



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Navegabilidad en Centros Comerciales de Lima Metropolitana Mediante
Sistemas de Posicionamiento Indoor Para Mejorar La Afluencia de Público

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería de Sistemas

AUTOR(ES)

Paz Penitu, Aaron Anthony (0000-0002-0640-1732)

Rodrich Torres, Eric Rubens (0000-0001-7216-3210)

ASESOR

Perona Galluccio, Sandra Guisella (0000-0003-3483-8867)

Lima, 10 de Julio de 2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es dedicado a todos aquellos que tienen claros sus objetivos y que persisten para alcanzarlos; de manera que, aunque sientas el cansancio, el triunfo te abandone, una ilusión se apague, ignoren tus esfuerzos y aunque todo parezca nada
“Vuelve a Empezar” y “Nunca te Rindas”

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios fuente de sabiduría, a las personas que facilitaron todos los recursos necesarios para hacer de este trabajo de investigación una realidad. A nuestra casa de estudio que durante todo este tiempo nos ha extendido el apoyo proporcionando docentes capaces de poder orientarnos al desarrollo del mismo. A nuestra familia por el apoyo incondicional.

RESUMEN

El desarrollo económico y la estabilidad general del país en los últimos años, trajo consigo el auge de diversos sectores como el industrial, el minero, el agropecuario, etc. Esto, significó mayor cantidad de puestos de trabajo para la población y mejores ingresos para las familias.

Bajo este contexto era natural que se incrementara la demanda de productos de diversa índole y de servicios, principalmente los de entretenimiento. Esta demanda fue atendida con la construcción de nuevos centros comerciales y la modernización de los pocos ya existentes. Las grandes superficies de consumo han pasado a formar parte del día a día de la sociedad, tanto es así que se puede decir que la gente va al centro comercial a pasear y no a comprar. Para los comerciantes esto es un problema que se resuelve incrementando el número de visitantes que realiza compras en el centro comercial.

Dentro de las diversas tecnologías de posicionamiento y geolocalizaciones que en la actualidad se aplican en distintos ámbitos del quehacer diario como pedir comida a domicilio, pedir servicios de taxi, encontrar la mejor ruta para un destino sin toparse con el tráfico, etc., se encuentran aquellos que permiten navegar dentro de los lugares cerrados, las conocidas como Indoor Positioning Systems (IPS).

Palabras clave: [Indoor Positioning Systems; Retail Navigation Systems; navegabilidad en centros comerciales; RFID]

NAVIGABILITY IN SHOPPING CENTERS FROM METROPOLITAN LIMA USING INDOOR POSITIONING SYSTEMS TO IMPROVE PUBLIC SERVICE

ABSTRACT

In the past few years the economic growth and overall stability of the country, brought with it an increase for many industrial sectors, like mining, agriculture and others. This also had an impact on the people in the form of more jobs and better incomes.

Under this context it was only natural that the demand for any product or services increased, mainly the ones relative to the entertainment sector. The respond to this demand was the construction of new malls and the update of the ones already in place. Large spaces for retail purposes are now part of the everyday in a modern society, in such a way the people go to the mall just to spend the day and not for buying goods. For the retailers this is a problem to be solved by increasing the number of visitors to the mall.

Among the many technologies in global positioning and geolocation that has a place in current applications for everyday tasks like food ordering, taxi services, or even finding the best route home avoiding rush hour, there are the ones that allows to navigate inside buildings, these are called Indoor Positioning Systems (IPS).

Keywords: [Indoor Positioning Systems; Retail Navigation Systems; navegabilidad en centros comerciales; RFID]

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	CAPÍTULO 1. MOTIVACIÓN	2
2.1	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
2.1.1	Variables Externas.....	2
2.1.2	Variables Internas	2
2.1.3	Análisis de la problemática	4
2.1.4	Declaración del marco problemático.....	5
2.2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5
2.2.1	Objetivo General	5
2.2.2	Objetivo Específicos.....	5
2.3	HIPÓTESIS.....	6
2.3.1	Hipótesis Principal.....	6
2.3.2	Hipótesis Secundaria	6
2.4	ALCANCE DEL ESTUDIO	6
3	CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	8
4	CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	9
4.1	CONCEPTUALIZACIONES GENERALES	9
5	CAPÍTULO 4. ESTADO DEL ARTE	13
5.1	PRESENTACIÓN DEL ASUNTO DE ESTUDIO	13
5.2	ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
5.3	TÉCNICAS Y MÉTODOS UTILIZADOS	14
5.4	TECNOLOGÍAS APLICADAS AL POSICIONAMIENTO EN INTERIORES.....	16
5.4.1	Tecnologías ópticas	16
5.4.2	Tecnologías basadas en el sonido.....	18
5.4.3	Tecnologías de Radio Frecuencia.....	19
5.4.4	Híbridos	21
6	CAPÍTULO 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	23

6.1	UNIVERSO Y MUESTRA.....	23
6.2	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.....	23
6.3	COMPARATIVA CON LA REALIDAD DE LIMA METROPOLITANA	26
7	CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
7.1	CONCLUSIONES	28
7.2	RECOMENDACIONES	28
8	REFERENCIAS	30
9	GLOSARIO.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de la Problemática	4
Tabla 2: Datos del Centro Comercial La Maquinista	24
Tabla 3: Datos del Centro Comercial Galerie Lafayette	25
Tabla 4: Datos del Centro Comercial The Avenues Mall Kuwait.....	25
Tabla 5: Datos del Centro Comercial Jockey Plaza Shopping Center. (PeruRetail, 2017).	26
Tabla 6: Datos del Centro Comercial Plaza Norte. (Wikipedia, 2019).....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variables Externas. (Elaboración propia)	2
Figura 2: Diagrama de Flujo Proceso de Compra de Productos. (Elaboración propia)	3
Figura 3: Diagrama de Flujo Subproceso Buscar Comercios. (Elaboración propia)	3
Figura 4: Aplicación de tecnología Infrared. (Parallax, 2019)	17
Figura 5: Aplicación de tecnología VLC. (GmbH)	18
Figura 6: Aplicación de tecnología Ultrasonido, arquitectura de ultrasonido basado en posicionamiento RSSI. (Holm, 2012)	19
Figura 7: Aplicación de tecnología Bluetooth. (Quora, 2018)	20
Figura 8: Beneficios y contras de las tecnologías Wifi, bluetooth y UWB. (Elaboración propia).....	22

1 INTRODUCCIÓN

Los centros comerciales son grandes espacios que pueden constar de varios edificios de una o más plantas, los cuales albergan locales, oficinas comerciales y servicios. Están dedicados a propiciar y facilitar el consumo a través de la gran cantidad de tiendas y servicios de esparcimiento y ocio en general.

Característicos de las grandes ciudades, los centros comerciales, han conseguido también una connotación sociológica dentro de la población como lugar de encuentro o lugar de interés. Los centros comerciales llegan a albergar grandes masas de público, lo cual, les obliga a tener la capacidad de responder a esta demanda con responsabilidad en todos los aspectos, como infraestructura, servicios generales, asistencia en casos de urgencias, etc.

En la actualidad, la mayor demanda de centros comerciales los ha llevado a ir creciendo en superficie, llegando a ocupar miles de metros cuadrados. Por tal motivo, surge la necesidad de aplicar soluciones que agilicen la fluidez de público; facilitando la estancia de los consumidores dentro de estas superficies y la gestión del público por parte del centro comercial.

Dentro de este contexto, aparecen las estrategias de navegación dentro de los centros comerciales, las cuales tienen su raíz en los servicios basados en localización (LBS). Dichos servicios a su vez son una combinación de tecnologías tales como las tecnologías de la comunicación, sistemas de información geográfica e internet. Con estas tecnologías se pretende que los centros comerciales mejoren la gestión del público asistente. Como consecuencia de ello incrementar la experiencia y satisfacción del cliente al momento de desplazarse dentro del centro comercial; logrando con ello mejorar la afluencia del público.

2 CAPÍTULO 1. MOTIVACIÓN

2.1 Problema de investigación

En este apartado se presenta la problemática detectada y motivo de la investigación a través del análisis gráfico de las variables externas e internas.

2.1.1 Variables Externas

A continuación, se presentan las variables externas identificadas. En donde se visualizan variables externas claves que fueron tomadas para el análisis de la investigación tales como: Centros Comerciales, Clientes, Tecnología, Infraestructura entre otros.



Figura 1: Variables Externas. (Elaboración propia)

2.1.2 Variables Internas

Como variables internas se presenta el análisis de los principales procesos que abarca la navegabilidad en centros comerciales.

2.1.2.1 Proceso de compra de productos

A continuación, se detalla el proceso de compra de productos. Se explica la secuencia de acciones que sigue el público que asiste al centro comercial con intención de adquirir un producto o servicio.

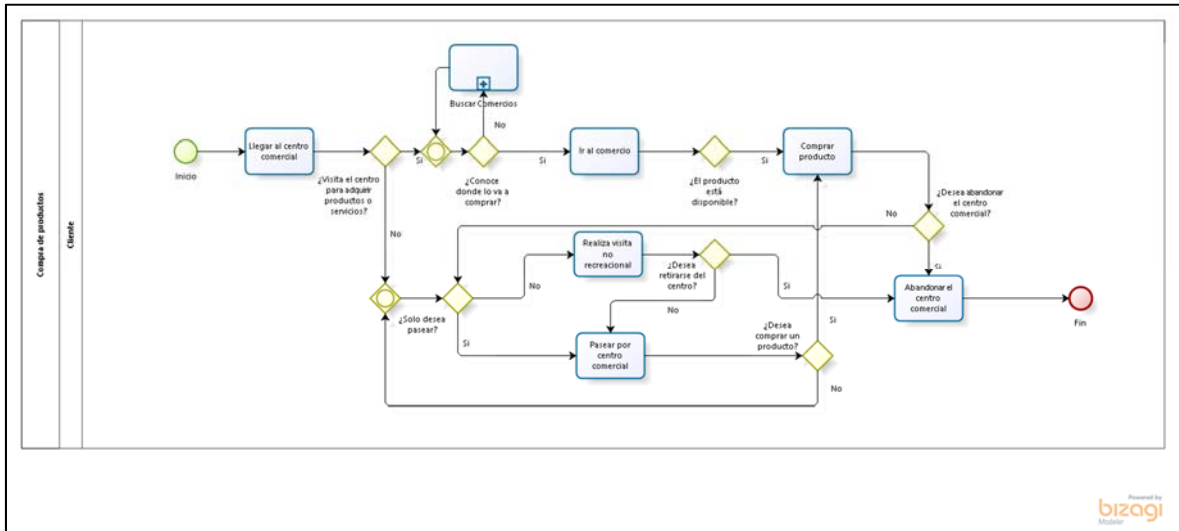


Figura 2: Diagrama de Flujo Proceso de Compra de Productos. (Elaboración propia)

2.1.2.2 Subproceso “Buscar Comercios”

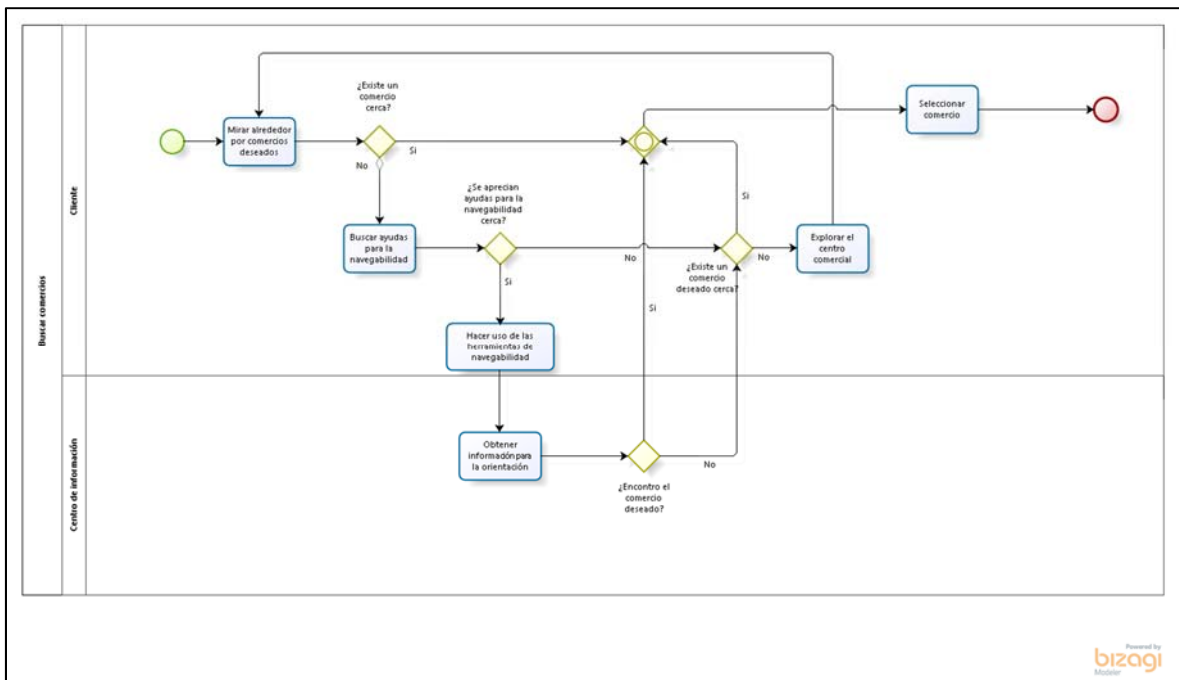


Figura 3: Diagrama de Flujo Subproceso Buscar Comercios. (Elaboración propia)

2.1.3 Análisis de la problemática

A continuación, se exponen los problemas detectados de una muestra de los centros comerciales del área metropolitana de Lima.

Tabla 1: Análisis de la Problemática

PROBLEMÁTICA	ANÁLISIS
Se requiere de una constante actualización de la información de las promociones, servicios y productos al personal que realiza las orientaciones de las ubicaciones de las tiendas, productos y/o servicios que ofrece el centro comercial. Lo que genera que las orientaciones entregadas al público se encuentren parcialmente desactualizadas provocando inconformidad de los usuarios	Dado que no existen métodos en línea que permitan obtener los productos, promociones y servicios. El personal no sabe orientar al consumidor sobre lo que busca dentro del centro comercial.
Se observó la gran cantidad de papeles publicitarios para los clientes respecto a las promociones, ubicaciones y orientación con las que cuenta el centro comercial. Generando desperdicio de recursos publicitarios respecto a las ubicaciones y promociones con las que cuenta el centro comercial.	Dado que el consumidor se ve bombardeado con folletos publicitarios a lo largo de su recorrido dentro del centro comercial, los cuales son desechados.
El tiempo de búsqueda de una tienda puede tomar entre 20 y 40 minutos y para clientes que no son habituales puede llegar a demorar inclusive más tiempo. Lo que ocasiona demoras (pérdidas de tiempo) para el consumidor en encontrar una tienda y como consecuencia de ello en que se desanime en realizar la compra.	Dado el tamaño del centro comercial y la cantidad de tiendas que existen, el cliente encuentra los productos o tiendas que necesita entre 20 a 40 minutos.
El cliente tiene clasificación inadecuada de la información sobre la ubicación de las	El cliente no logra realizar todas las compras que ha planificado, debido a que

tiendas que brinda el centro comercial. Lo que genera que el cliente consulte sobre la ubicación en más de una ocasión; generando inconformidad.

cuando el cliente llega al centro comercial, pasa mayor tiempo solicitando información de la ubicación de las tiendas, los productos y servicios con los que cuenta el centro comercial.

2.1.4 Declaración del marco problemático

Antes de nada, cabe aclarar que una única tecnología aplicada, no suele aportar la solución a la estrategia planteada, es común tener que implementar una combinación de éstas para llegar a alcanzar el objetivo deseado.

Cada vez es más frecuente encontrarse con centros comerciales y otros grandes espacios que poseen tecnología inalámbrica de comunicación para fines tales como ofrecer servicios de internet o para uso interno como video vigilancia.

Lejos de tratarse de la implementación de una nueva infraestructura tecnológica para la navegabilidad, se trata de aprovechar, en los casos que sea posible, la infraestructura existente y sobre ella desplegar un sistema de navegabilidad.

Los sistemas de comunicación inalámbrica como el Wifi, bluetooth o RFID soportan la aplicación de sistemas de posicionamiento. En este caso se trata de sistemas preparados para la navegación bajo techo, también conocidos como Indoor Positioning Systems (IPS).

2.2 Objetivos del estudio

2.2.1 Objetivo General

Analizar los procesos y la tecnología utilizada en los países desarrollados respecto de la navegabilidad en centros comerciales mediante sistemas de posicionamiento indoor en los últimos tres años de tal forma que permita su aplicación en los centros comerciales del área Metropolitana de Lima para mejorar la afluencia del público.

2.2.2 Objetivo Específicos

- Conocer los procesos y la tecnología aplicados al posicionamiento en interiores que se ha utilizado en otros países en donde se ha implementado la navegabilidad en los centros comerciales.

- Describir los sistemas de localización implementados en otros países para identificar los pros y contras.
- Estudiar los casos de éxito de navegabilidad sobre la precisión de localización en interiores.
- Elaborar un marco teórico sobre las técnicas y métodos utilizados respecto de la navegabilidad en centros comerciales.
- Identificar los factores (internos y del entorno) respecto de la navegabilidad en centros comerciales del área Metropolitana de Lima.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis Principal

Dado que, se observa deficiencia en la orientación al público acerca de la navegabilidad en centros comerciales y teniendo en cuenta el gran tamaño de estas superficies es necesario analizar e identificar los procesos y tecnología que se han utilizado en otros países desarrollados; elaborando un marco teórico sobre las técnicas y métodos utilizados al respecto centrándose en la comprensión en como estos países han optimizado sus procesos de navegabilidad y como se han apoyado de la tecnología para lograr dicho acometido.

2.3.2 Hipótesis Secundaria

A mayor interpretación de los procesos y de la tecnología implementada en otros países para mejorar la navegabilidad en centros comerciales mayor tendencia de mejorar la navegabilidad en nuestro país sobre la precisión de localización en interiores.

Países con procesos y tecnologías de navegabilidad superiores tienden a facilitar la navegabilidad en centros comerciales.

La interpretación de los procesos y de la tecnología se pueden alcanzar implementando un enfoque cualitativo utilizando técnicas como la observación que permitan elaborar un marco teórico.

2.4 Alcance del estudio

Dados los objetivos expuestos anteriormente se puede definir la naturaleza de la presente investigación como descriptiva. En consecuencia, dentro del alcance de estudio se considera poner en conocimiento del lector aspectos tales como:

- El estado actual de los procesos de navegación de centros comerciales, modernos y tradicionales. Las variables que los conforman y la problemática que presentan.
- La capacidad de innovación en el campo objeto de estudio. El estado actual de la tecnología aplicable en la navegación indoor.
- Casos de éxito en la aplicación de sistemas de navegación en centros comerciales.

3 CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación llevada a cabo en este trabajo está basada en el método deductivo. Este método permite partir de lo general a lo particular a través de un proceso de observación, formulación de hipótesis, análisis y desarrollo de conclusiones.

La observación permitirá fundar las bases para el planteamiento de la hipótesis. En este caso, se desarrolla la idea de la pertinencia de los sistemas de navegación para centros comerciales tomando como ejemplo casos actuales que demuestran su utilidad y describiendo como la evolución de estas superficies conlleva la implementación de un sistema de esta naturaleza.

Seguidamente, la formulación de una hipótesis facilita la fijación del objetivo general y los específicos. Se realizará en base a lo observado en los apartados anteriores.

El análisis se desarrolla sobre la información recolectada y se enfoca tanto en el aspecto tecnológico como en los procesos del negocio de centros comerciales, concretamente, en lo que atañe a la navegabilidad dentro de estos.

Finalmente, las conclusiones de la investigación explican el resultado al cual se ha llegado en relación a los objetivos y la hipótesis planteada.

4 CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

4.1 Conceptualizaciones Generales

Centros comerciales	Definición	Construcción de locales comerciales, cuyo objetivo es reunir, en un mismo espacio, diversas propuestas para que los potenciales clientes puedan realizar sus compras con mayor comodidad. Además de ofrecer al cliente, en un mismo ‘edificio’, diversas ofertas para satisfacer sus necesidades de consumo, sin acudir a otro lugar.
	Tipos de Centros	<p>Community Center. La principal particularidad de esta modalidad es el hecho de que está destinado al uso diario de los clientes. De ahí que esté dotada de supermercado para que así ellos puedan encontrar los productos de primera necesidad que requieren. Por regla general, cuentan con un único piso y es habitual que incorporen además cines.</p> <ul style="list-style-type: none"> • LifeStyle Center. Dentro del conjunto de centros comerciales existentes en estos momentos en todo el mundo, este tipo ha conseguido convertirse en uno de los más grandes y espectaculares. Y es que en él se encuentran multitud de servicios de toda índole. Así, además de tiendas, se hallan conformados por hoteles e incluso por espacios amplios para celebrar reuniones empresariales o eventos de cierta envergadura. • Fashion Mall. Como su propio nombre indica, este tipo gira en torno a lo que sería el mundo de la moda. De ahí que se halle compuesto de un mínimo de cien tiendas dedicadas en exclusividad a la ropa. Se identifica también porque no incorpora supermercado.
Sistema de Localización para Centro Comercial	Detalle	Sistema que contará con información del mapa de tiendas y estacionamientos dentro de un centro comercial, y que en base a la información de posicionamiento del cliente, proporciona información de acceso al local de preferencia del mismo. Por otro lado, indicará que tan concurrida se encuentra la tienda y si el producto se encuentra disponible
	Participantes	<p>Clientes: Utiliza la aplicación o solución, recibiendo los resultados del procesamiento de la misma y de la selección de información efectuada.</p> <p>Aplicación: Ofrece servicio de ubicación al cliente.</p>
	Proceso	<ul style="list-style-type: none"> - El Centro Comercial dispondrá de una aplicación, donde se detallará cada una de las tiendas, restaurantes, etc., con los que dispone el centro. - El cliente al estar en el Centro Comercial accederá a la aplicación del Centro. Esta acción le brinda al Sistema la ubicación del cliente dentro de las instalaciones del centro comercial. - La aplicación muestra cada tienda del centro comercial y el cliente deberá seleccionar a que tienda requiere dirigirse.

		<ul style="list-style-type: none"> - En base a la selección anterior, la aplicación proporcionará, considerando la ubicación del cliente, la ruta para acceder a la tienda seleccionada. - La aplicación también contará con el mapa de estacionamientos, permitiendo el mismo acceso a información, que en el caso de las tiendas. - Los clientes podrán acceder a información detallada de las tiendas que desee. - La aplicación ofrecerá información relevante al consumidor; indicando las ofertas y la existencia de los productos. - La aplicación le indicará al transeúnte que tan concurrida se encuentra la tienda a la que desea visitar 		
	Intervienen	<ul style="list-style-type: none"> - Posición o localización - Data del Centro Comercial - Centro de Control - Sistema de Comunicación - Catálogo de Productos de Tiendas 		
Sistemas de Localización en Tiempo Real (RTLS)	Definición	<p>Los sistemas de localización en tiempo real (RTLS) se utilizan para identificar y rastrear automáticamente la ubicación de objetos o personas en tiempo real, generalmente son aplicados en interiores. Los sistemas de localización basados en servidores funcionan con un hardware específico que funciona como puntos de referencia fijos (insoft Locator Nodes) que detectan señales inalámbricas de dispositivos (por ejemplo, Wi-Fi, Ultra-WideBand o etiqueta de Radiofrecuencia (RFID), beacon Bluetooth Low Energy (BLE)) y los transmiten a un servidor. Allí, la posición se calcula y los datos se transfieren a un medio de salida.</p>		
	Tecnologías	Wi-Fi	Descripción	Los sistemas de posicionamiento en tiempo real basados en Wi-Fi ubican y monitorean dispositivos de Wi-Fi activos, como teléfonos inteligentes, tabletas y etiquetas de Wi-Fi. La precisión del Wi-Fi utilizado para la localización de interiores basada en servidor varía de ocho a 15 metros, dependiendo de las condiciones previas.
		Pros		<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de rastrear todos los dispositivos habilitados para Wi-Fi - Capacidad de monitorear el comportamiento del visitante - Rango grande (hasta 150 m)
		Contras		<ul style="list-style-type: none"> - Difícil de alcanzar el nivel de precisión que ofrece BLE o RFID - Altas latencias

				- Uso de la dirección MAC aleatoria cuando el dispositivo no está conectado a la red Wi-Fi
			Recomendaciones de Uso	Soluciones de rastreo donde se desea el análisis de perfiles de movimiento
		BLE	Descripción	Los “beacons” son pequeños dispositivos inalámbricos que transmiten señales usando “Bluetooth Low Energy”, también conocido como “Bluetooth Smart”. Son relativamente baratos, pueden funcionar en celdas de botón hasta más de cinco años y tienen un alcance máximo de 75 metros. La precisión es típicamente inferior a ocho metros. Los beacons vienen en todo tipo de formatos diferentes, son escalables y altamente portátiles.
			Pros	- Flexibilidad - Costo Eficiente
			Contras	- Atenuaciones en la dispersión de la señal dentro de los edificios - Inestabilidad con cambios de diseño e interferencias de radio
			Recomendaciones de Uso	Soluciones de seguimiento en interiores sin necesidades de precisión casi perfectas
		UWB	Descripción	Ultra-Wideband es una tecnología de radio de corto alcance. La precisión es inferior a 30 cm, que es considerablemente mejor que cuando se trabaja con balizas Wi-Fi. Además, las diferencias de altura se pueden medir con precisión.
			Pros	- Alta precisión - Tiempos de baja latencia con actualizaciones de posición de hasta 100 veces / segundo - Casi sin interferencias
			Contras	Mayor costo y menor duración de la batería que las beacons BLE
			Recomendaciones de Uso	Soluciones de seguimiento en entornos industriales con necesidades de alta precisión y un número modesto de activos
		RFID	Descripción	RFID es una forma de comunicación inalámbrica que usa ondas de radio para identificar objetos. La tecnología RFID pasiva solo funciona en la proximidad de

				lectores RFID especializados (“Locator Node”, que funciona como una fuente de alimentación para etiquetas RFID), proporcionando una ubicación 'puntual'.
			Pros	<ul style="list-style-type: none"> - Precisión muy alta - Muy inmune a las interferencias - No necesita batería
			Contras	<ul style="list-style-type: none"> - Corto alcance (menos de un metro) - La instalación requiere una planificación importante - La infraestructura puede ser costosa
			Recomendaciones de Uso	Soluciones de seguimiento con gran cantidad de etiquetas (por ejemplo, en logística, distribución y gestión de inventario)
		Multi-Sensorial (MS)	Descripción	Localización Multisensorial la cual combina varios sistemas de posicionamiento para garantizar mayor precisión en interiores estructurados de varios niveles.
			Pros	<ul style="list-style-type: none"> - Precisión en la localización - Capacidad de rastrear todos los dispositivos habilitados para Wi-Fi - Capacidad de monitorear el comportamiento del visitante - Rango grande (hasta 1.5 metros).
			Contras	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de varias tecnologías de localización (GPS, Wi-Fi, Bluetooth) - Costos por el servicio del operador.
			Recomendaciones de Uso	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones de seguimiento en entornos abiertos y cerrados con edificios de varios niveles.

5 CAPÍTULO 4. ESTADO DEL ARTE

5.1 Presentación del asunto de estudio

Hoy en día debido al crecimiento económico del país y a la capacidad adquisitiva de los consumidores, la demanda por centros comerciales se ha visto incrementada. Esta demanda, ha sido atendida no solo con la construcción de nuevos centros comerciales sino también de mayor superficie pudiendo albergar más tiendas, servicios y espacios de esparcimiento. Pero, el mayor tamaño de estos centros puede impedir el rápido consumo de los usuarios limitando, en gran medida el incremento de ingresos tanto para las tiendas como para el mismo centro comercial. Los usuarios tienden a pasar mucho más tiempo intentando ubicar el producto que desean adquirir, en lugar de comprar o consumir los servicios del establecimiento.

Los grandes centros comerciales, como toda tienda de grandes dimensiones, afrontan este problema de navegabilidad con procesos clásicos en los cuales participan puntos de información atendidos por personal capacitado o tótems informativos con carteles, señales o mapas de ubicación pero estos métodos están siendo relevados o combinados con la ayuda de tecnologías de servicios basados en localización, específicamente por la rama dedicada a los Sistemas de Navegación para Retail (Retail Navigation System).

En la actualidad estos sistemas incorporan diversas tecnologías desde la más clásica como Global Positioning Systems (GPS), pasando por la utilización de luz infrarroja, ultrasonido, wifi, bluetooth o Near Field Communication (NFC) hasta las más recientes como la utilización de la luz visible para la transmisión de datos. A esto debemos añadir la proliferación de dispositivos móviles, lo cual, facilita la visualización de información de estos sistemas en el lado del usuario.

Con los avances tecnológicos actuales se pueden implementar sistemas de navegabilidad que permitan la ubicación de productos o servicios y proveer una ruta de menor tiempo hacia ellos, entre otras posibilidades adicionales tales como la existencia, stock, ofertas de productos entre otros. En el presente trabajo, se realiza una investigación sobre las tecnologías utilizadas para los sistemas de navegación y su aplicación en la industria de centros comerciales.

5.2 Estado de la investigación

La estimación de la ubicación consiste en un algoritmo de tres fases. La primera, trata de la evidencia, fase en la que los dispositivos involucrados recopilan las señales transmitidas. La

segunda fase trata de la estimación del rango, aquí es donde se estudia o analiza la evidencia recibida en la fase previa obteniendo las distancias estimadas desde y hacia los elementos. La tercera fase trata de la combinación de estas distancias para obtener una sola más precisa. Esta última ayudará a precisar la cantidad de transeúntes que circulan sobre ellas (Brena, y otros, 2017).

5.3 Técnicas y métodos utilizados

En las tecnologías de posicionamiento tradicional para espacios abiertos, como GPS, se utilizan las coordenadas de latitud y longitud de un modelo esférico, mientras que en los sistemas para espacios cerrados o de menor superficie se asocian a coordenadas de planos Cartesianos.

A continuación, se detalla una clasificación que diferencia entre las técnicas utilizadas y las tecnologías que las aprovechan para lograr los mejores resultados posibles (Brena, y otros, 2017).

Multilateralización: básicamente se refiere a la combinación de la información recibida de varias fuentes. Esta, puede ser de diferentes mediciones tales como RSS (Received Signal Strength), ToA (Time of Arrival), TDoA (Time Difference of Arrival), and AoA (Angle of Arrival).

Time of Arrival (ToA): es el tiempo que toma la señal en ir del transmisor al receptor. Aplicando la Multilateralización, esto se ve como círculos alrededor de los dispositivos. Dos medidas serían suficientes para establecer una coordenada, pero se utiliza una extra para evitar la ambigüedad. En combinación con otras técnicas, como el algoritmo discreto de Kalman, se puede obtener mejor precisión (Ciurana, Barceló, & Cugno, 2006).

Time Difference of Arrival (TDoA): es similar a ToA pero con la diferencia que hay ocasiones en que el receptor desconoce el momento en que se emitió la señal, por ello, la diferencia de tiempo de viaje entre cada receptor es usado para estimar la distancia a cada uno de ellos. Adicionalmente, aplicando una variación de esta técnica llamada A-TDoA se consigue una precisión de hasta 20 y 15 centímetros (Shuai & Xiaodai, 2017).

Angle of Arrival (AoA): provee una medida del ángulo en el cual una señal es recibida en un dispositivo de referencia. El dispositivo de referencia define una línea que parte su posición con dicho ángulo de medida, donde se asume está el objetivo. Asimismo, existe una aplicación de esta técnica mejorando su precisión a través de la utilización de la propagación

multitrayecto que proporciona la utilización de equipos multiantena (Wielandt & De Strycker, 2017).

Received Signal Strength (RSS): es la intensidad del campo de una señal en el punto de recepción. Esta, se recibe en el equipo de recepción para luego calcular la distancia con un modelo de propagación como la ecuación de propagación de Harald T. Friis o modelo de propagación de espacio libre, el cual, permite predecir el nivel de potencia recibida en cierta ubicación, cuando no existe ningún elemento cercano al enlace que pueda afectar la propagación electromagnética.

Las técnicas de proximidad consisten en determinar cuándo un objeto está cerca de una locación conocida, detectado por un sensor específico para esta tarea. A continuación, se mencionan las principales.

Fingerprinting: es un método usado para calcular ubicaciones aproximadas. El termino ha sido usado especialmente como una manera de obtener ubicaciones a partir de la detección de señales Wi-fi y similares a estas, registradas en un dispositivo móvil, pero es una técnica generalizada que ha sido utilizada para Bluetooth y magnetismo también. En el uso de esta técnica es común tener que compensar degradaciones en la propagación de la señal por la presencia de ruido en las mediciones. Para esto, se utilizan algoritmos digitales adaptativos como Kalman y filtro de partículas.

Los retos que se le presentan a estas técnicas son:

- Propagación de señal, se debe luchar contra la atenuación de las señales transmitidas.
- Ambientes multicamino (multipath), las señales se pueden mezclar con algunas de sus reflexiones, causando que se distorsione y sea difícil de reconocer.
- Línea de vista (LOS), algunas de las tecnologías que veremos requieren un camino sin obstrucciones entre el transmisor y el receptor, el cual se llama Line of Sight o LOS.
- Sincronización, para algunas técnicas como ToA o TDoA se requiere que los dispositivos tengan relojes sincronizados, cualquier pequeña variación puede afectar gravemente al sistema.

5.4 Tecnologías aplicadas al posicionamiento en interiores

Se pueden definir tres criterios bajo los cuales se clasificarán las tecnologías a exponer. El primero es el tipo de señal que utilizan y se pueden clasificar en señales de radio frecuencia, luz, sonido y campos magnéticos. El segundo criterio tiene que ver con la recepción de la señal y su análisis. Si esta lógica se lleva a cabo en la infraestructura del sistema se dice que la tecnología es “activa”, de lo contrario, si se realiza en el dispositivo móvil se dice que es “pasiva”. Finalmente, el tercer criterio tiene que ver con que la señal lleve información embebida de manera intencional, esta es generada en el origen de la señal y luego reconstruida en el receptor. En el caso que esto sea así, se dice que se usa “información embebida”.

5.4.1 Tecnologías ópticas

Separamos las tecnologías ópticas de las de radiofrecuencia debido a que las tecnologías específicas que detallamos son distintas, así como sus ventajas y desventajas (Brena, y otros, 2017).

Infrared (IR)

Utiliza radiación electromagnética con longitudes de onda más largas que el espectro de luz visible. Un sistema simple de infrared está compuesto de un diodo emisor de luz infrarroja, el cual emite una señal tan robusta como la luz no visible, y un fotodiodo receptor para detectar y capturar los pulsos de luz, los cuales son luego procesados para extraer la información. La ubicación infrared puede ser utilizada con una configuración activa o pasiva.

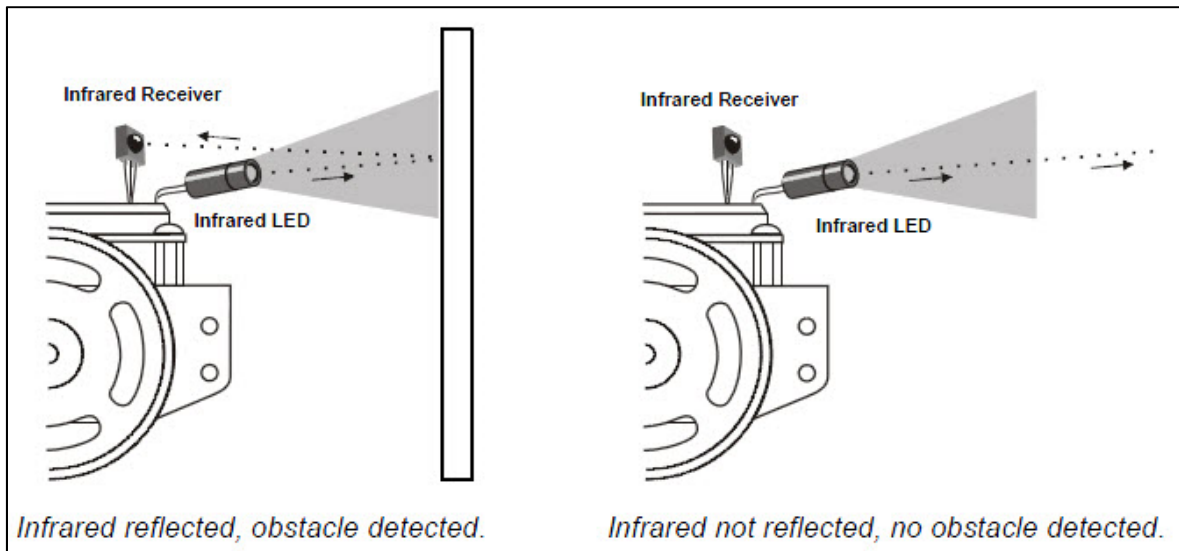


Figura 4: Aplicación de tecnología Infrared. (Parallax, 2019)

Un ejemplo de aplicación de esta tecnología es un sistema que tiene por objetivo localizar empleados, quienes llevan una etiqueta infrarroja (IR), en un ambiente de oficina. La etiqueta emite un código infrarrojo único cada 10 segundos. Los códigos son recogidos por una red de sensores infrarrojos que están ubicados alrededor del ambiente de oficina. La información recibida por los sensores es luego procesada por una computadora en la misma red. El sistema facilita la ubicación del empleado a dispositivos móviles dotados de una aplicación capaz de interpretar esta información (Want, Hopper, Falcão, & Gibbons, 1992).

Comunicación de Luz Visible (VLC)

Es una tecnología que usa luz visible para transmitir datos. Cualquier tipo de lámpara puede ser usada, pero se ha encontrado que las luces emitidas por diodos (LED) son las más apropiadas. La transmisión de datos usando la luz visible es posible gracias a la habilidad de la fuente de luz de ser encendido y apagado una y otra vez en intervalos muy cortos. Este parpadeo puede ser tan rápido que el ser humano no lo percibiría y puede usar una variedad de métodos de modulación. VLC para IPS ha sido considerado principalmente por el hecho que se puede reutilizar la infraestructura de luz artificial ya existente, de tal forma que los costos de implementación pueden ser muy bajos.

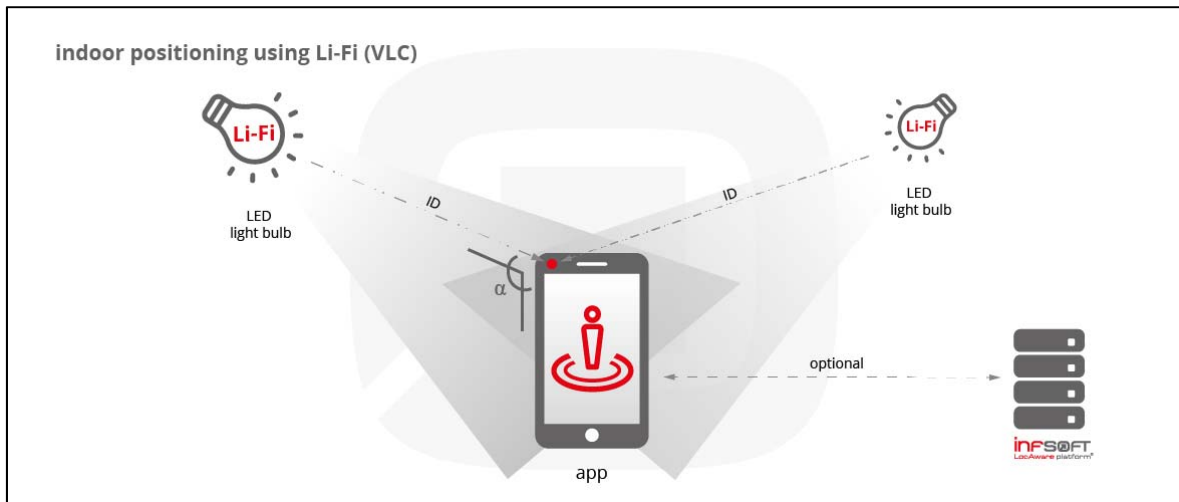


Figura 5: Aplicación de tecnología VLC. (GmbH)

VLC trabaja bajo el principio de que cada lámpara o fuente de luz tiene diferente codificación de parpadeo, de tal forma que el sensor, el cual puede ser llevado por el usuario, recibe la luz y compara la modulación contra la codificación conocida y eventualmente determina cual es la predominante, asociando así la ubicación del sensor con la cercanía de la lámpara correspondiente.

5.4.2 Tecnologías basadas en el sonido

Señales sonoras, consistentes en la propagación de ondas de presión en el aire, se benefician del hecho de que el sonido viaja a mucho menor velocidad que las señales electromagnéticas, permitiendo así que la medición del tiempo entre la emisión y la llegada se mucho más fácil (Brena, y otros, 2017).

Ultrasonido

Utiliza frecuencias de sonido más altos que el rango audible para determinar la posición del usuario utilizando el tiempo que toma a una señal ultrasónica viajar desde el transmisor hasta el receptor. Una ventaja evidente de esta tecnología es que las ondas de sonido no son detectables por el oído humano. Este sistema puede ser pasivo o activo.

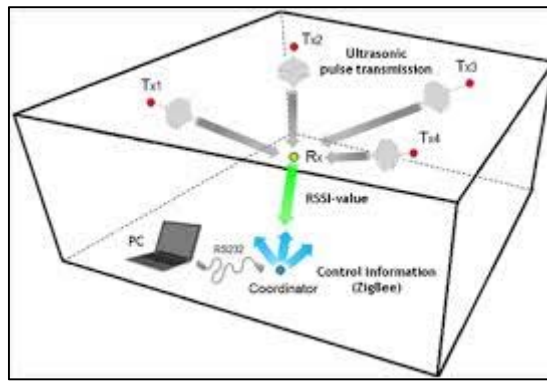


Figura 6: Aplicación de tecnología Ultrasonido, arquitectura de ultrasonido basado en posicionamiento RSSI. (Holm, 2012)

Una aplicación de esta tecnología puede consistir en utilizar un arreglo de micrófonos y una etiqueta, la cual es portada por el usuario, dándole a este una configuración activa en el sistema. La ubicación del usuario es calculada usando el principio de trilateralización; que consiste en tener al menos tres micrófonos recibiendo un pulso de sonido y calcular la posición del usuario (Ward, Jones, & Hopper, 1997).

Sonido audible

También es posible utilizar señales de sonido audible para codificar la información para sistemas de ubicación. Para evitar los inconvenientes que pueden causar la emisión de un sonido en particular, estos sistemas tienden a recurrir a alternativas como utilizar el hilo musical que ya se utiliza un centro comercial.

Un método sería estimar la ubicación de un usuario usando marcas de agua digitales en señales de audio, en la cual una secuencia pseudoaleatoria es utilizada para modular en amplitud varias bandas de frecuencia de la señal anfitriona, la cual es la música del hilo (Nakashima, Kaneto, & Babaguchi, 2011).

5.4.3 Tecnologías de Radio Frecuencia

En este apartado se presentan tanto las tecnologías de banda estrecha como las de amplio espectro (Brena, y otros, 2017).

Wireless Fidelity (Wi-Fi)

Transmite y recibe datos usando ondas electromagnéticas, proporcionando conectividad inalámbrica dentro de un área de cobertura. El uso de esta tecnología en IPS requiere ir un

poco más allá que la ubicación del Access Point. Esta tecnología puede utilizar los siguientes tres enfoques:

- El modelo de propagación de una antena determinada puede ser resuelto calculando la distancia hacia una base conocida.
- La fuerza relativa de varias bases Wi-Fi conocidas es utilizada para resolver la posición mediante el método de multilateralización.
- Fingerprinting, un patrón de bases Wi-Fi conocidas con su fuerza relativa es emparejado a una base de datos de patrones conocidos asociados con ubicaciones.

Bluetooth

Es una tecnología de comunicación inalámbrica que utiliza información embebida digitalmente en señales de radio frecuencia. Originalmente destinado a transmitir información en distancias cortas, se definió por el estándar IEEE 802.15.1. El objetivo principal era facilitar la comunicación entre dispositivos móviles, eliminando la utilización de cables y conectores.

En el campo de IPS, bluetooth es considerado como competidor directo de Wi-Fi, en particular desde la adopción a nivel global del Bluetooth Low Energy, debido a su alta disponibilidad, bajo coste, y muy bajo consumo de poder.

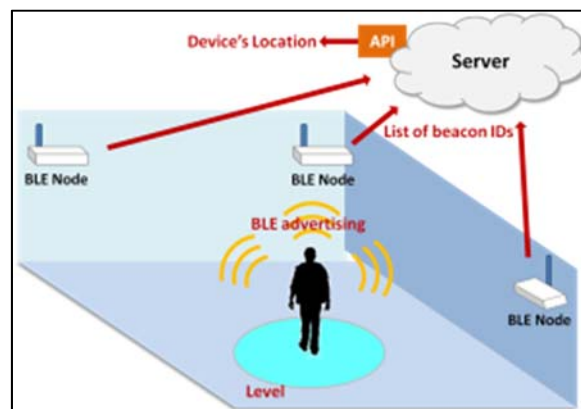


Figura 7: Aplicación de tecnología Bluetooth. (Quora, 2018)

ZigBee

Es un estándar de comunicación inalámbrica desarrollado por ZigBee Alliance. Se propuso para atender específicamente la necesidad de implementaciones de bajo coste de redes

inalámbricas de baja tasa de transmisión con ultra bajo consumo de energía. El estándar ZigBee ha adoptado el IEEE 802.15.4. como capa física y control de acceso al medio. Debido al ahorro energético y mejorada seguridad originalmente está dirigido a aplicaciones de automatización de casas, control de semáforos, cuidado de la salud, entre otros.

Un sistema IPS basado en ZigBee está compuesto por una red de sensores y algoritmos de sensores de red inalámbrica. La mayoría de los algoritmos de estos sistemas utilizan los valores de RSSI para estimar la ubicación.

Identificación por Radiofrecuencia (RFID)

Es una tecnología que utiliza ondas de radio para hacer un circuito especializado producir una respuesta que contiene un identificador único; como el circuito puede estar adherido a una persona, animal o cosa, proporciona un método para identificarlos. Un sistema RFID consiste en lectores RFID y etiquetas RFID. Los lectores recogen la información que envían las etiquetas.

Las etiquetas llevan un microchip y un circuito integrado impreso que hace de antena, capaz de emitir señales de radio que lleven información, principalmente su ID.

Ultrawideband (UWB)

Está basado en la transmisión de ondas electromagnéticas formadas por una secuencia corta de pulsos usando un ancho de banda muy grande. UWB ofrece muchas ventajas en los sistemas IPS como precisión en la medida tiempo-de-vuelo, inmunidad multicamino y requerimiento de bajo consumo para operaciones extendidas. Estos sistemas utilizan dos medidas diferentes para determinar la distancia con el objetivo: Time of Arrival y Time Difference of Arrival.

5.4.4 Híbridos

Como se puede apreciar a continuación, cada tecnología ofrece beneficios sobre otras dependiendo del contexto sobre el que sea necesaria su aplicación.

Technology	Accuracy	Price	Use cases	Installation
WiFi	5-15m	€		 EASY
Bluetooth	1-3m	€		 EASY
UWB	10-30m	€ €		 COMPLEX

Figura 8: Beneficios y contras de las tecnologías Wifi, bluetooth y UWB. (Elaboración propia)

Los sistemas que se apoyan en una fusión de tecnologías se llaman “híbridos”. Algunos estudios se refieren a estos como la combinación de técnicas tales como ToA, TDoA o AoA. También se puede referir a la mezcla de tecnologías como sistemas híbridos. En los sistemas híbridos una de las tecnologías es comúnmente considerada la más relevante para estimar la ubicación del usuario, mientras el resto de las tecnologías son consideradas como complementarias (Brena, y otros, 2017)

6 CAPÍTULO 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Universo y muestra

El universo del estudio está conformado por los centros comerciales de las principales capitales del mundo tomando en cuenta el área, cantidad de comercios y el número de visitas que se realizan al año.

6.2 Procedimiento de análisis

Los resultados del análisis de la investigación respecto de los centros comerciales de Lima Metropolitana determinan que el sistema de navegación tradicional consta de señales distribuidas dentro del centro comercial en forma de carteles, tótems, quioscos o adhesivos en las paredes y columnas. En el mejor de los esfuerzos se pueden encontrar grandes quioscos en los cuales se encuentra el mapa de todo el centro comercial, a veces incluyendo el nombre de las tiendas y su rubro comercial. También, existen quioscos interactivos, en un intento por hacer uso de la tecnología.

Dentro de un centro comercial este sistema tiende a fallar por no poder capturar el interés del usuario o porque éste no los logra ubicar en momentos de necesidad. Los carteles tienden a perderse dentro de un universo que comparten junto a las señales comerciales, elaboradas igualmente para llamar la atención del consumidor. Los tótems y quioscos no siempre están ubicados correctamente o cuando se les ubica estos están ocupados o incluso fuera de funcionamiento.

En la actualidad, los grandes centros comerciales del mundo vienen adoptando desde hace varios años un sistema de navegación potenciado por la tecnología de posicionamiento. La base tecnológica de estos tiene como denominador común la tecnología inalámbrica, ya sea redes wifi, bluetooth, beacons, etc. Además, constan siempre de una aplicación móvil desde donde se puede acceder a mapas en 2D o 3D y visualizar la ubicación del consumidor, así como de las tiendas del centro.

Dentro de los sistemas IPS tenemos a Jibestream, Navibeas, Eyedog, VisioGlobe entre otros. Todos coinciden en que los beneficios obtenidos para sus clientes están basados en la mejora de la experiencia de compra del usuario, conectar a los compradores directamente con los comercios y aprovechar la infraestructura existente. Estos, permiten incrementar las ventas y obtener beneficios adicionales como incrementar la visibilidad y el tráfico de las tiendas y expandir el área de captación de clientes al entorno móvil.

A continuación, se mencionan algunos casos de éxito. Esta información ha sido recopilada de publicaciones web hechas por empresas implementadoras de tecnología de navegación, así como los propios centros comerciales involucrados. Se incluye las citas respectivas a cada caso. (Westfield, 2018)

Unibail Rodamco Westfield Europa (63 centros)

Esta cadena de centros comerciales utiliza desde 2012 el sistema de navegación de Visioglobe. Poseen un solo mapa por centro comercial para su aplicación móvil, página web y quioscos interactivos. Todos los mapas se actualizan desde el editor de Visioglobe y publican la información en tiempo real. El éxito en las primeras implementaciones motivó su expansión a 63 centros comerciales de la cadena. (Westfield, 2018)

La Maquinista es uno de los centros comerciales de Unibail Rodamco Westfield, se encuentra en la ciudad de Barcelona, la cual cuenta con una población de 1 620 343 habitantes. Este centro comercial alberga tiendas de las marcas más reconocidas del mercado para los sectores de entretenimiento, moda, deporte, tecnología y supermercados, entre otros.

Tabla 2: Datos del Centro Comercial La Maquinista

Nombre	La Maquinista
Área	94 500 m ²
Visitas / Año	17 500 000
Comercios	235
Ciudad	Barcelona
Población de la Ciudad	1 620 343

Este centro reportó en el año 2015 un incremento de 5.6% en el número de visitantes alcanzando la cifra record de 16.6 millones anuales. Desde entonces, la cifra ha incrementado año tras año hasta alcanzar la actual de 17.5 millones anuales. (Redacción, 2016)

Galeries Lafayette

Gracias a la utilización de Visioglobe, Galeries Lafayette de París puede ofrecer a sus clientes una manera rápida y simple de ubicar la tienda o producto que desean y ubicar su posición dentro del universo de tiendas que existen en el centro comercial. Los administradores del sistema utilizan la aplicación web para actualizar diariamente los colores, las rutas o formas que se pueden ver en la aplicación móvil. Los clientes siempre

tienen la información actualizada a mano. A continuación, se detallan datos de interés sobre este centro comercial. (Malls.com, 2019)

Tabla 3: Datos del Centro Comercial Galerie Lafayette

Nombre	Galleries Lafayette
Área	70 000 m ²
Visitas / Año	37 000 000
Comercios	3 500
Ciudad	Paris
Población	2 273 305

En el año 2016 los atentados terroristas sufridos en Francia tuvieron un impacto negativo en el desarrollo de la actividad comercial, sin embargo, para el primer semestre de 2017 se confirmó el crecimiento que se venía observando desde diciembre de 2016. El número actual de visitas ha superado al que se tenía previo a 2016 y se espera que vaya en aumento. (Fashion Network, 2017)

The Avenues Mall Kuwait

El centro comercial más grande de Kuwait. Este centro comercial cuenta con un sistema de navegación que combina de la mejor manera tecnología y diseño. Gracias a planos de vectores y el detalle de los diversos niveles que posee, el mapa de esta aplicación es de una calidad óptima. El sistema de rutas excede la satisfacción de los consumidores. (Beautiful Kuwait, 2017)

A continuación, se detallan características necesarias para poder evaluar la aplicación de esta tecnología en los centros comerciales de Lima Metropolitana. (Malls.com, 2019)

Tabla 4: Datos del Centro Comercial The Avenues Mall Kuwait

Nombre	The Avenues Mall Kuwait
Área	370 000 m ²
Visitas / Año	N/A
Comercios	1 100
Ciudad	Kuwait
Población	4 137 241

En el año 2016 el grupo Manabee, propietarios del centro comercial The Avenues Mall de Kuwait registro un beneficio neto de 160 millones de dólares americanos, lo que representa un aumento del 13.3% con respecto al año anterior. The Avenues Mall de Kuwait es el

principal activo del grupo. Gracias a la rentabilidad que genera han podido expandirse en toda la región. En los próximos años se espera un crecimiento en el sector retail de Kuwait y por ello el grupo Manabee prepara la expansión del Avenues Mall con más marcas e incluso un hotel cinco estrellas. (Press Reader, 2017)

6.3 Comparativa con la realidad de Lima Metropolitana

Para esta comparativa se toman como referencia los principales centros comerciales de Lima Metropolitana, dado que son lo más parecido a los casos de éxito descritos anteriormente en lo que se refiere a dimensiones, cantidad de comercios y afluencia de público. Sobre estos centros se puede evaluar el impacto que tendría la aplicación de tecnologías de navegabilidad en su actividad comercial.

Dichos centros registran los siguientes datos comparativos.

Tabla 5: Datos del Centro Comercial Jockey Plaza Shopping Center. (PeruRetail, 2017)

Nombre	Jockey Plaza Shopping Center
Área	156 000 m ²
Visitas / Año	30 000 000
Comercios	433
Ciudad	Lima
Población	8 575 000

Tabla 6: Datos del Centro Comercial Plaza Norte. (Wikipedia, 2019)

Nombre	Lima Plaza Norte
Área	200 000 m ²
Visitas / Año	1 392 956
Comercios	400
Ciudad	Lima
Población	8 575 000

Como se puede apreciar Lima es una ciudad con una mayor población y sus centros comerciales superan en superficie a los centros de Barcelona y Paris. También, los superan en número de comercios, pero esto no se refleja en el número de visitas registradas.

Esto quiere decir que pudiera existir un margen de mejora. Existen segmentos de la población a los que no se está llegando efectivamente. En los casos de éxito estudiados se ha observado mejoras en la afluencia de visitantes año tras año. Mejoras en las que los sistemas de navegabilidad han colaborado, sin lugar a dudas, con la satisfacción de los

clientes. Gracias a las tecnologías de navegabilidad se conecta al consumidor con el comercio de una manera más eficaz y casi directa. Esto se traduce en satisfacción del consumidor, fidelización del cliente, mejor imagen empresarial, etc. Aspectos atractivos al público a la hora de seleccionar un centro comercial al cual asistir. Para el centro comercial y los comercios que lo componen significa incremento en la fluidez de público, en las oportunidades de negocio, en probabilidad de ventas y finalmente, un crecimiento en los ingresos.

Queda claro que existe una relación directa entre el beneficio para los comercios con el aumento de público, es decir, incremento en la probabilidad de venta. Asimismo, los centros comerciales se ven beneficiados con las mejoras mencionadas anteriormente. Considerando que su actividad comercial se basa principalmente en el arrendamiento de espacios que pueden estar destinados a locales comerciales, estacionamientos, restaurantes, cines, etc. El éxito de su actividad tiene su base tanto en la afinidad que el centro comercial posee con la población, como en la prosperidad de los negocios que alberga. Ambos aspectos se ven mejorados en los casos éxito expuestos.

Los sistemas de navegabilidad no tienen una aplicabilidad directa sobre la estrategia comercial que se implemente para capturar aquellos segmentos de la población a los que no se está atendiendo, pero sí dejarán notar sus efectos sobre el público que asista al centro comercial, brindando herramientas de atención al cliente en lo que se refiere a búsqueda de direcciones y ubicación de comercios.

Al centro comercial aportarán información sobre la asistencia de público y la fluidez de este en el centro comercial. Esta información es de gran importancia para el análisis que debería realizar el centro previo al planteamiento de objetivos estratégicos y al planteamiento de las estrategias que los llevarán a conseguirlos.

El beneficio de los comercios que forman parte del centro comercial vendrá de la mano de una mayor fluidez de público, pero para que este visite su comercio y adquiera su producto, el comercio debería haber realizado una campaña de marketing que atraiga a este público en un primer lugar.

7 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se observa que la navegabilidad dentro de los centros comerciales abarca diferentes procesos desde la compra de productos hasta la búsqueda de comercios; por lo que la navegabilidad dentro de los centros comerciales debe contemplar la opción en la que el consumidor solo desea pasear y comprar productos aleatoriamente de acuerdo a la motivación o estímulo.

Se determina que la mayor parte de las tecnologías de localización implementadas en otros países poseen inconvenientes en detectar la ubicación (x,y) para determinar en qué piso del centro comercial se encuentra la tienda o el consumidor. No obstante, se observa que existe una propuesta de solución “Localización Multisensorial” que permite localizar al consumidor dentro del interior de un edificio o espacios cerrados con mayor precisión.

Se observa que dentro del estudio de los casos de éxito de navegabilidad; los centros comerciales han apostado en implementar mecanismos que proporcionen la manera rápida y simple de ubicar una tienda o producto.

Luego de revisar, detectar, extraer y recopilar la información respecto a las tecnologías aplicadas al posicionamiento de interiores se presentan los principales enfoques sobre la navegabilidad en centros comerciales mediante sistemas de posicionamiento indoor.

Se observa que, dado a la combinación de las tecnologías disponibles, así como a la automatización de las actividades; los factores externos e internos determinan la navegabilidad en centros comerciales; logrando con ello mejorar la afluencia de público.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda que los sistemas de navegación que se implementen en los centros comerciales de Lima habiliten mecanismos para consumidores que busquen comprar un producto en el menor tiempo esto ayudará a resolver la problemática en las demoras para el consumidor en encontrar una tienda. Así como también para consumidores que solo desean pasear y comprar productos aleatoriamente.

Se recomienda el uso de sistemas de navegabilidad que combinen tecnología de posicionamiento Indoor y diseño que faciliten el desplazamiento de los consumidores dentro de los centros comerciales de Lima. Se recomienda seguir el modelo utilizado por el centro comercial más grande de Kuwait.

Se recomienda que los sistemas de navegabilidad implementen la manera rápida y simple de ubicar la tienda o producto dentro de los centros comerciales del área metropolitana de Lima; tal y como lo implementó Galeries Lafayette al utilizar “Visioglobe”. En el que constantemente se actualizan los colores, las rutas o formas que se pueden ver en la aplicación móvil. Esto ayudará a mejorar la afluencia del público.

Se recomienda adoptar la tecnología de posicionamiento en los sistemas de navegabilidad para continuar con el incremento de visitas en el interior de los centros comerciales. A través de redes wifi, bluetooth, beacons, entre otras.

Se recomienda tener presente el segmento y el entorno de los centros comerciales del área metropolitana de Lima en el que se desea implementar la navegabilidad ya que existen factores internos y externos que indicarán la pauta que deberán adoptar los procesos y sistemas de navegación.

Se recomienda ampliar el estudio de investigación de tal forma que se obtenga información con mayor precisión que facilite la toma de decisiones al implementar uno de los casos de éxito expuestos en este apartado.

8 REFERENCIAS

- Beautiful Kuwait.* (Febrero de 2017). Obtenido de <https://rampages.us/kuwait/2017/02/20/the-avenues-mall/>
- Brena, R. F., Galván Tejada, C. E., García Vázquez, J., Muñoz Rodríguez, D., Vargas Rosales, C., & Fangeyer, J. (2017). Evolution of Indoor Positioning Technologies: A Survey. *Journal of Sensors*, 21.
- Ciurana, M., Barceló, F., & Cugno, S. (Octubre de 2006). Indoor tracking in WLAN location with TOA measurements. *MobiWac '06 Proceedings of the 4th ACM international workshop on Mobility management and wireless access*, 121-125.
- Fashion Network.* (20 de 06 de 2017). Obtenido de ww.fashionnetwork.com: <https://ww.fashionnetwork.com/news/Galleries-Lafayette-upturn-continues-in-2017,841065.html>
- GmbH, I. (s.f.). *indoornavigation.com.* Obtenido de <http://www.indoornavigation.com/perch/resources/infographic-infsoft-indoor-positioning-using-lifi-en-1170.jpg>
- Holm, S. (2012). Ultrasound positioning based on time-of-flight and signal strength. *2012 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*. Oslo.
- Malls.com.* (2019). Obtenido de <https://www.malls.com/fr/malls/galleries-lafayette.html>
- Nakashima, Y., Kaneto, R., & Babaguchi, N. (2011). Indoor Positioning System Using Digital Audio Watermarking. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E94.D(11), 2201-2211.
- Parallax, L. (2019). *Learn.Parallax.com.* Obtenido de <https://learn.parallax.com/>: https://learn.parallax.com/sites/default/files/content/shield/robo_ch7/IrReflect.jpg
- PeruRetail.* (23 de Marzo de 2017). Obtenido de <https://www.peru-retail.com/jockey-plaza-recibe-mas-de-30-millones-de-visitas-al-ano/>
- Press Reader.* (13 de 04 de 2017). Obtenido de pressreader.com: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjdlr-i-pLkAhVSo1kKHZJRCRoQFjADegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.pressre>

ader.com%2Fkuwait%2Fkuwait-
times%2F20170413%2F282364039543745&usg=AOvVaw2quzSR6VOWTi_94tn
mXegV

Quora. (2 de Agosto de 2018). Obtenido de <https://www.quora.com/Which-sensor-should-I-use-to-detect-the-position-of-a-moving-object-in-a-room-and-plot-it-on-a-graph-considering-GPS-module-will-be-highly-inaccurate-for-a-room>

Redacción. (19 de 01 de 2016). *La Vanguardia*. Obtenido de [lavanguardia.com:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja
&uact=8&ved=2ahUKEwiVtrzW8JLkAhUJrVkKHUCxC8UQFjABegQICBAB&u
rl=https%3A%2F%2Fwww.lavanguardia.com%2Fvida%2F20160119%2F3015146
23169%2Fla-maquinista-bate-record-con-16-6-millones-de-visit](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiVtrzW8JLkAhUJrVkKHUCxC8UQFjABegQICBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.lavanguardia.com%2Fvida%2F20160119%2F301514623169%2Fla-maquinista-bate-record-con-16-6-millones-de-visit)

Shuai, H., & Xiaodai, D. (Marzo de 2017). High-Accuracy Localization Platform Using Asynchronous Time Difference of Arrival Technology. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 66(7), 1728-1742.

Want, R., Hopper, A., Falcão, V., & Gibbons, J. (Enero de 1992). The active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 10(1), 91-102.

Ward, A., Jones, A., & Hopper, A. (Octubre de 1997). A new location technique for the active office. *IEEE Personal Communications*, 4(5), 42-47.

Westfield, U. R. (2018). *Unibail Rodamco Westfield*. Obtenido de [https://www.urw.com/en/website~o~content/assets/shopping~o~centre/la-
maquinista/portfolio](https://www.urw.com/en/website~o~content/assets/shopping~o~centre/la-maquinista/portfolio)

Wielandt, S., & De Strycker, L. (2017). Indoor Multipath Assisted Angle of Arrival Localization. *Sensors*, 17(11).

Wikipedia. (Julio de 2019). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza_Norte

9 GLOSARIO

Algoritmo de Kalman: Desarrollado por Rudolf E. Kalman en 1960, se utiliza para identificar el estado no medible de un sistema dinámico lineal cuando el sistema está sometido a ruido blanco aditivo. Tiene numerosas aplicaciones en tecnología. Una aplicación común es la guía, navegación y control de vehículos, especialmente naves espaciales. Además, se utiliza ampliamente en campos como el procesamiento de señales y la econometría.

Bluetooth: Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) creado por Bluetooth Special Interest Group, Inc. que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda de 2.4 GHz.

Global Positioning Systems: Es un sistema que permite determinar en toda la Tierra la posición de cualquier objeto con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los EE. UU.

IEEE 802.15.1: Estándar que normaliza la aplicación de la especificación Bluetooth.

Balizas Wi-Fi: Señal fija o flotante que se utiliza para guiar emitiendo una señal lumínica, radiofónica.

IEEE 802.15.4: Es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos (low-rate wireless personal area network, LR-WPAN).

Indoor Positioning Systems: Se refiere a una red de dispositivos utilizados para localizar inalámbricamente objetos o personas dentro de un edificio.

Near Field Communication (NFC): Es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos. Los estándares de NFC cubren protocolos de comunicación y formatos de intercambio de datos.

Retail Navigation System: Se refiere a la aplicación de tecnología de navegación bajo techo desarrollada específicamente para superficies dedicadas al comercio.

RFID: Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir datos mediante ondas de radio.

Wifi: Es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos mediante ondas de radiofrecuencia. Está regulada por el estándar IEEE 802.11.