mejorar sus marcos normativos y de innovación".



Fuente: Elaboración propia con datos al 6 de julio de 2016 publicados por el *World Economic Forum*.

Gráfica 1.1. Uso y apropiación de las TIC, con base en el NRI, entre México y el mundo.

1.1 Tendencias del uso de Tecnologías de Información (TI) en el autotransporte de carga

Como tema de interés para este proyecto, resulta importante explorar el uso de soluciones tecnológicas dentro de las empresas de autotransporte de carga; más aún, cuando como observamos en la tabla 1.1 la estructura de la clasificación de las empresas en México destaca la participación de las organizaciones tipo hombre-camión; seguidas de las pequeñas, medianas y grandes empresas. Lo que podría significar un bajo uso de ciertas tecnologías en las operaciones de las empresas que poseen entre 1 y 5 vehículos. Esto se confirma con un análisis realizado por Indicium Solutions, el cual estimó que existen entre 500 y 600 mil dispositivos de localización y rastreo satelital instalados en unidades de carga; sin embargo, el mercado potencial de los vehículos que podrían implementar este tipo de tecnología para el control de las mercancías transportadas se estima en 2.5 millones de unidades (Ramírez, 2014).

Tabla 1.1. Estructura Empresarial del Autotransporte de Carga.

| Tipo de empresa | Estrato en Unidades | Número de empresas | % | Número de vehículos | % |
|-----------------|------------------------|-----------------------|------|------------------------|------|
| Hombre Camión | 1 a 5 | 114,308 | 81.2 | 215,163 | 24.9 |
| Pequeña | 6 a 30 | 22,793 | 16.2 | 260,455 | 30.1 |
| Mediana | 31 a 100 | 2,826 | 2.0 | 142,953 | 16.5 |
| Grande | Más de 100 | 903 | 0.6 | 246,264 | 28.5 |
| Total | | 140,830 | 100 | 864,835 | 100 |

Fuente: Estadística Básica del Autotransporte Federal 2016, (Dirección General de Autotransporte de Federal).

No obstante, frente al aumento de la inseguridad que ha padecido el sector empresarial en los últimos años, podría pensarse que más empresas transportistas han recurrido al uso del GPS; sin embargo, aún existen sus limitantes en su grado de implementación. Rivera (2015) menciona que las empresas están tratando de abatir costos, por lo que optan por comprar equipos de radiofrecuencia más económicos. Por otro lado, Macías (2014) señala que existen empresas que solo contratan el servicio en horarios de oficina.

El hecho de que las empresas traten de evitar el uso del GPS en horarios que consideran innecesarios radica en que al tener operando un sistema GPS en conjunto con algunos sensores, si bien le permitirá incrementar sus ventajas, también se verá reflejado en su costo. Actualmente, en el mercado existen equipos que van desde \$2,200 y una renta de \$400 mensuales por unidad. Para el caso de los sistemas híbridos¹, el equipo podría tener un costo de al menos \$24,000, con una mensualidad de \$390; precio que podría aumentar por cada posición extra que se quiera recibir, aproximadamente 0.25 dólares por posición.

_

¹ Este tipo de sistemas cuenta con capacidad de modo dual; que incorpora un módem satelital y celular para localizar, monitorear, controlar y administrar los vehículos en cualquier lugar.

Además de las razones de seguridad que el uso del GPS puede brindar, existen otras de carácter productivo y estratégico que apuntan a utilizar una gran diversidad de periféricos especializados; las que con el uso de módems diseñados para este fin y la vinculación e interacción de una plataforma² de localización son capaces de medir, analizar y dar visibilidad total sobre las operaciones de las unidades.

Sin embargo, aún con las ventajas que se pueden obtener por el uso de tecnología, un estudio realizado por **DAQUA Strategic Intelligence** a empersarios del sector logístico dio a conocer que se debería trabajar en el uso de TI que permitieran una integración a lo largo de la cadena de suministro, así como el acceso a herramientas innovadoras, como observamos en la tabla 1,2.

Tabla 1.2. Qué es lo que consideran más importante los empresarios logísticos que se debería atender para mejorar.

| ¿Cómo consideras que es lo más importante en lo que se debería atender para mejorar? | | ¿Cómo evaluarías sus condiciones actuales? | | | |
|--|--|--|---------|------|--|
| | | Mal | Regular | Bien | |
| Nivel de prioridad | | | | | |
| 1° | El uso de Tecnología de Información y Comunicación como herramienta para la colaboracion en la cadena de suministro. | 25% | 26% | 49% | |
| 2° | El acceso a herramientas innovadoras. | 30% | 29% | 41% | |
| 3° | La automatización y tecnificación de procesos. | 38% | 29% | 33% | |

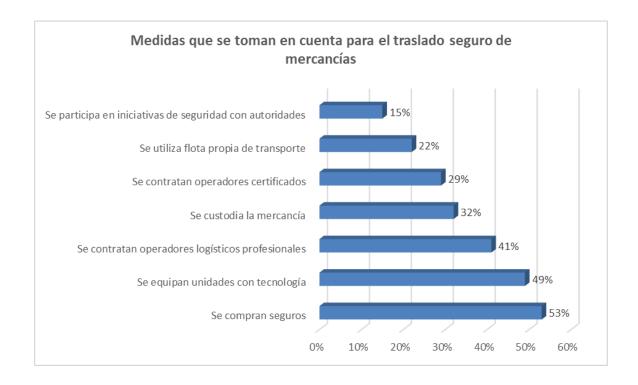
_

² Plataforma comúnmente orientada a un modelo conocido como Software como Servicio (SaaS-Software as a Service), por el cual se paga una cuota cada determinado tiempo por su uso.

| 4° | El desarrollo del comercio electrónico. | 44% | 29% | 27% |
|----|--|-----|-----|-----|
| 5° | La difusión de las tecnologías de información disponibles. | 32% | 27% | 41% |

Fuente: Retos y tendencias del sector logístico. DAQUA Strategic Intelligence, México (2017).

Por otro lado, dicho estudio encontró que las empresas del sector invierten más en seguros y en equipar sus unidades con tecnología, que en participar en iniciativas de seguridad con las autoridades. Esto demuestra que el uso de la tecnología se vuelve una necesidad inminente ante el robo de vehículos; y, además, apunta a que las empresas demuestran poco interés en participar con las autoridades; por lo que la tendencia va mas hacia tratar el problema de manera individual, en lugar de buscar soluciones conjuntas.



Fuente: Retos y tendencias del sector logístico. DAQUA Strategic Intelligence, México (2017).

Gráfica 1.2. Medidas que toman en cuenta las empresas para hacer un traslado seguro de mercancías.

Por lo anterior, ante la necesidad de contar con un medio de transporte más eficiente y seguro, las tecnologías de rastreo en conjunto con el uso de sensores para el monitoreo de las unidades parecen ser una solución prometedora, por lo cual, diferentes cámaras relacionadas con el transporte de mercancías trabajan en pro de impulsar su uso; como ejemplo de esto, García y Salas (2017) mencionan que las empresas pertenecientes a la Asociación Mexicana de Seguridad Privada Información Rastreo Inteligencia Aplicada (AMSIRIA) se reúnen cada bimestre para realizar presentaciones de diferentes equipos tecnológicos que son favorecidos en costo y operados a través de una plataforma básica, con lo que ayudan a mejorar su desempeño y la calidad de su servicio.

2 Soluciones tecnológicas orientadas a la gestión del autotransporte de carga

En esta sección, se presentamos aquellas tecnologías que en su conjunto conforman un sistema tecnológico de comunicación, dentro del proceso de distribución de la mercancía; se trata de aquellas soluciones que se encuentra tanto en el contexto del IoT (Internet of Things - Internet de las Cosas) como en el de la telemetría (las que definiremos más adelante), y que aportan una guía para los usuarios transportistas o empresas de autotransporte que requieran conocer el ámbito de las tecnologías con este enfoque y la forma en que operan para su funcionamiento.

2.1 Internet de las Cosas

Según 5G Americas (2016), el loT "es una red de objetos físicos, máquinas, personas y dispositivos para habilitar la conectividad y las comunicaciones que permitan intercambiar datos entre aplicaciones y servicios inteligentes", estos dispositivos pueden ser tabletas, smartphones, productos electrónicos de consumo, vehículos, motores y sensores con capacidad de comunicaciones por loT. En este sentido, la innovación está presente en distintas industrias u organizaciones; por ejemplo, en el ámbito automotriz y transporte, el cuidado de la salud, servicios financieros, el sector público, retail, logístico y otros. Para este último, una empresa transportistas puede gestionar la carga durante su distribución y usar la tecnología RFID en un entorno que permita verificarla e identificar faltantes; o bien, implementarla si existen productos en mala condición. Por otro lado, existe el dispositivo conocido como Beacon³, el cual podría ser utilizado para identificar la posición exacta de los vehículos dentro del patio de maniobras, o para introducir la mercancía correcta en el remolque correcto.

Estos y otros entornos inteligentes pueden ser implementados en una empresa transportista, capaces de analizar, diagnosticar y ejecutar funciones en diferentes áreas; específicamente para la gestión de flotas y logística. Para tal caso, cobra sentido mencionar las soluciones de tipo Internet de las Cosas Celular (CIoT, por sus siglas en inglés); las cuales, en un reporte elaborado por "5G Americas" menciona que el IoT que está surgiendo con las perspectivas de conexiones más

³ Dispositivo que emite una señal a una multitud de nodos receptores de manera simultánea. Es pequeño y puede fijarse a una pared.

confiables, cobertura amplia en zonas geográficas y ubicaciones remotas con tecnologías celulares evolucionadas, brinda nuevas oportunidades para mejorar el desempeño de la flota y la satisfacción del cliente.

En dicho reporte, mencionan varios escenarios comprendidos en las aplicaciones para la gestión de flotas, hacen énfasis en la conectividad celular:

- Optimización de rutas. A partir de la ubicación del conductor, le pueden asignar tareas según la ubicación del vehículo; lo que permite gestionar la reasignación de rutas, el uso adecuado de los vehículos, los horarios de entrega de la mercancía y los niveles de inventario.
- Gestión de la fuerza de trabajo. Al rastrear la ubicación de los conductores, pueden rastrear su información de trabajo como la entrada y salida de sus actividades diarias, lo que permite calcular el tiempo requerido para terminar sus tareas.
- Gestión del comportamiento del conductor. Al utilizar sistemas que integren información como el clima, las condiciones de tránsito y demás factores; pueden lograr prácticas de manejo seguras que ayuden a minimizar los errores del conductor y lograr mejor rendimiento del combustible.
- Geocercas. A partir de la definición de geocercas, es posible monitorear el momento en que un vehículo ha salido de su zona geográfica virtual.
- Telemática. A través de la colocación de diversos sensores en los vehículos, pueden recabar datos de telemática en tiempo real; como las tasas de consumo de combustible, presión de las llantas, kilometraje, velocidad, estilo de frenado, entre otros. Estos datos pueden ser distribuidos a nodos o ser procesados en mayor medida por software de análisis de datos, con la finalidad de optimizar las operaciones de los administradores de flotas.
- Diagnóstico del vehículo. Con la ayuda de aplicaciones, se pueden identificar requisitos de mantenimiento del vehículo, minimizar reparaciones costosas, optimizar la seguridad, mejorar la eficiencia de los vehículos, y actualizar a los conductores sobre métricas de desempeño para evitar averías en el camino.

Gestión de operaciones. Además de la administración dinámica de flotas, existen sistemas optimizados de loT tales como sistemas de cadena de suministro sofisticados de pedidos y rastreo que maximizan las eficiencias de las entregas e integran las cargas de los vehículos con los clientes.

2.2 Sistema de rastreo vehicular

Un sistema de rastreo vehicular es aplicado a los sistemas de localización en tiempo real, basado generalmente en el uso de un receptor GPS y un módulo que contiene un módem inalámbrico que permite la transmisión de información a través de telefonía, GPRS⁴ o GPS. Este sistema comúnmente es usado por las empresas de autotransporte de carga; ya que no solo les permite ubicar sus unidades, sino que también les permite rastrearlas en caso de robo. Actualmente, en el mercado existen dos tipos de rastreo para flotillas: el rastreo satelital (GPS) y el rastreo por medio de la red celular (A-GPS). Las empresas transportistas contratan este tipo de servicios dependiendo de las características de sus viajes; es decir, si distribuyen en zonas donde siempre existe cobertura celular optan por contratar un rastreo de tipo A-GPS; si, por el contrario, existen tramos en los que no hay cobertura para transmitir los datos de la posición, pueden elegir el servicio satelital, solo que el uso de este último resulta más caro.

Si bien, las diferencias entre el GPS y el A-GPS son: el tiempo de recepción de posición, el modo de rastreo y su costo, existen empresas que eligen contratar ambos servicios; pues aunque se eleve el costo por transmitir datos GPS, al combinarlos difícilmente perderán la ubicación de la unidad. Por lo tanto, es posible obtener la misma información, pero al combinar estos servicios obtienen la ubicación del vehículo en todo momento. Algunos de los beneficios del rastreo vehicular son:

- Localización y telemetría de todos los activos.
- Seguimiento de la ubicación y telemetría.
- Por medio de históricos, pueden recrear recorridos para visualizar lo sucedido de manera detallada y conocer los valores telemétricos durante el trayecto de la ruta.
- Visualiza, consulta y recibe notificaciones de los tramos donde se han presentado excesos de velocidad.
- Recibir alertas y notificaciones importantes sin necesidad de estar monitoreando las unidades, por ejemplo, de geocercas, georutas, velocidad, batería, conexión, altitud, movimiento y paradas.
- Conocer cuándo la unidad inicia, termina o pasa por algún punto de interés (gasolineras, casetas, paraderos, etc.) dentro de la ruta, así como si no está cumpliendo con los horarios estipulados.

⁴ La técnica GPRS (Servicio General de Paquetes de Datos vía Radio) está basada en la transmisión de paquetes de datos. GPRS coexiste con GSM, y que distribuyen gran parte de la infraestructura desplegada en este, pero ofreciendo al usuario un servicio portador más eficiente para las comunicaciones de datos e Internet. La velocidad teórica máxima que puede alcanzar GPRS es de 171.2 Kbit/s, unas 18 veces mayor que la tecnología GSM (Global System Mobile). [Ramos, 2008]

 Generación de reportes globales; por ejemplo, de algún periodo, velocidad, flotilla, altitud, paradas, distancia, duraciones, sensores, alertas y puntos de interés.

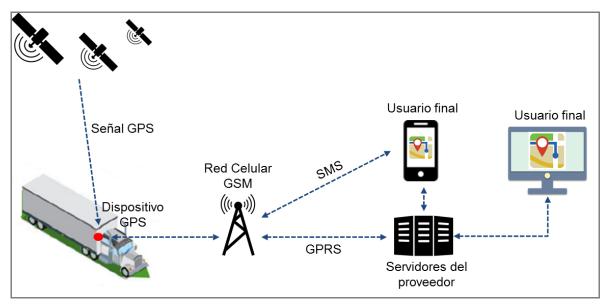
2.2.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) permite determinar la ubicación de un objeto, en cualquier parte de la tierra, a través de una red de veinticuatro satélites. Cuando se desea obtener la posición en un vehículo, un dispositivo receptor ubicado en la unidad localiza como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe señal y le indican la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el receptor sincroniza el reloj del GPS, y así calcula el tiempo que tardan en llegar las señales; de esta forma se mide la distancia al satélite mediante el método de trilateración⁵ inversa. Posteriormente es posible conocer las coordenadas de cada uno de los satélites involucrados y obtener la posición absoluta o las coordenadas reales del punto de medición.

Como muestra la figura 2.1, para que un sistema de rastreo vehicular por satélite pueda operar, es necesario que un dispositivo GPS reciba la señal de al menos tres satélites, los cuales permitirán calcular la posición en tierra de la unidad que desean ubicar. A su vez, necesita de una forma para poder enviar los datos sobre su posición a la persona o el sistema que requiere saber en dónde se encuentra el vehículo; es ahí donde entra la comunicación GSM⁶. Al utilizar dicha comunicación, el módulo puede enviar los datos vía GPRS para el rastreo continuo y así visualizar su trayectoria desde Internet en una plataforma web; o bien, usar el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) para el rastreo solo en momentos predeterminados y recibir la información en el teléfono móvil.

⁵ Se basa en determinar la distancia de cada satélite al punto de medición.

⁶ Sistema Global para las Comunicaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1 Elementos que intervienen en el rastreo satelital.

2.2.1.1 Elementos de un dispositivo de rastreo GPS

Actualmente, en el mercado existe una gran variedad de marcas de dispositivos para el rastreo de vehículos; algunos de estos dispositivos pueden variar en cuanto a los elementos que los conforman, pero en esencia todos cumplen con el mismo objetivo: permitir la ubicación y rastreo del vehículo. Algunos de los elementos que se podemos mencionar en la conformación de estos dispositivos son: un receptor de Posicionamiento Global por Satélite (GPS) complementado con dos pequeñas antenas externas (GSM y GPS) y la integración de sistemas con redes GSM para telemetría (monitoreo y control a distancia); para lo cual, es necesario el uso de una tarjeta SIM⁷ y así identificar el equipo ante la red de telefonía celular.

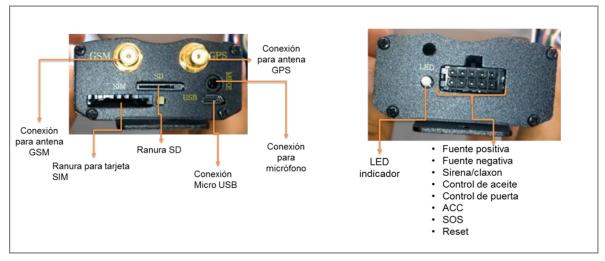
Por el contrario, si no requerimos transmitir los datos en tiempo real existe una conexión SD disponible para colocar tarjetas microSD; las cuales permitirán almacenar los datos de manera temporal, para después descargarlos a una PC a través de una conexión Micro USB.

Así mismo, es posible incluir una entrada de micrófono que sería activada por el operador para monitorear conversaciones realizadas en la cabina del vehículo. También podría contener un foco de tipo Led para indicar cuando el dispositivo

⁷ Es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles. Estas tarjetas almacenan la clave de servicio que el suscriptor usa para identificarse ante la red.

esté encendido, trabajando o alertar si existiera algún problema. Como complementos, es posible conectar al GPS sensores como: de movimiento, de choques, cámaras, entre otros.

Otra diferencia importante es que, estos dispositivos incluyen una conexión que se alimenta de la batería del vehículo. Tan pronto comienza a avanzar, la batería interna empieza a cargarse; cuando se detiene y el motor es apagado, el GPS continúa operando, esto con la finalidad de seguir rastreando la unidad por al menos 5 horas (dependiendo del estado del nivel de batería en el que se encuentre) en caso de algún robo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2 Elementos que conforman un receptor GPS disponible en el mercado.

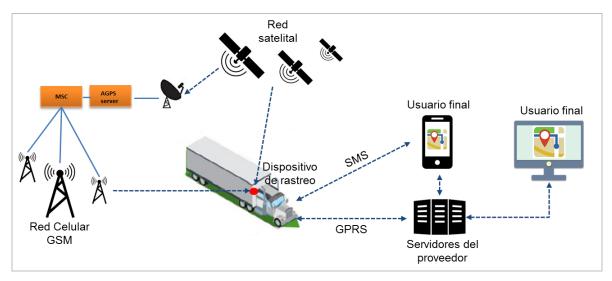
2.3.1 Sistema de rastreo por A-GPS

El concepto que referencia al modo de rastreo basado en estaciones móviles es el Sistema de Posicionamiento Global Asistido (A-GPS). Este tipo de tecnología suele ser bastante útil para las empresas transportistas ya que, a diferencia del GPS que presenta dificultades a la hora de proporcionar posiciones precisas en condiciones de baja señal, un sistema por radiofrecuencia tiene mayor velocidad y precisión de recepción de al menos tres segundos.

Esto se logra básicamente porque un receptor AGP-S puede trabajar sobre dos modos: mediante el acceso a un Servidor de Asistencia en línea (modo "on-line") o fuera de línea (modo "off-line"). Cuando los equipos funcionan en modo fuera de línea, es posible recibir la posición a partir de la descarga de ficheros que se almacenan en el dispositivo hasta que la información se vuelva obsoleta; o bien, cuando se esté en lugares donde no haya conexión de datos. Sin embargo, en

algún momento la información almacenada en el dispositivo se volverá obsoleta, por lo que para una empresa transportista le resultaría óptimo y seguro trabajar con dispositivos que tengan siempre una conexión activa. (LaMance, DeSalas y Jarvinen, 2002).

La figura 2.3 muestra un ejemplo de la forma de operación de este tipo de tecnología. Para ejecutar la triangulación A-GPS, la antena del dispositivo se convierte en un receptor que consulta todas las antenas de telefonía celular cercanas; entonces, usando el reloj del equipo este recoge y registra su distancia de las antenas; posteriormente estos datos son enviados a los servidores de los proveedores de telefonía para su procesamiento; y así devuelve una ubicación GPS.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.3 Sistema de rastreo con tecnología A-GPS.

2.3.1.1 Elementos de un dispositivo por A-GPS

Generalmente, estos dispositivos utilizan antenas GPS muy pequeñas y menos sensibles; además de chips GPS integrados de menores recursos, con la finalidad de reducir la diferencia de sensibilidad y permitir que la interacción con los satélites sea captada rápidamente; incluso, si existe una recepción débil. En cuanto a la comunicación inalámbrica, según la empresa Ubiqo Smart, utiliza un módulo de comunicación celular con señal a nivel mundial a través de los protocolos: GSM, 3GPP⁸ y PBCCH⁹, y el envío de datos por medio del protocolo

⁸ Proyecto Asociación de Tercera Generación. Estandarización que abarca radio (GPRS o EDGE), redes de núcleo y arquitectura de servicio.

⁹ Canal de control de emisión de paquetes.

TCP/IP¹⁰ que utiliza la red GPRS clase B. Este último se refiere a que el dispositivo de rastreo solo puede estar conectado a un tipo de servicio; es decir, mientras sea utilizado un servicio GSM (llamadas de voz o Servicio de Mensajes Simples), se suspende el servicio GPRS; el que se reinicia automáticamente cuando finaliza el servicio GSM. Esta característica resulta particularmente importante; ya que si el equipo de rastreo está transmitiendo mensajes de texto no podrá mandar la posición del vehículo en ese momento, sino hasta que el servicio no sea liberado.

En la figura 2.4 podemos observar un dispositivo que cuenta con las características anteriormente mencionadas. Algunos de sus elementos más importantes son: un puerto micro USB para carga, envío y recepción de datos, una batería para rastrear durante dieciséis horas, un sensor GPS que permite recibir posición en menos de un segundo con un margen de error de un metro. Así mismo, cuenta con sensores como un acelerómetro y giroscopio para la detección de movimiento y orientación, y un magnetómetro¹¹.



Fuente: Dispositivo GPS Smart, ubicado desde la página web de la empresa Ubiqo.

Figura 2.4 Dispositivo GPS con tecnología A-GPS

Algunas de las características técnicas de este dispositivo son:

- Por medio de una plataforma, el dispositivo permite ser configurable vía remota.
- Puede ser configurado para ser usado por una persona o hasta por un avión
- El dispositivo puede ser actualizado vía inalámbrica sin interrumpir su funcionamiento para asegurar que siempre tenga la versión más actualizada de firmware¹².

16

¹⁰ Es usado para las comunicaciones en redes, el cual describe un conjunto de guías generales de operación para permitir que un equipo pueda comunicarse en red

¹¹ Un magnetómetro detecta de donde proviene la mayor fuerza electromagnética, este efecto se usa por lo regular para situar el norte magnético.

¹² Programa informático que estable la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

- Por medio del uso de algoritmos de localización, la posición puede ser configurable según distancia, tiempo o velocidad; lo que facilita el monitoreo de la unidad.
- A través de sus sensores, es posible detectar si el dispositivo está en movimiento o se encuentra estático; lo que permite ahorrar el consumo de energía.

2.4.1 Sistema híbrido de rastreo vehicular

Este tipo de sistema cuenta con capacidad de modo dual que incorpora un módem satelital y celular; que sirve para localizar, monitorear, controlar y administrar vehículos en cualquier lugar. Esta tecnología agrega capacidades GPS y GPRS, que es lo ideal para el seguimiento y la supervisión de unidades que viajan en zonas aisladas y urbanas. Básicamente utiliza las frecuencias celulares cuando se encuentra bajo cobertura de redes terrestres, y cambia de manera ininterrumpida al servicio vía satélite cuando el servicio celular no está disponible; así proporciona ahorros sin sacrificar la cobertura global. La figura 2.5 muestra dos ejemplos de este tipo de dispositivo de rastreo.



Fuente: Izquierda, dispositivo híbrido de la empresa Ubiqo. Derecha, dispositivo híbrido de la empresa GPSMonitor.

Figura 2.5 Ejemplo de un dispositivo que permite el rastreo vehicular híbrido.

Algunas características sobresalientes de este dispositivo son:

- Detección automática de zonas donde no hay señal celular, lo que permite optimizar la cantidad de envíos.
- Envío de posición cada cinco minutos mientras la unidad esté en movimiento.

 Por medio del detector de movimiento permite ahorrar la cantidad de datos enviados; puesto que manda una posición al día cuando la unidad está detenida.

2.5.1 Sistema de telemetría para la gestión de flotillas

Para muchas empresas transportistas resulta útil monitorear la operación del vehículo durante los viajes, con la finalidad de controlar el rendimiento del vehículo y así tomar decisiones oportunas. Para ello, el uso de telemetría está disponible para la gestión de flotillas; con la cual es posible obtener información bastante útil a partir de la lectura de la computadora del tractocamión, tales como:

- Eficiencia en el uso de combustible
- Combustible en ralentí
- Odómetro
- Horas ralentí
- Horas totales de trabajo
- Rendimiento real
- Revoluciones por minuto
- Batería, aceite y refrigerante

Por defecto, este tipo de dispositivo trabaja en conjunto con un equipo de rastreo satelital que permitirá identificar el vehículo y enviar la información de lectura por medio de la red GPRS a la plataforma de análisis; o bien, podría usarse el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) para recibir la información a un dispositivo móvil. En la figura 2.6 aparece un ejemplo de un dispositivo de telemetría para vehículos.



Fuente: Obtenida de ENGISYSTEM TECHNOLOGY.

Figura 2.6 Ejemplo de un dispositivo para la telemetría de vehículos.

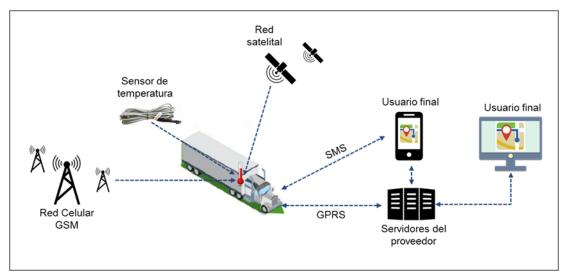
Otros equipos considerados en el uso de telemetría son:

• Sensor de colisión. Permite detectar aceleraciones en cualquier lugar del plano de movimiento del vehículo. Con este sensor es posible detectar

accidentes como choques y volcaduras que ocurran a velocidades desde 20km/h contra algún objeto en reposo.

• Sensor de temperatura para cajas refrigeradas. Los sensores de temperatura ayudan a asegurar la integridad de los productos perecederos y sensibles a las temperaturas a lo largo de toda la cadena de frío. Esta tecnología permite la recolección y análisis de datos de la temperatura de la carga en tránsito durante todo el viaje para maximizar el cumplimiento normativo, ayudar a prevenir la pérdida de carga y mejorar la satisfacción del cliente.

Normalmente este tipo de sistemas se encargan de enviar por la red GPRS la temperatura de la caja fría cada determinado tiempo (el que el usuario determine) junto con los datos de posición, encendido/apagado del motor del termo, puerta trasera abierta o cerrada y el estado de enganche o desenganche de la caja. Así mismo, el usuario podrá programar alarmas para que en caso de que el termo salga de un rango de temperatura definido, el sistema envíe inmediatamente un correo o un mensaje de texto, ya sea a un teléfono móvil o al software de monitoreo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.7 Sensor de temperatura y su interacción con la red GPS/GPRS para el monitoreo y envío de alertas.

En la figura 2.7 vemos un ejemplo de este tipo de sensores, el cual es instalado en el interior de la caja y conectado a un puerto análogo del equipo GPS; para que registre y envíe la temperatura de cada evento a un entorno web (o bien al conductor); y en caso de que la temperatura se salga de los límites establecidos, enviará una alarma para notificar al usuario los datos de la unidad, lugar, fecha, hora y temperatura; y así pueda tomar una decisión oportuna.

2.6.1 Otros sistemas de seguridad

Con el uso de un sistema GPS implementado en las unidades podemos agregar otros sensores que proporcionen protección extra, tanto a la carga como al vehículo, todo dependerá de las necesidades de cada organización y lo que estén dispuestas a invertir. A continuación, explicamos cómo funcionan y lo que aportan en beneficio a la protección de los bienes de las empresas.

- Sensor de carga. Este sensor es utilizado para detectar la presencia o la ausencia de carga dentro de los remolques, proporciona una mayor visibilidad sobre los activos y mejora la eficiencia y la seguridad. El dispositivo controla toda la longitud del remolque y puede enviar alertas si hay algún cambio en el estado de la carga. A través de las actualizaciones del estado de las condiciones de la carga y el remolque, los propietarios de las flotas pueden eliminar controles innecesarios y aumentar la rotación de los activos (Sensor loT de carga, sensor de camiones y antenas para aplicaciones M2M, 2017).
- Sensor de combustible. El sensor de combustible permite obtener la medición del nivel, y puede ser instalado como una parte del sistema de monitoreo de transporte. Al colocar este sensor en una unidad podremos obtener información acerca del abastecimiento y alertar al usuario en caso de robo de combustible, además de realizar un monitoreo en tiempo real del tanque del vehículo y determinar su consumo (Sensor de nivel DUT-E, 2017).
- Sensor de escucha silenciosa. Este dispositivo consta de un micrófono oculto para escuchar en cualquier momento lo que sucede al interior de un vehículo, sin que sus ocupantes se enteren. Esta función ofrece un mayor grado de seguridad, ya que permite implementar un protocolo de reacción más efectivo al recibir la alerta del botón de pánico y así poder escuchar lo que sucede; y, por lo tanto, dar seguimiento al desarrollo de los hechos (Escucha silenciosa-Resser, 2017).

Por otro lado, existen sensores que pueden ser ubicados sobre las tapas superiores del tanque y la válvula trasera, lo que permite notificar cuando alguna de estas ha sido abierta. También hay sensores que permiten leer constantemente la inclinación del tanque; si el vehículo se encuentra con las tapas cerradas y en movimiento sobre una pendiente, estas detectan una variación en la inclinación propia; pero al hacer la comparación con la tapa del tanque, concluye que es un estado normal y no notifica un evento de apertura (*Monitoreo de cisternas de combustible, 2017*).

 Sensor de bloqueo de puertas. Este sistema detecta si se abre o cierra la puerta del contenedor o del remolque fuera de los parámetros establecidos o durante la ruta, proporciona una mayor seguridad y mejora la eficiencia operativa. El sensor de puerta puede informar rápidamente sobre varios eventos de apertura y cierre, además envía un informe en caso de que el activo se encuentre fuera de una geocerca; de esta forma ayuda a los propietarios de flotas a mejorar la seguridad de los activos (Sensor IoT de carga, sensor de camiones y antenas para aplicaciones M2M, 2017).

- Sensores de enganche y desenganche de los remolques. Este sensor permite monitorear el enganche y desenganche del remolque, envía alertas a la central de operaciones sobre el lugar, fecha y hora en que sucedió el evento (Sensores de Quinta Rueda-Aplicaciones de Rastreo Satelital-UTelematix, 2017).
- **Sensor antivandálico.** Este dispositivo alerta a los usuarios por medio de una alarma potente, cuando existe la intención de robar un vehículo que se encuentra estacionado. Está diseñado fundamentalmente para su aplicación en cabinas de camiones e impedir la apertura de puerta del vehículo (Martínez y Fernández, 2012).
- Sensor de ocupación de asiento. Por medio de un sistema detecta la fuerza que actúa sobre los puntos de fijación del soporte del asiento. De esta manera el sistema envía una alerta a través del GPS a la central de operaciones sobre la hora en que se ocupa y desocupa el asiento, lo que permite generar reportes acerca de los horarios de trabajo del conductor del vehículo. Así mismo, podría ubicarse también en el asiento del copiloto, para detectar si hay un tripulante no autorizado en la unidad con intenciones de robar; o, porque el conductor sube a personas externas a la empresa.
- Sensor de fatiga y somnolencia. Este servicio funciona mediante el seguimiento de los párpados del conductor y dilatación de la pupila, detecta así estados de fatiga y distracción. Por medio del uso del GPS envía alertas a la plataforma correspondiente cuando en un conductor se reconocen síntomas de cansancio o una conducción distraída. Este sistema alerta tanto al conductor como al encargado de operaciones, ya que asegura un enfoque proactivo; tanto en la seguridad de la flota como en la seguridad pública. Así mismo, permite realizar accionamientos en el vehículo; como encender luces de emergencia, tocar una bocina, entre otras (*Tracktec División Telemetría*, 2017).
- Encendido de motor. Este sensor permite detectar el momento en que el operador pone en marcha la unidad, envía una alerta a la central de operaciones sobre este evento. De esta manera podemos saber cuándo el encendido de motor corresponde o no a las operaciones de trabajo normal del operador, y así detectar así el momento en que podría ser un intento de

robo; lo que permitiría reaccionar al personal de operaciones de manera inmediata.

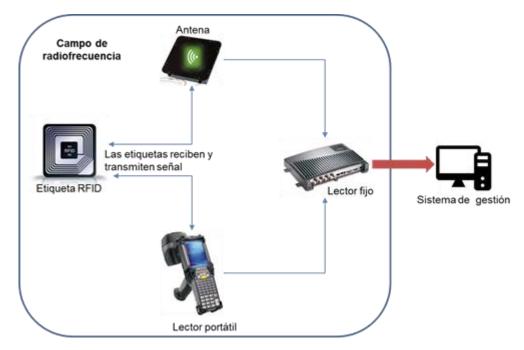
- **Sistema anti-Jammer.** El desarrollo de este sistema surgió a partir de que grupos criminales utilizar dispositivos llamados "Jammer" para bloquear el funcionamiento del equipo de rastreo GPS instalado en la unidad, para así evitar ser localizados vía satélite al momento de realizar el robo. Debido a esto, salió al mercado este sistema que tiene la capacidad de detectar la presencia de un Jammer, activa inmediatamente alguna función como la inmovilización del motor del vehículo, encendido de alarma o encendido de luces; por lo que dificulta al asaltante el robo de la unidad (GPS anti-Jammer-Solución de Seguridad-UTelematix, 2017).
- **Botón de pánico.** Es un dispositivo interruptor ubicado en la cabina del tractocamión; que al ser presionado por el conductor permite enviar una señal a la plataforma en operación que indica una situación de emergencia, principalmente de algún tipo robo.
- **Gobernador de velocidad**. Este sensor permite personalizar y controlar en tiempo real la velocidad a la que circula el tractocamión, en donde a través de la programación de alarmas de aviso podemos obtener beneficios como:
 - o Ahorro de hasta el 25% de combustible.
 - o Ahorro en llantas
 - o Evitar las infracciones por exceso de velocidad.
 - o Reducción accidentes viales
 - o Reducción de emisiones de gases contaminantes
 - o Ayudar en educación y control del factor humano
 - o Obtener un mejor desempeño en cada viaje
- Seguridad controlada a través de una plataforma. Las siguientes acciones para el control de la seguridad se llevan a cabo a través de un sistema de control, el cual podemos obtener a través de proveedores que ofrezcan este tipo de servicio en conjunto con el GPS. A continuación, definiremos cada uno de estos módulos:
 - Definición de cercas electrónicas y control de permanencia. Este módulo permite al usuario marcar o delimitar geocercas en un mapa por las que pasarían los vehículos. De esta manera es posible detectar el momento en que determinado vehículo entre o salga de la cerca; además del tiempo de permanencia. Con esta función es posible llevar el control sobre los tiempos de carga y descarga del vehículo; además, permite evaluar el cumplimiento de los tiempos establecidos con el cliente y el desempeño del tiempo de manejo del conductor.

- Definición de rutas y control de desvíos. A través del uso de mapas, este módulo le permite al usuario establecer previamente la ruta por donde deberá pasar el vehículo; así obtiene un control en el seguimiento de la unidad, además de detectar cuando la unidad salga de su ruta establecida, por la emisión de alertas a la central de operaciones cuando esto suceda.
- o Definición de zonas seguras y zonas de riesgo. A partir de la definición y el trazado de geocercas, es posible marcar las zonas consideradas como seguras y de riesgo; además de establecer alertas para notificar cuando la unidad se encuentre dentro de una zona no segura por la que debería pasar; lo que permite preparar con anticipación al equipo de control en caso de algún robo o percance.

2.7.1 Identificación por Radio Frecuencia (RFID - Radio Frecuency Identification)

La Identificación por Radio Frecuencia es una tecnología que permite detectar automáticamente un objeto gracias a una onda emisora incorporada en este y que transmite por radiofrecuencia los datos identificativos del objeto; esta identificación es normalmente unívoca (Inteco, 2010).

Básicamente la comunicación por radiofrecuencia inicia cuando el lector envía una señal de radio que es recibida por las etiquetas presentes en el campo de radiofrecuencia. Estas etiquetas reciben la señal a través de sus antenas y responden transmitiendo los datos que almacenan, posteriormente el dispositivo de lectura y escritura recibe la señal de la etiqueta a través de su antena, la decodifica y transfiere los datos al sistema por medio de una conexión de cable o inalámbrica (Mayer, 2012). La figura 2.8 muestra un ejemplo de este tipo de comunicación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.8 Ejemplo de la combinación de comunicación por RFID en el esquema fijo y portátil.

Los sistemas RFID pueden operar en diferentes frecuencias, cada una presenta ventajas y desventajas; por lo que es necesario analizarlas particularmente para determinar cuál se adapta mejor a las condiciones y exigencias de la operación de la empresa. Básicamente estos sistemas se diferencian de acuerdo con la frecuencia de la onda electromagnética¹³ emitida por la etiqueta; pueden ser catalogadas como: baja frecuencia¹⁴, alta frecuencia¹⁵ y ultra alta frecuencia.

Así mismo, el RFID resulta la tecnología más conveniente para introducirla en el proceso de distribución, ya que su aplicación permite proveer a las organizaciones de información muy importante de la mayoría de sus operaciones. Por su parte, García (2011), señala que las aplicaciones más recurrentes del RFID son:

- a) Recepción
- b) Clasificación
- c) Genealogía del producto
- d) Almacenamiento y preparación de pedidos
- e) Administración de inventarios
- f) Envíos

¹³ Indica la velocidad de repetición de los máximos. La unidad de medida es el hercio (Hz), donde 1 Hz es una repetición que tiene lugar una vez por segundo.

¹⁴ 125 KHz operando en la banda de LF (Low Frecuency).

¹⁵ Opera a 13.56 MHz utilizando la banda de HF (High Frecuency)

- g) Administración de planta y servicio
- h) Seguimiento del trabajo y seguridad

Resulta importante mencionar que la combinación del uso del código de barras, así como notas legibles escritas por el personal de operación, junto con la información de las etiquetas RFID permiten tener un método de identificación altamente confiable en la trazabilidad del producto a lo largo de toda la cadena de suministro.

2.7.1.1 Elementos de un sistema RFID

Para llevar a cabo la operación de un sistema RFID en una organización, es necesario tener en cuenta los siguientes elementos:

Etiqueta. En la cadena de suministro existe una gran diversidad de productos que pueden identificarse, sin embargo, no todas las etiquetas son aptas para todos los productos; más aún, si se trata de contenidos de tipo metálicos, líquidos, productos congelados o la utilización de poliéster en lugar de papel. Por lo que antes de implementar un sistema RFID en una organización, será de vital importancia llevar a cabo un análisis de preselección del tipo de etiqueta; ya que según el Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación, existen diversas consideraciones en relación a la selección correcta, por ejemplo: su sensibilidad, ubicación y orientación; su posición en relación con otras etiquetas, forma y tamaño; velocidad de lectura, redundancia de la lectura, requerimientos de información, interferencia RF, ambientes agresivos, reutilización. regulaciones internacionales, colisiones, lectores, uso progresivo y seguridad.

Podemos agregar también los elementos básicos que componen las etiquetas, como son: un microprocesador, una pequeña antena de radio y un código de identificación único que trae desde fabricación; el que permitirá trazar individualmente el producto hasta la entrega con el usuario final. Una característica importante que diferencia las etiquetas es su capacidad para almacenar información del producto en su chip.

Según la empresa Telectrónica, existen tres tipos de etiquetas disponibles en el mercado:

Etiquetas RFID pasivas. La característica más importante para este tipo de sistema es que las etiquetas que utiliza no poseen batería, por lo que obtienen energía desde el lector; es decir, que las ondas electromagnéticas transmitidas por el lector inducen a una corriente a la antena de la etiqueta. El alcance de estas etiquetas varía dependiendo de la frecuencia de funcionamiento o la antena que posean, alcanzar distancias entre unos pocos milímetros a 6-7 metros. Estas etiquetas son las más económicas del mercado.

- Etiquetas RFID activas. Las etiquetas RFID activas cuentan con su propia batería integrada, la cual energiza el circuito del microchip y el transmisor. Estas son capaces de recibir y transmitir señales en largas distancias, por lo que su alcance es mejor, y además son mucho más fiables y seguras; sin embargo, según Inteco et al., 2010 estas etiquetas son las más caras del mercado y las de mayor tamaño. El posible rango de cobertura efectivo de éstas puede llegar a ser varios cientos de metros (dependiendo de sus características), y la vida útil de sus baterías puede ser de hasta diez años.
- Etiquetas semi-pasivas. Este tipo de etiquetas también conocidas como híbridas, posee las características tanto de las pasivas como de las activas. Activa el chip utilizando una batería y la energía que necesita para comunicarse con el lector es enviada por medio de ondas de radio que, al ser captadas por la antena de la etiqueta, aportan suficiente energía para la emisión de la información. Son más grandes y más caras que las etiquetas pasivas (ya que disponen de una batería) y más baratas y pequeñas que las activas. Sus capacidades de comunicación son mejores que las pasivas, aunque no alcanzan a las activas en estas características (Inteco et al., 2010).
- Lectores. Para enviar la información codificada de la etiqueta es necesario utilizar la antena del lector; donde un circuito receptor ubicado en la etiqueta es capaz de detectar las ondas de frecuencia, decodificar la información y usar su propia antena para enviar una señal más débil al lector a modo de respuesta. Otra forma de captar la información emitida por la etiqueta es por medio de lectores instalados en forma fija; por ejemplo, en un centro de distribución se podrían usar uno o más lectores que podrían ser configurados en las áreas de carga y descarga para identificar el paso de las etiquetas entre estos.

El área donde se realiza la configuración de los lectores normalmente está localizada en las puertas de recepción de mercancías, en las líneas de producción y empaque y en las puertas de despacho del producto terminado. Y debido a que una gran cantidad de etiquetas podrían encontrarse en presencia de un lector, este debe ser capaz de recibir y administrar varias respuestas al mismo tiempo.



Fuente: De izquierda a derecha, imágenes de StrongLink, Motorola, ZKHY y Dipole.

Figura 2.9 Ejemplo de lectores RFID.

 Antenas. Como las antenas son el componente más sensible de un sistema RFID, estas deben ser colocadas en una posición en donde tanto la transmisión de energía hacia la etiqueta, como la recepción de los datos emitidos sean óptimos, con la finalidad de alcanzar un alto grado de lectura. La figura 2.10 muestra un ejemplo de antena RFID para la recepción/expedición de productos.



Fuente: Empresa Dipole. (http://www.dipolerfid.es)

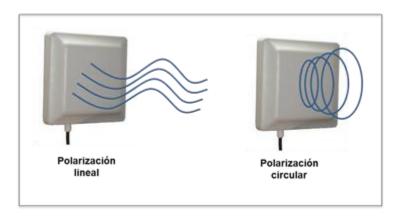
Figura 2.10 Ejemplo de antenas RFID fijas para la recepción o expedición de mercancías

De acuerdo con Telectrónica (2016), existen tres características que poseen las antenas y que contribuyen a la legibilidad de la etiqueta, estas son:

- **Patrón.** Se refiere al campo de energía tridimensional creado por la antena, también conocido como el área de lectura.
- Ganancia y atenuación. La señal puede configurarse de tal manera que se reduzca o atenúe para limitar el rango de lectura a la etiqueta; o bien, para dirigirla solo a las etiquetas que requieren ser leídas.

Polarización. Esta se refiere a como está orientado la transmisión del campo electromagnético, el cual puede clasificarse en dos formas: polarización lineal y circular (ver figura 2.11). La primera provee un rango de lectura más extenso, pero son más sensibles a la orientación de la etiqueta; estas son comúnmente utilizadas en aplicaciones de lectura automática montadas sobre una cinta transportadora. Y la segunda es creada por una antena diseñada para irradiar energía de radio frecuencia en diferentes direcciones simultáneamente.

Este tipo de antenas ofrecen mayor tolerancia a distintas orientaciones de la etiqueta y una mejor habilidad para evitar obstrucciones; sin embargo, estas ventajas implican, a su vez, la reducción del rango y el foco de lectura.



Fuente: Elaboración propia con imágenes de Telectrónica.

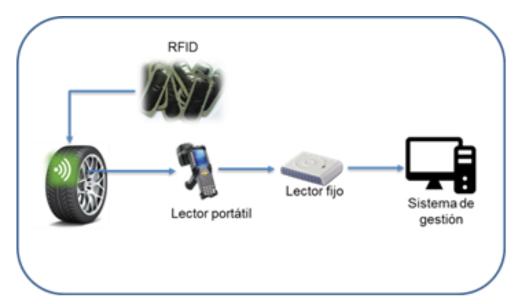
Figura 2.11 Tipos de polarización en antenas RFID.

Subsistema de procesamiento de datos. Es un software que reside en un servidor y que ayuda como intermediario entre el lector y las aplicaciones empresariales. Se encarga de filtrar los datos que recibe del lector o red de lectores, de forma que a las aplicaciones software solo les llega información útil (Inteco et al., 2010). Del lado de la aplicación del usuario puede visualizar y utilizar la información procesada sobre la localización y estatus de cada unidad; además podrá generar búsquedas, crear alertas, administrar los activos, etc.

2.7.1.2 Aplicación del RFID en el autotransporte de carga

Después de exponer la teoría más relevante de un sistema RFID, ahora pasamos a explicar las soluciones más relevantes del uso del RFID para la industria del autotransporte y su aplicación en el proceso de distribución.

- Gestión de flotillas de transporte. Para los transportistas que deseen llevar a cabo un control de su flotilla dentro del patio de maniobras, el uso del sistema RFID podría resultar bastante benéfico; ya sea por cuestiones de seguridad, rastreo o cotejo de los conductores con las unidades de transporte. De manera más específica, a partir de la implementación de este tipo de aplicaciones, las empresas podrán obtener información hacer de la velocidad de una unidad, la ruta seguida, la apertura del compartimento de carga, el estado mecánico del vehículo, el registro de la entrada y salida del patio de maniobras, así como conocer su ubicación puntual dentro de este; lo que trae como ventaja el mejorar la administración de bienes (Camacho et al., 2014).
- RFID para el control de llantas. Para aquellas empresas que les resulta complicado llevar a cabo la administración de sus unidades, específicamente en el control de llantas, resulta útil implementar un sistema RFID que garantice la correcta utilización y administración de este insumo en las flotillas. Como muestra la figura 2.12, este consiste en la colocación de una etiqueta RFID vulcanizada en cada llanta, que al momento de pasar cerca de un lector RFID será detectada a través de su número de identificación electrónico como identidad única, y el que a su vez servirá para mandar al sistema el registro de sus datos a través del uso de equipos móviles de lectura o antenas fijas, después, con los datos obtenidos el sistema podrá hacer revisiones periódicas de las llantas de distintas unidades y así generar alertas sobre cualquier dato fuera de control; por ejemplo: si a alguna unidad le faltó una llanta o si tiene una que no le corresponde, además, cualquier llanta se puede dar de alta y de baja, además de poder reasignarlas a otro vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.12 Ejemplo de un sistema RFID para el control de llantas.

En cuanto a las características de la etiqueta, la hacen apta para el trabajo pesado, dado que soporta la presión y altas temperaturas normales durante la operación de las unidades. Adicionalmente a la verificación de existencia del activo, este sistema permite relacionar cada uno de los neumáticos instalados en el transporte con los datos provenientes del sistema de telemetría de la unidad; de esta forma es posible relacionar el desgaste de las llantas en relación a los kilómetros recorridos, el tipo de rutas utilizadas y las condiciones de conducción (IDENTIFI-K, 2016).

Emisión y recepción del producto. Para la gestión del producto desde la
emisión hasta su recepción es posible hacer uso del sistema RFID para
llevar a cabo la trazabilidad del producto. Como observamos en la figura
2.13, este sistema consiste en el etiquetado del producto durante el proceso
de embalaje; para que al momento de pasar por un lector RFID se registre
en el sistema de control tanto el número de unidades salientes, así como
sus características.

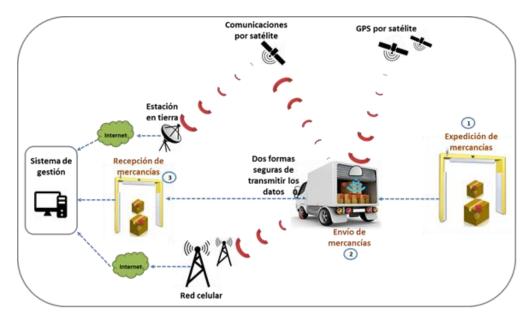
Posteriormente en la etapa de envío, por medio de un receptor RFID ubicado en la caja del vehículo es posible rastrear su ubicación durante todo el trayecto, además de poder alertar a la central de operaciones de un posible robo. El rastreo del producto y la emisión de los datos puede ser realizada de dos formas: por medio del GPS por satélite y por el uso de la red de telefonía celular.

La finalidad de rastrear el producto durante su traslado es porque existen algunos productos que son considerados de tipo "peligroso", y por

seguridad, resulta conveniente localizarlos y controlar continuamente su rastreo. Para ello las etiquetas RFID empleadas suelen ser de tipo activas, algunas de estas tan potentes que pueden ser ubicadas por satélites. Por otro lado, existe también la necesidad de rastrear otro tipo de productos en los que la tecnología RFID empleada puede ser de muy baja potencia, que al instalar un lector dentro de la caja del vehículo podemos darle seguimiento a través de la red de telefonía celular.

La ventaja para una empresa al tener ambos modos de transmisión contratados es que si durante el trayecto existen zonas donde no hay cobertura celular, en ese momento se activa el rastreo satelital para evitar que pierda la información, posteriormente se hace el cambio al uso de la red celular cuando detecta una cobertura; esto con la finalidad de usar el rastreo satelital solo cuando es necesario debido a su alto costo por la transmisión de posición, caso contrario con el uso del GPRS.

Al igual que en el proceso de emisión, para la recepción de las mercancías a las instalaciones del cliente, se tiene instalado un lector RFID en el área de recepción; lo que permitirá identificar, registrar y contabilizar el ingreso del producto. Posteriormente, al momento en el que el sistema de gestión reciba esta información, empezará a registrar y comparar que la mercancía que llegue coincida con lo estipulado en la solicitud; en caso contrario, procederá a emitir alertas al personal encargado notificando de alguna anomalía en el manejo del producto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.13 Ejemplo de un sistema de emisión y recepción de un producto.

2.8.1 Dispositivo Beacon

Un Beacon es un pequeño dispositivo de emisión de señales Bluetooth de bajo consumo (*Bluetooth Low Energy - BLE*), que emite una señal de difusión amplia, transmite la geolocalización de un punto concreto con mucha precisión (*Mildmac Advanced Solutions*). Este tipo de dispositivos permiten localizar un producto u objeto, y hacer pagos y gestión marketing de proximidad. Según la empresa Passkit, los escenarios donde pueden implementar los Beacons son:

- Retail
- Transporte
- Industria de servicios
- Automatización en casas
- Educación
- Hoteles
- Entretenimiento
- Parques recreativos
- Juegos

Un dispositivo Beacon generalmente funciona igual para cualquier escenario. Todo lo que se requiere es la instalación de una aplicación en un dispositivo 16 que

¹⁶ Teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras y sensores.

permita identificar los Beacons que están asociados a esta. Al momento en el que el dispositivo se aproxime al perímetro de comunicación establecido, ambos podrán escuchar su señal y posteriormente registrar el momento en que se acerca; o bien, cuando abandona el área.

Una vez detectado el Beacon por los dispositivos, la información se encuentra en un servidor cloud¹⁷, donde se definen las acciones por realizar en cada zona o espacio para crear experiencias dirigidas a los usuarios, generalmente mediante un sistema de gestión de contenidos; más conocido por sus siglas CMS¹⁸ (Content Management System). La figura 2.14 muestra cómo funciona un sistema Beacon.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.14 Funcionamiento de un sistema Beacon.

2.8.1.1 Características técnicas de los Beacons

Si deseamos implementar este tipo de tecnología en alguna organización, resulta necesario tener en cuenta antes sus características técnicas para poder operarla de manera eficiente. También es importante considerar que las características pueden variar entre cada proveedor, por lo que es vital realizar un mapeo detallado entre los requerimientos del área y las soluciones que ofrecen los proveedores para su correcta implementación.

¹⁷ Es un servicio de almacenamiento disponible en la Web.

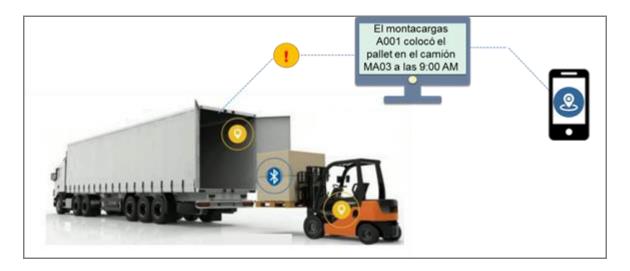
¹⁸ Es una página web con algunas funciones de publicación. Tiene una interfaz administrativa que permite al administrador del sitio crear u organizar distintos documentos.

Sus principales características son:

- Bluetooth 4.0. Utiliza este tipo de señal también conocida como BLE (Bluetooth Low Energy) para proporcionar datos de ubicación en interiores a un dispositivo móvil, con una capacidad de transferencia de datos de hasta 26 M/s.
- **Amplio alcance.** El alcance de estos dispositivos puede variar. Se estima un máximo de 70 metros.
- No requieren plan de datos para proporcionar servicios de proximidad.
- **Precio de adquisición bajo**. El precio varía entre cada proveedor, sin embargo, se podría adquirir un kit por \$59 dólares.
- Incluyen batería. Dependiendo de la forma de uso de cada dispositivo será la duración de la batería. La distancia programada y la frecuencia de señales afectará su capacidad. Se estiman 104 meses de operación con batería propia; sin embargo, existen otros dispositivos que utilizan baterías AA y otros que pueden ser conectados a una toma de corriente o un puerto USB.
- Protocolos. De acuerdo con Techark Solutions, los Beacons pueden comunicarse con dispositivos a través de varios protocolos: iBeacon (Apple), AltBeacon (Radius Networks), URIBeacon (Eddystone) y Eddystone (Google).
- Frecuencia de emisión de señales. Podemos configurar la emisión de señales. Puede emitir hasta diez señales en un segundo; sin embargo, esto significaría mayor consumo de energía.

2.8.1.2 Uso de los Beacons en las empresas de autotransporte de carga

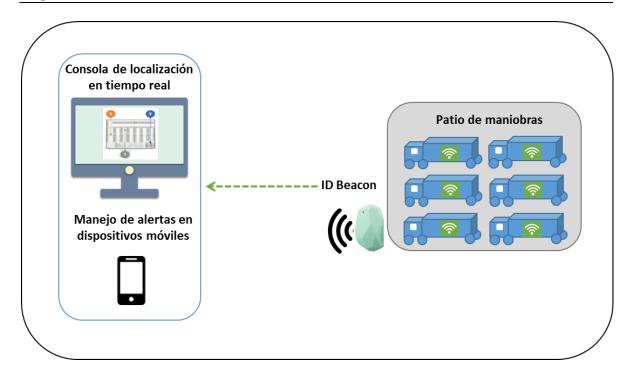
Muchas son las aplicaciones de estos dispositivos, pero como objeto de estudio de este proyecto resulta importante mencionar como se utilizan en las operaciones de las empresas de autotransporte de carga. Básicamente pueden ser implementados en el área de carga de mercancía, con la finalidad de guiar al usuario a ubicar el vehículo correcto y no cometer algún error de selección. El sistema en conjunto consistiría en colocar los Beacons en el trayecto identificado para cargar, así como en los vehículos. Posteriormente, a partir de un dispositivo móvil que estará en constante comunicación con los dispositivos vía Bluetooth, guiará al usuario hacia la ruta correcta para depositar la carga.



Fuente: EAE Business School. Los Beacons: una revolución en la experiencia de compra y en los entornos de trabajo (2016).

Figura 2.15 Ejemplo del uso de Beacons para la carga de vehículos.

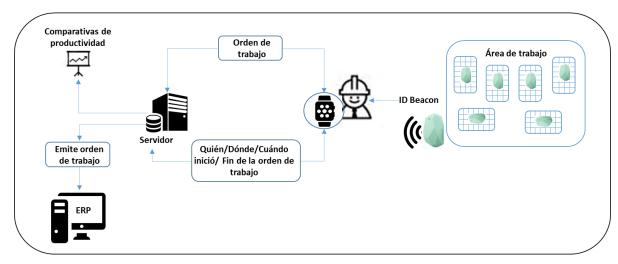
Así mismo, una vez que fueron identificados todos los vehículos a través de esta tecnología, también podría utilizarse como un dispositivo de rastreo; lo que permitiría identificar a los vehículos dentro del patio de maniobras, así como conocer sus desplazamientos y su ubicación; muy similar a lo que permite el GPS, pero diferenciándolo por el tipo de tecnología de geolocalización que utilizan. Según la empresa Passkit, el GPS permite la captura de una macro ubicación, pero es impreciso y no permite localizar ubicaciones específicas; a diferencia de un Beacon que tiene mayor precisión, siempre y cuando los dispositivos se encuentren dentro del rango de comunicación establecido. La figura 2.15 ilustra la localización de las unidades con el uso de los Beacons.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.16 Localización de las unidades por medio del uso de Beacons.

Esta tecnología también resulta útil en perímetros de trabajo controlados; añade nuevas posibilidades de optimización en los flujos de trabajo y en la relación con las personas, ya que permite identificar y controlar tanto al personal como a la maquinaria, herramientas y materiales. En la figura 2.16 aparece la implementación de Beacons ubicados en áreas de trabajo, en donde a partir de un reloj inteligente que porte un trabajador, se podrán emitir ordenes de trabajo que estarán asociadas a la persona, además de incluir el lugar y la fecha en que inició su orden y el lugar donde finalizó. Tener monitoreadas las actividades de los trabajadores permitirá a las empresas conocer mejor el entorno de trabajo y, por consecuencia, controlar la eficiencia operativa.



Fuente: Adaptado de EAE Business School. Los Beacons: una revolución en la experiencia de compra y en los entornos de trabajo (2016).

Figura 2.17 Integración de órdenes de trabajo por medio del uso de Beacons.

2.9 Sistemas para la administración de recursos

Para todas aquellas empresas que requieren automatizar sus actividades asociadas con los aspectos operativos o productivos, específicamente de las áreas de producción, logística, distribución, inventario, envíos, facturas y contabilidad, pueden hacerlo mediante la implementación de un sistema de gestión de información, mejor conocido como ERP (*Enterprise Resource Planning*). Este sistema se divide en una serie de módulos, por ejemplo: SCM¹⁹, HRM²⁰, FRM²¹, CRM²² y MRP²³, que bien pueden ser o no contratados en su totalidad, esto variará de acuerdo con las necesidades de optimización que tenga cada empresa.

Para empresas de transporte de mercancías y logística, en el mercado existen soluciones ERP que fueron desarrollados con la finalidad de integrar todas las áreas del sector transporte y logística; las cuales permiten planificar y gestionar de modo integrado los departamentos de facturación, administración y finanzas, almacenaje, tráfico y gestión de flotas (Galdon Software, 2017). Estos dos últimos bien pueden integrar la información obtenida del GPS y demás sensores instalados en la unidad, que combinados con otra información podrán gestionar la carga y los vehículos. Los resultados que podemos obtener dependerán de las

¹⁹ Administración de la Cadena de Suministro

²⁰ Administración de los Recursos Humanos

²¹ Gestión de Resursos Financieros

²² Gestión de Relaciones con Clientes

²³ Planificación de Recursos de Fabricación

características de cada solución. A continuación, se lista lo que estos sistemas pueden gestionar.

Los pedidos de los clientes

Incidencias de pedidos o transporte

Estadísticas de control de gasolina

Gastos por conductor

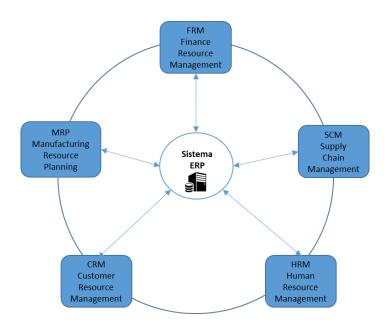
Kilometraje recorrido

Informes de beneficios por vehículo, conductor y cliente.

Gestión de los movimientos y seguimiento de los viáticos, gastos y liquidaciones.

Administrar múltiples entregas en un solo viaje, generando las cartas de porte de cada una de estas.

En la figura 2.18 podemos observar que un sistema ERP combina todos los módulos en un solo programa integrado, en donde el usuario del sistema accede a través de algún módulo en específico para consultar la información de una base de datos única alojada en un servidor. Al estar integrada toda la información en una única fuente, cualquier departamento podrá intercambiar, acceder y actualizar información más fácilmente con el resto de las áreas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.18 Módulos que integran un sistema ERP.

2.10 Sistemas orientados a la conectividad y movilidad

Existen sistemas ERP de gestión de flotas que traen incluido un módulo para integrar aplicaciones orientadas a la operación de dispositivos móviles, con la finalidad de gestionar procesos que no requieran de mayor rendimiento, como notificaciones o control en la entrega de carga; lo cual permite trabajar con mayor eficacia y rapidez, aumentando la productividad de la empresa. Algunos proveedores ofrecen en el mercado soluciones que fusionan las funcionalidades de un smartphone y el ecosistema de geolocalización y telemetría; ofrecen herramientas que permiten tener el control de los elementos en todo momento.

Algunas de las funcionalidades que pueden ofrecer este tipo de plataformas son:

- Obtener evidencias a través de fotografías referenciadas con fecha y hora del satélite de diferentes acciones o hechos; por ejemplo, una fuga de agua, documentos, un local cerrado, mercancía golpeada, cintillos de carga, maquinaria averiada, anaqueles, accidentes automovilísticos, etc.
- Marcar puntos de interés georeferenciados.
- Al estar recibiendo posiciones a través de un mapa desde el dispositivo, el rendimiento de la batería podría verse afectado; para ello, este tipo de aplicaciones anexa un módulo de configuración de envío de posiciones en donde a partir de un algoritmo inteligente es posible detectar la actividad y el nivel del estado de la batería, y por lo tanto cambiar la frecuencia de adquisición de posiciones.
- Para evitar accidentes mientras el conductor esté operando el dispositivo, estas herramientas cuentan con un módulo que permite bloquear²⁴ y desbloquear la pantalla por velocidad; o bien, por vía remota bajo demanda de forma instantánea, además, puede ser configurada para recibir llamadas aun cuando está bloqueado. Esto dependerá de las necesidades de cada empresa.
- Estas plataformas también pueden integrar un chat. Lo cual permite optimizar la comunicación entre el usuario y la central de operaciones, y además se puede conservar el historial de esta.
- Para asegurar en todo momento el trayecto del viaje, estas aplicaciones cuentan con un botón de pánico que al ser presionado desde el dispositivo manda una alerta inmediata y silenciosa a la central de operaciones.
- Permiten conocer lo que está sucediendo en tiempo real durante el trayecto de una ruta; por ejemplo: su ubicación, la velocidad actual, consulta de puntos de interés más cercanos, la ruta que ha recorrido y sus datos como

39

²⁴ El bloqueo puede ser activado de varias formas: desde la barra de estado del dispositivo, bloqueo al activar modo avión, bloqueo por desactivación de datos móviles, bloqueo por desactivación de GPS y bloqueo por desactivación de Bluetooth.

la distancia, el tiempo, la última actualización y la fecha. Así mismo, permite conocer lo que sucedió al finalizar el recorrido, como la recuperación de coordenadas en sitios sin conexión a Internet o sin señal celular, y el detalle de la posición seleccionada.

- Permite visualizar, consultar y recibir notificaciones de los tramos donde se han presentado excesos de velocidad, o bien de algunas otras excepciones sin necesidad de estar monitoreando las unidades.
- Finalmente, estas plataformas permiten generar reportes globales de diversas acciones, todo dependerá de las funcionalidades de cada aplicación.

Todas estas funcionalidades pueden variar entre un proveedor de soluciones y otro, será necesario evaluar cuáles son los requerimientos de la empresa para asegurar una correcta elección de la plataforma, y además si cumple con las recomendaciones para el funcionamiento óptimo y los requerimientos mínimos del móvil para poder implementar este tipo de herramientas, por ejemplo, contar con conexión a Internet o datos móviles, tener el GPS encendido, cumplir con la versión del sistema operativo, entre otras (Ubico et al., 2017). Cabe destacar que las funcionalidades que ofrecen las aplicaciones móviles también se encuentran incluidas en la plataforma web que ofrecen los sistemas de rastreo, algunos proveedores las cobran como funcionalidades extra, por lo que también es necesario evaluar cuales módulos son óptimos contratar para las operaciones diarias de la empresa.

- Para evitar accidentes mientras el conductor esté operando el dispositivo, estas herramientas cuentan con un módulo que permite bloquear²⁵ y desbloquear la pantalla por velocidad, o bien, de forma vía remota bajo demanda de forma instantánea, además, se puede configurar para recibir llamadas aun cuando está bloqueado. Esto dependerá de las necesidades de cada empresa.
- Estas plataformas también pueden integrar un chat. La cual permite optimizar la comunicación entre el usuario y la central de operaciones, y además se puede conservar el historial de esta.
- Para asegurar en todo momento el trayecto del viaje, estas aplicaciones cuentan con un botón de pánico que al ser presionado desde el dispositivo manda una alerta inmediata y silenciosa a la central de operaciones.
- Permiten conocer lo que está sucediendo en tiempo real durante el trayecto de una ruta, por ejemplo, su ubicación, la velocidad actual, consulta de puntos de interés más cercanos, la ruta que ha recorrido y sus datos como: la distancia, tiempo, última actualización y fecha. Así mismo, permite conocer lo que sucedió al finalizar el recorrido como la recuperación de

²⁵ El bloqueo se puede activar de varias formas: desde la barra de estado del dispositivo, bloqueo al activar modo avión, bloqueo por desactivación de datos móviles, bloqueo por desactivación de GPS y bloqueo por desactivación de Bluetooth.

- coordenadas en sitios sin conexión a Internet o sin señal celular y el detalle de la posición seleccionada.
- Permite visualizar, consultar y recibir notificaciones de los tramos donde se han presentado excesos de velocidad o bien de algunas otras excepciones sin necesidad de estar monitoreando las unidades.
- Finalmente, estas plataformas permiten generar reportes globales de diversas acciones, todo dependerá de las funcionalidades de cada aplicación.

Todas estas funcionalidades pueden variar entre un proveedor de soluciones y otro, será necesario evaluar cuáles son los requerimientos de la empresa para asegurar una correcta elección de la plataforma; y además si cumple con las recomendaciones para el funcionamiento óptimo y los requerimientos mínimos del móvil, para poder implementar este tipo de herramientas, por ejemplo, contar con conexión a Internet o datos móviles, tener el GPS encendido, cumplir con la versión del sistema operativo, entre otras (Ubico et al., 2017). Cabe destacar que las funcionalidades que ofrecen las aplicaciones móviles también se encuentran incluidas en la plataforma web que ofrecen los sistemas de rastreo, algunos proveedores las cobran como funcionalidades extra; por lo que también es necesario evaluar cuales módulos son óptimos contratar para las operaciones diarias de la empresa.

2.11 Mapa de identificación de tecnologías en el autotransporte de carga

De acuerdo con la información obtenida por medio de la web y de entrevistas realizadas tanto a proveedores de tecnologías orientadas al autotransporte de carga y a empresas transportistas, tuvimos como resultado la elaboración del siguiente mapa que permite identificar las tecnologías en cuatro grupos: a) sistemas de rastreo, b) sensores, c) sistemas para la administración de recursos y d) conectividad y movilidad; las que son utilizadas en las diversas áreas de trabajo de una empresa de autotransporte.



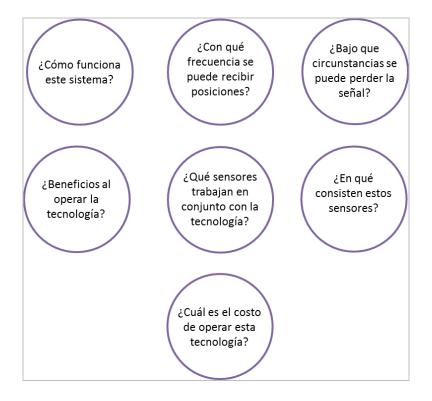
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.19 Mapa de tecnologías en el autotransporte de carga.

De acuerdo a la figura 2.19 observamos en primer lugar los sistemas de rastreo, los cuales pueden ser GPS o GPRS. A partir de estos podemos implementar diversos sensores para la toma de lectura de datos específicos. Posteriormente tenemos los sistemas que permiten la administración de los recursos de la empresa, por ejemplo: almacenaje, gestión de flotas, administración y finanzas, etc. Así mismo, existen las aplicaciones enfocadas a la conectividad y movilidad, que bien pueden ser usadas como una extensión de las aplicaciones de escritorio, pues no demandan un alto rendimiento en la infraestructura del dispositivo móvil.

3 Proceso de levantamiento de información

Para desarrollar el proceso de obtención de la información, elaboramos una serie de cuestionarios que fueron aplicados tanto a proveedores de diversas tecnologías como a empresas transportistas. A través de estos obtuvimos información acerca de la operación de los sistemas GPS, GPRS, híbrido y algunas aplicaciones móviles orientadas al autotransporte de la carga. Así mismo, contactamos a proveedores y recabamos información por medio de la consulta de sitios web y el uso del chat. En general, la información recabada para conocer la operación del GPS aparece en la figura 3.1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.1 Información recabada acerca de la operación del GPS.

Para recabar información por parte de las empresas transportistas, diseñamos un cuestionario que fue publicado en línea por medio de la herramienta de Formularios de Google. A partir de un link de acceso que fue distribuido a diversas

empresas para obtener información por parte del personal encargado del área de TIC o afines. En la figura 3.2, aparece el inicio del diseño de la encuesta de un total de quince preguntas.

| ESTUDIO SOBRE EL USO DE TIC EN LAS | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| EMPRESAS DE AUTOTRANSPORTE DE CARGA | | | | | | |
| | | | | | | |
| El objetivo de este formulario es realizar un análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga, mediante una investigación de campo que permita detectar requerimientos, necesidades tecnológicas, áreas de oportunidad y las distintas estrategias del mercado, ayudando a los tomadores de decisión a invertir de manera acertada y así contribuir a la construcción de un sector más competitivo. | | | | | | |
| Estudio elaborado por la Coordinación de Integración del Transporte en el Instituto Mexicano del Transporte. | | | | | | |
| Esta encuesta es anónima, por lo que no se le pedirá el nombre de la empresa. | | | | | | |
| Dirección de correo electrónico * | | | | | | |
| Dirección de correo electrónico válida | | | | | | |
| Este formulario está recopilando direcciones de correo electrónico. Cambiar la configuración | | | | | | |
| | | | | | | |
| ¿Cuál es el tamaño de la empresa? | | | | | | |
| | | | | | | |
| Hombre-camión (1 a 5 vehículos) | | | | | | |
| Hombre-camión (1 a 5 vehículos) Pequeña (6 a 30 vehículos) | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

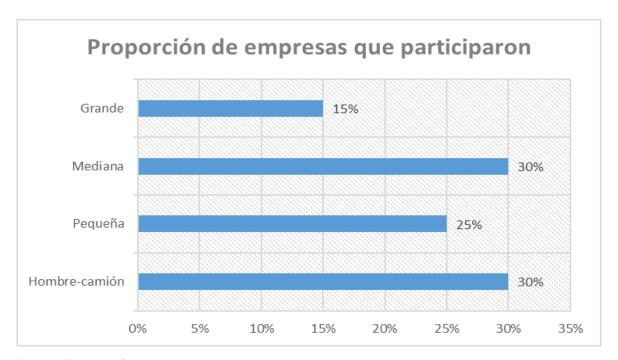
Figura 3.2. Diseño del cuestionario aplicado a empresas transportistas.

En general, la información recabada de este cuestionario fue:

- Tamaño de la empresa
- Que tecnologías operan en las empresas
- Uso de sistemas para la administración de recursos
- Beneficios de las tecnologías implementadas
- Aspectos que limitan la adopción de tecnologías
- Uso de los recursos necesarios (computadora, Internet, correo electrónico) para realizar sus operaciones.
- Uso de tecnología móvil para las operaciones.
- Uso de una página web.
- Disponibilidad de un área enfocada a la gestión de tecnologías

4 Situación actual sobre el uso de tecnologías en el autotransporte de carga

A partir de revisiones en la Web y con base en un estudio de campo conformado de una muestra por conveniencia, exploramos veinte empresas transportistas acerca del uso de tecnologías en sus operaciones diarias; de las cuales existe una participación equilibrada entre las empresas de tipo hombre-camión y las medianas. Esto permitió realizar una comparación de los factores suscitados entre empresas que podrían tener un gran avance tecnológico y otras que podrían estar en proceso de implementación. La gráfica 4.1 muestra la representación del tipo de empresas que participaron.

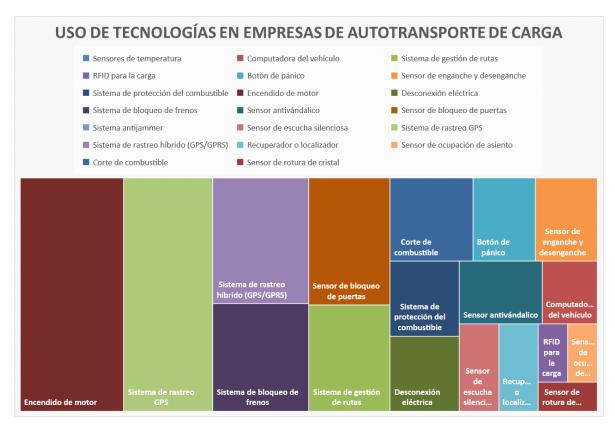


Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.1 Proporción del tipo de empresas participantes.

De acuerdo con la gráfica 4.2 observamos que los resultados apuntan a que el cliente que solicita el servicio de transporte, principalmente se encuentra interesado en rastrear su unidad, saber en cualquier momento dónde se encuentra ubicada; ya sea por motivos de seguridad o para controlar los tiempos de entrega.

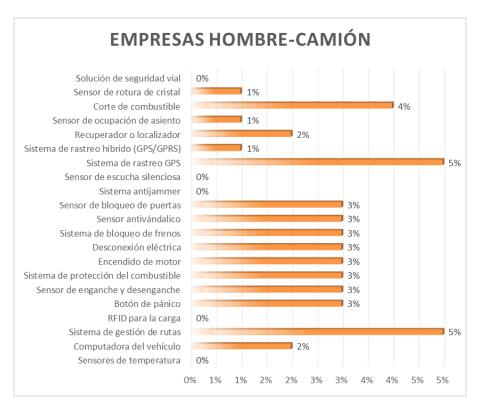
Por abajo del sistema de rastreo se encuentra el uso de sensores; los que no dejan de ser importantes en el aseguramiento de una protección aún mayor, tanto para la carga como para las unidades. Entre estos se encuentran: el botón de pánico, el sensor de enganche y desenganche, de bloqueo de puertas, protección de combustible, etc.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.2. Proporción de uso de tecnologías en las empresas de autotransporte de carga.

En la gráfica 4.3 observamos la proporción del uso de tecnologías en la gestión de las operaciones de las empresas de tipo hombre-camión. En primer lugar, se encuentran el sistema de rastreo GPS y el sistema de gestión de rutas; y en segundo, el sistema de corte de combustible. Estos resultados muestran que las empresas, aunque cuenta con pocos vehículos, sí se interesan en implementar un sistema de rastreo completo que les permita gestionar las rutas por seguir; por ejemplo, definir rutas seguras e inseguras, geocercas que les permitan identificar cuando un vehículo se encuentre dentro o fuera de esta, controlar las horas de viaje, etc.



Fuente: Elaboración propia.

Grafica 4.3 Proporción de uso de tecnologías en empresas de tipo hombrecamión (1-5 vehículos).

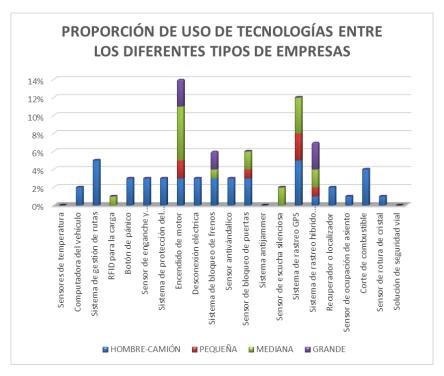
Aquellos sistemas que realmente no figuraron en su uso fueron el RFID para la carga, el sistema antijammer, el sensor de escucha silenciosa y la solución de seguridad vial. No dudamos sobre la operación de estas tecnologías; más bien, se requiere su uso en cadenas de comercio minorista que trabajen con productos de alto costo unitario, como lo afirma Tesler (2010). Por lo tanto, la falta de su uso se debe a que el tipo de mercancía que mueven no lo amerita; o bien, su alto costo impide su implementación.

Así mismo, observamos que las empresas de tipo hombre-camión invierten más en el uso de diversos sensores; y es que, "más allá de la ubicación del vehículo, la tendencia va hacia agregar más funciones, como el seguimiento de un conjunto de métricas y la telemetría", que citó Carlos Vega (como se cita en Salas, 2015). Esto demuestra que este tipo de empresas está invirtiendo en tecnología capaz de proteger y rastrear tanto sus unidades como la carga.

Además, aunque son empresas que cuentan con pocos vehículos, la mayoría de ellas conocen la operación de las diferentes tecnologías que existen en el mercado; lo cual concuerda con la opinión de Alberto Rivera (como se cita en

Salas, 2015) "...se está dejando la responsabilidad al hombre-camión adquirir un equipo de rastreo, otras optan por la compra de equipos de radiofrecuencia más económicos y solamente sirven para localizar el camión en caso de robo."

Para el resto del tipo de empresas, hay una participación muy variada entre las diferentes tecnologías. Esta necesidad suele ser muy diversa ya que, según Barrón, De la Torre y Aguilar (2016) todo depende de los requerimientos de cada cliente; por ejemplo, existen los que están únicamente interesados en saber los detalles de entrega en el origen y destino de la mercancía, y dejan que el transportista maneje las operaciones del trayecto como mejor le convenga; por otro lado están los clientes que solicitan tener acceso directo a la ubicación de la unidad de carga en el momento que lo deseen; y por último, los clientes que además de requerir acceso a la ubicación de la carga, piden ser parte de las operaciones y tomar decisiones en cuanto a cambios de ruta, paro del vehículo, etc.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.4 Proporción del uso de tecnologías en los diferentes tipos de empresas transportistas.

En cuanto a la tecnología enfocada a la conectividad y movilidad, encontramos muy baja participación de empresas que utilizan aplicaciones móviles para el

soporte a sus operaciones; por ejemplo, de los resultados obtenidos en las encuestas observamos que una empresa hombre-camión utiliza Google Maps para conocer los kilómetros de recorrido y tiempo aproximado, otra empresa de tipo pequeña utiliza la aplicación Troncalnet enfocada al rastreo y monitoreo de las unidades, y una empresa grande para el rastreo de sus vehículos usa la plataforma Handy. Esto apunta a que, aunque el uso y desarrollo de aplicaciones móviles han progresado a lo largo del tiempo en el país; existe una gran diversidad de aplicaciones móviles en el sector transporte, que son poco usadas por las empresas de autotransporte de carga.

Por otro lado, también existen aquellas tecnologías que dan soporte a la administración de los recursos; como los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), los Sistemas de Gestión de la Relación con el Cliente (CRM) y los Sistemas para la Administración de Patios (YMS), de los cuales según las entrevistas aplicadas, el ERP y el CRM son los más usados por las empresas, principalmente por las medianas y grandes; las que por la gran cantidad de operaciones que llevan a cabo, resulta esencial el uso de herramientas tecnológicas. Por ejemplo, según Ramírez (2017) afirma que cuando se tiene poco personal administrativo se puede tener el control, pero conforme se va adquiriendo un crecimiento, es necesario migrar a sistemas que permitan una mayor visibilidad de las operaciones de forma detallada (como cita Ramírez, 2017 Énfasis Logística).

En general, los beneficios que traen consigo la implementación de las tecnologías mencionadas anteriormente son muy diversos, entre los que se encuentran:

- Mayor productividad.
- Ayudan a mejorar los controles y los tiempos de respuesta.
- Mejora y agilización de operaciones diarias.
- El estar en constante comunicación.
- Mayor eficiencia.
- Seguridad en cuanto a saber dónde se encuentra la unidad; o bien, para controlar los robos.
- Monitoreo de tiempos.
- Mayor procesamiento de la información lo cual permite tomar decisiones oportunas.
- Mayor calidad del servicio.

Por otro lado, también detectamos algunos aspectos que están limitando la adopción de tecnologías; por ejemplo, en la gráfica 4.5 observamos que el principal factor que limita su uso es la falta de recursos y el desconocimiento de estas. En este sentido, el estudio Retos y Tendencias Sector Logístico 2017 también detectó los límites presupuestales y la resistencia al cambio como los principales frenos que están limitando su adopción.

Podríamos pensar que, aunque la limitante son los recursos financieros, aunque las empresas forzosamente necesitan de la tecnología para realizar sus operaciones; por lo tanto, en su mayoría, sí están tecnificando sus operaciones, al menos con las más indispensables. Por ejemplo, el estudio anterior menciona que comprar seguros y equipar unidades con tecnologías son las principales medidas que toman en cuenta para hacer un traslado seguro de mercancías.

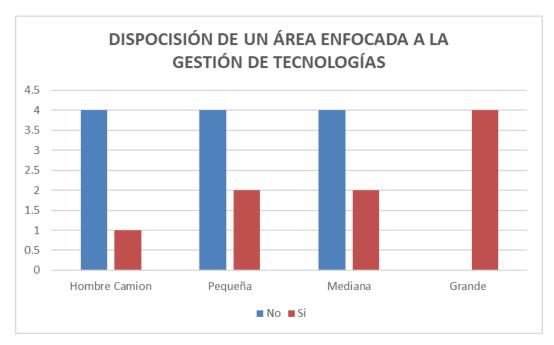


Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.5 Aspectos que limitan la adopción de tecnologías.

De acuerdo con la gráfica 4.6, el contar con un área enfocada a la gestión de tecnologías resulta complejo; por ejemplo, las empresas de tipo hombre-camión asumen una baja participación, caso contrario sucede con las empresas grandes; donde el manejo de diversos recursos vuelve una necesidad usar los mejores sistemas y tecnologías del mercado.

Sin embargo, aunque no cuenten con dicha área, al menos la persona responsable de logística debería estar preparada para asumir este rol; pues el mercado actual demanda un perfil en el que debería estar capacitado para elegir adecuadamente las tecnologías que generen valor económico al negocio y le permitan hacerlo rentable y sustentable en términos de servicio al cliente, asegura Tesler (2010).



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.6 Disposición de un área de tecnologías.

4.1 Oportunidades de crecimiento y tendencias tecnológicas

A lo largo del documento observamos que las empresas transportistas están propensas a enfrentar retos de diversa índole durante la gestión de sus operaciones, particularmente aquellos que están enfocadas al uso de tecnologías. Es por ello que, de acuerdo con los resultados obtenidos, sugerimos como oportunidad de crecimiento la adopción de herramientas tecnológicas bajo el paradigma Cómputo en la Nube²⁶ o también conocido como la Nube; en el cual, las empresas pueden aprovechar la potencia de almacenamiento, infraestructura tecnológica, seguridad de datos y capacidad para compartir aplicaciones, entre otros.

Adoptar este paradigma puede brindar diversas ventajas, una de las principales es que permite un enfoque más específico a la actividad del negocio, y deja de lado el esfuerzo que implicaría seguir el ritmo de evolución y actualización de la infraestructura tecnológica. Además, no tendrían que invertir en un equipo de tecnología específico para la compañía, ya que los sistemas informáticos se

53

²⁶ Es el almacenamiento masivo de datos, información y servicios web, que se procesan por medio de un servidor conectado a Internet.

ofrecen en la Nube y se consumen bajo demanda, sin que el usuario deba preocuparse por los recursos que requieren y utilicen las aplicaciones, (Escudero, 2014).

Si desean migrar a la Nube es importante considerar una buena planificación, preparar una estrategia de adopción de los servicios que se ofrecen, definir qué procesos se mantendrán en las actividades internas y cuáles se llevarán hacia la Nube, desarrollar un análisis del retorno de la inversión y riesgos, así como establecer las normas para el éxito, Zabal (2012).

Técnicamente, basta con la utilización de un navegador de Internet y una conexión de banda ancha. Teniendo en cuenta esto, deben realizar un pago mensual o anual por los servicios, los que describimos a continuación:

- Software como Servicio (SaaS, Software as a Service). Brinda los servicios de las aplicaciones de alto nivel, ya sean herramientas personales y empresariales. Un ejemplo son las aplicaciones de Office y el correo electrónico; así como soluciones ERP, CRM, entre otras.
- Plataforma como Servicio (PaaS, Platform as a Service). Este servicio
 está más enfocado a desarrolladores web; ya que permite desarrollar,
 probar, ejecutar y administrar aplicaciones Web. Así mismo, las
 herramientas que ofrece permite a las organizaciones llevar a cabo análisis
 y minería de datos, detectar patrones y predecir resultados.
- Infraestructura como Servicio (laaS, Infraestructure as a Service). Tiene la capacidad de brindar servicios de almacenamiento (servidores), conexiones de red, ancho de banda, direcciones IP²⁷ y balanceadores de carga. El cliente obtiene acceso a los componentes virtuales para construir con ellos su propia plataforma informática.

De acuerdo con Escudero (2014) el servicio de Infraestructura como Servicio es el más utilizado por las empresas pequeñas que no pueden asignar demasiado presupuesto a la inversión en hardware, licencias de sistemas operativos o motores de base de datos; pues bien, esta infraestructura tiene la flexibilidad de

-

²⁷ Una dirección IP (Internet Protocol) es un número que identifica de manera lógica a una interfaz en red.

utilizar e incrementar la disponibilidad de recursos conforme los vayan necesitando.

Por otro lado, existen diversos proveedores que se han sumado al esquema de la Nube (SaaS), por ejemplo, Google con sus aplicaciones Office y de mail; otros con soluciones ERP y CRM, además se han sumado proveedores de soluciones enfocadas a la cadena de suministro y logística; algunos de estos son OXirium, MECALUX, Oracle SCM Cloud, Beetrack, Riege Software, entre otros.

Esta gran diversidad brinda flexibilidad a las empresas para hacer uso de la tecnología; y es que, de acuerdo con Zabal (2012), las pequeñas y medianas empresas tienen mucho que ganar y, mejor aún, cualquier organización de cualquier tamaño puede recibir los beneficios de las soluciones para la cadena de suministro.

Conclusiones y recomendaciones

Durante la última década, hemos observado un importante crecimiento en el desarrollo de las tecnologías; sin embargo, en esta evolución destacan más las economías avanzadas que los países de Latinoamérica. En el sentido del uso y apropiación de tecnologías, México está por debajo de Chile, Uruguay, Costa Rica, Colombia y Brasil. Necesitaremos de estrategias normativas y de innovación que permitan posicionar a México en los primeros lugares.

Por otro lado, en el marco del transporte, profesionales del área tecnológica han desarrollado aplicaciones dignas de ser usadas por el autotransporte de carga. Las tecnologías que más destacan son los sistemas de rastreo de tipo GPS/GPRS/GSM; y con el uso de estos, pueden ser agregados sensores que proporcionen protección extra y monitoreo tanto a la carga como al vehículo; estos son: sensores de carga, de combustible, escucha silenciosa, bloqueo de puertas, sensores de enganche y desenganche, encendido de motor, botón de pánico, gobernador de velocidad y sistema antijammer; los cuales son puntualizados en el capítulo 2.

Para las empresas que requieren automatizar sus actividades asociadas con los aspectos operativos o productivos, -específicamente de las áreas de producción, logística, distribución, inventario, envíos, facturas y contabilidad- pueden hacerlo mediante la implementación de un sistema de gestión de información, mejor conocido como ERP; con sus módulos SCM, HRM, FRM, CRM y MRP, donde su contratación dependerá de las necesidades de optimización que tenga cada empresa.

Así mismo, los sistemas de telemetría para la gestión de flotillas han resultado muy útiles, específicamente para monitorear y controlar el rendimiento del vehículo durante su operación; han logrado obtener información bastante útil para la toma de decisiones; entre la cual se encuentra: conocer la eficiencia en el uso de combustible, odómetro, combustible en ralentí, horas ralentí, rendimiento real, revoluciones por minuto, horas totales de trabajo, batería, aceite y refrigerante.

Dichas tecnologías son una solución prometedora para su uso en las operaciones de las empresas transportistas; sin embargo, observamos que las empresas pequeñas aún tienen una baja participación en su uso; argumentan que son caras de implementar, o que no disponen de información suficiente para conocerlas; por lo que, algunas empresas optan por la adquisición de equipos de radiofrecuencia económicos, o bien solo contratan el servicio en horarios de oficina. Debido a ello, diversas cámaras relacionadas con el transporte trabajan en pro de impulsar su divulgación y uso correcto.

Así mismo, uno de los temas que preocupa es el aumento de la inseguridad en el país; el sector empresarial es uno de los tantos que han padecido el robo al autotransporte de carga. En este sentido, observamos que las empresas demuestran poco interés en participar de manera conjunta con las autoridades; por lo que la tendencia va mas hacia tratar el problema de manera individual, en lugar de buscar soluciones conjuntas.

Por lo tanto, si los transportistas quieren ingresar, o bien, permanecer en el mercado logístico, deben contar con unidades equipadas tecnológicamente; y para lograrlo, deberán seleccionar cuidadosamente las herramientas tecnológicas que más se adecuen a sus necesidades y vuelvan eficientes sus operaciones, sin incurrir en costos innecesarios que a largo plazo no puedan solventar.

Además, si las actividades operacionales se ven incrementadas por la evolución de la empresa, resulta primordial disponer al menos del personal más esencial que lleve a cabo las actividades tecnológicas de la empresa; o bien, el responsable de logística debería estar preparado para asumir dicho rol, lo que ayudaría a generar valor económico al negocio y hacerlo más rentable y sustentable en términos del servicio al cliente.

Indudablemente, los ejecutivos tendrán que involucrarse en el uso de tecnologías, por lo que es recomendable armar un plan de capacitación en el marco del transporte y la logística; para asistir a eventos que les permitan compartir experiencias con colegas del sector. Así mismo, sugerimos explorar el ámbito de servicios de computo en la Nube con enfoque a Software como Servicio, y acercarse a proveedores que ofrezcan dichos servicios a través de una plataforma fácil de operar; en donde la administración por parte del usuario sea mínima. La descripción de los servicios en la Nube puede ser consultada en el capítulo 4.

Finalmente, observamos que la mayoría de los proveedores de tecnologías enfocadas al autotransporte de carga ofrecen los mismos servicios; sin embargo,

recomendamos que antes de contratar un servicio se comparen precios, las características y los productos que incluyen, así como tener en cuenta el procedimiento por seguir en caso de presentarse disrupciones. Ante ello, sugerimos que, al usar la tecnología, las operaciones no dependan absolutamente de esta; sino más bien disponer de sistemas de apoyo que proporcionen redundancia al sistema y garanticen la continuidad de la operación.

Bibliografía

World Economic Forum (2016). *Global Information Technology Report-Infographics and Shareables*. Recuperado de http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/infographics-and-shareables/

World Economic Forum (2016). *Global Competitiveness Report 2016*. Recuperado de http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/competitiveness-rankings/

World Economic Forum (2016). *Global Information Technology Report-Mexico*. Recuperado de http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/economies/#economy=MEX

Cann, O. (2016). Siete países emergen como líderes de la Cuarta Revolución Industrial. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/Media/GITR16/GITR16_ES.pdf

Hidalgo, A., Lopez, V., Gutiérrez, J., (2009) *Drivers and Impacts of ICT Adoption on Transport and Logistics Services, Asian Journal of Technology Innovation*,17 (2): 27-47.

Revista énfasis Logística (2017). *Autotransporte: ideas para un eslabón eficiente*. Por Guillermina García y Rosa María Salas. Recuperado de http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/79474-autotransporte-ideas-un-eslabon-eficiente

Revista énfasis Logística (2011). *El ABC del RFID en la cadena de suministro*. Por Víctor García. Recuperado de http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/19301-el-abc-del-rfid-la-cadena-suministro

Revista énfasis Logística (2012). *Etiquetas inteligentes: nuevas expectativas*. Connie Mayer. Recuperado de http://www.packaging.enfasis.com/notas/64005-etiquetas-inteligentes-nuevas-expectativas

Revista Énfasis Logística (2014). *RFID para la optimización del control de flotillas*. Patricia Camacho. Recuperado de http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/69859-rfid-la-optimizacion-del-control-flotillas

Telectrónica Codificación S.A. (2010). *Introducción a la identificación por Radio Frecuencia*. Recuperado de https://es.slideshare.net/guest44be50/introduccion-a-la-tecnologia-rfid-lic-alan-gidekel

Insoft Blog. *Indoor traking using beacons or rfid what are the differences*. Recuperado de https://www.infsoft.com/blog-en/articleid/60/indoor-tracking-using-beacons-or-rfid-what-are-the-differences

Telectrónica Codificación S.A. Obtenido de http://telectronica.com/

Grupocadi (2016). *The RFID Software Company*. Recuperado de http://www.grupocadi.com/soluciones/controldellantas.html#

IDentifi-K. *RFID Sistema de control de Neumáticos-Productos* (2016). Recuperado de http://www.identifikgroup.com/productos/identificacion-por-radiofrecuencia-rfid/control-de-neumaticos/

Behr, L. (2014, 9 de octubre). LBABLOG NOTES ON RF APPLICATIONS & SAFETY. What is RFID? A quick guide to the technology. Mensaje dirigido a https://www.lbagroup.com/blog/rfid-technology-quick-guide/

Cabello, C. (2016, 7 de julio). 9 usos reales para comprender qué son los "beacons". Mensaje dirigido a http://www.nobbot.com/redes/9-usos-reales-comprender-los-beacons/

Passkit. (2015, 14 de octubre). The Visual Guide to – iBeacon APPLE'S INDOOR PROXIMITY SYSTEM [Mensaje 117]. Mensaje dirigido a http://www.usingbeacons.com/que-es-la-tecnologia-ibeacon-infografia/

mbeacons. (s.f). Recuperado de http://www.mildmac.es/mbeacons/

Techark. (2016, 17 de noviembre). A Beacon To Guide You! Mensaje dirigido a http://www.gotechark.com/a-beacon-to-guide-you/

ORBCOMM (2018). Sensor loT de carga, sensor de camiones y antenas para aplicaciones M2M. Recuperado de https://www.orbcomm.com/es/hardware/devices/sensors-antennas

Technoton (2018). *Advanced Vehicle Telematics*. Recuperado de https://www.jv-technoton.com

UTelematix (2017). Sensores de Quinta Rueda-Aplicaciones de Rastreo Satelital. Recuperado de http://www.utelematix.mx

UTelematix (2017). *GPS Anti-Jammer-Solución de Seguridad*. Recuperado de http://www.utelematix.mx/Servicios/Equipos-de-Seguridad/GPS-Anti-Jammer

Tracktec.cl (2017). *Tracktec División Telemetría-Control de Fatiga y Somnolencia*. Recuperado de http://www.tracktec.cl/servicios.html

Tesacom (2017). *Monitoreo de cisternas de combustible*. Recuperado de http://www.tesacom.net/soluciones/energia-petroleo-y-gas/ monitoreo-decisternas-de-combustible/

Galdon Software (2017). *ERP Transporte Mercancías, Logística y Almacenes.* Recuperado de https://www.galdon.com/erp-transporte-mercancias-logistica-almacenes/

Énfasis Logística (2015). Seguridad en transporte para mejorar la operación. Salas Ascención, R. M. Recuperado de http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/73700-seguridad-transporte-mejorar-la-operacion

T21 (2014). Equipos GPS instalados apenas cubren un cuarto del mercado potencial. Ramírez, D. Recuperado de http://t21.com.mx/terrestre/2014/05/15/equipos-gps-instalados-apenas-cubren-cuarto-mercado-potencial

T21 (2014). Robo al autotransporte incrementa rastreo satelital de vehículos. Dolores, M. Recuperado de http://t21.com.mx/terrestre/2014/05/15/robo-autotransporte-incrementa-rastreo-satelital-vehículos

Brújula de compra de Profeco (2008). *Dispositivos de localización satelital o radio frecuencia*. Recuperado de https://www.profeco.gob.mx/encuesta/bruju la/pdf-2008/Dispositivos%20de%20localizaci%C3%B3n%20satelital%20o%20radio%20frecuencia.pdf

Daqua Strategic Intelligence. Retos y tendencias Sector Logístico, México 2017. (s.f).

Énfasis Logística (2010). *La Tecnología como soporte a la actividad logística*. Tesler J. Recuperado de http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/15627-latecnologia-como-soporte-la-actividad-logistica

LaMance, J., DeSalas, J., y Jarvinen, J. (2002 marzo) *Assisted GPS: A Low-Infraestructure Aproach*. GPS World. Recuperado de https://web.archive.org/web/20061030054439/http://www.gpsworld.com/gpsworld/article/articleDetail.jsp?id=12287&pageID=3

UBIQO SMART (2017). Ficha técnica Ubiqo Smart. Recuperado de http://www.ubiqo.net/pdf/Ficha_Tecnica_Ubiqo_Smart.pdf

5G Americas (2016). *Internet de las Cosas en América Latina*. Recuperado de http://www.5gamericas.org/files/7214/6982/7154/Internet_de_las_Cosas_en_America Latina FINAL ESP.pdf

Martínez, P., Fernandez, P., (2012). *Dispositivo de alarma antivandálico para vehículos*. Recuperado de https://patentados.com/patente/dispositivo-de-alarma-antivandalico-para-vehículos.1/

Análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga

Énfasis Logística (2017). Control de información, clave para el autotransporte: Kugar. Ramírez, D. Recuperado de http://t21.com.mx/terrestre/2017/06/29 /control-informacion-clave-autotransporte-kugar

Énfasis Logística (2014). *Cloud Computing y tecnologías móviles en logística*. Escudero, F. Recuperado de http://www.logisticasud.enfasis.com/articulos /69027-cloud-computing-y-tecnologias -moviles-logistica

Énfasis Logística (2012). ¿Cómo domar a la logística por medio de la nube? Zabal, F. Recuperado de http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos /63056-comodomar-la-logistica-medio-la-nube



Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado-Galindo" Parque Tecnológico San Fandila Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México CP 76703
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610

Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

http://www.imt.mx/

Esta publicación fue desarrollada en el marco de un sistema de gestión de calidad certificada bajo la norma ISO 9001:2015