



SISTEMAS DE ESTACIONAMIENTO

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil, que presenta la Bachiller

Claudia Valeria Calle Müller

Asesor: Ing. Juan Carlos Dextre Quijandría

Lima, 2014

RESUMEN

Las ciudades necesitan contar con estacionamientos que permitan que los usuarios de vehículos puedan realizar las diferentes actividades que ofrece la ciudad: gestiones en las entidades públicas; comprar bienes en la zona comercial de la ciudad; acceder a los sistemas de salud; y acceder a los lugares de trabajo y estudio.

El presente trabajo de tesis consiste de dos partes: una búsqueda bibliográfica de los sistemas y tecnologías de estacionamiento disponibles en el mercado mundial y un caso de estudio. El caso de estudio consiste en verificar cuál es la demanda de estacionamientos que no se satisface en la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte ubicada en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Para, con esta información, plantear una solución de mejora mediante la implementación de un sistema inteligente de estacionamientos que aumente la capacidad del estacionamiento y haga posible satisfacer la demanda.

Existen sistemas de estacionamiento convencionales y sistemas de estacionamiento inteligentes y robotizados. Los sistemas de estacionamiento convencionales son: estacionamiento en la calle, sótanos de estacionamiento, edificios de estacionamientos y con estacionamientos, entre otros. Los sistemas de estacionamiento inteligentes son aquellos en los que el proceso de estacionamiento es automatizado, mediante el correcto uso de sistemas robotizados controlados por computadoras. Entre estos sistemas podemos encontrar: sistemas de traslación vertical y horizontal simultánea, sistemas de ciclo continuo, sistemas rotativos, múltiples niveles de parqueo usando grúas mecánicas, entre otros.

Junto con los diversos sistemas de estacionamiento surgen las tecnologías de control de estacionamiento, los sistemas de control y la señalización de disponibilidad de parqueos. Las tecnologías de control de estacionamiento permiten controlar la hora de entrada y salida de los vehículos al estacionamiento (parquímetros). Los sistemas de control sirven para controlar los ingresos y salidas de las diferentes clases de playas de estacionamiento., tales como barreras de entrada y salida, terminal de control de ingreso y de salida, sistemas de reconocimiento de placas, entre otros. Los indicadores de

parqueo son sistemas utilizados para simplificar la forma en que funcionan los estacionamientos. Estos sistemas proporcionan a los usuarios la información relevante al momento de buscar un lugar donde estacionar, tales como la señal de espacios disponibles, señal de guía de disponibilidad en los diversos niveles del estacionamiento, en los pasillos, luces de espacios disponibles, entre otros.

El caso de estudio se realizó en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se realizó el conteo de vehículos que ingresan y salen de la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte para observar la demanda de espacios para estacionamientos y poder plantear una propuesta de mejora, de manera que se pueda satisfacer la demanda. Esta propuesta de mejora plantea hacer uso del sistema inteligente de estacionamiento PS001 de tres niveles, que consiste en un sistema semiautomatizado de elevación que permite el estacionamiento de tres vehículos en un solo espacio de estacionamiento mediante el uso de plataformas.

Es importante mencionar que la gestión del transporte debe estar enfocada a promover el uso del transporte público, de manera que los vehículos particulares no se usen para viajes cotidianos al trabajo o a los lugares estudio. Sin embargo, esto está ligado al diseño de estacionamientos en la periferia de la ciudad (Park & Ride en destino) o al diseño de estacionamiento cerca de las estaciones de transporte público masivo (Park & Ride en origen). En ambos casos, es necesario optimizar el uso de estacionamientos.

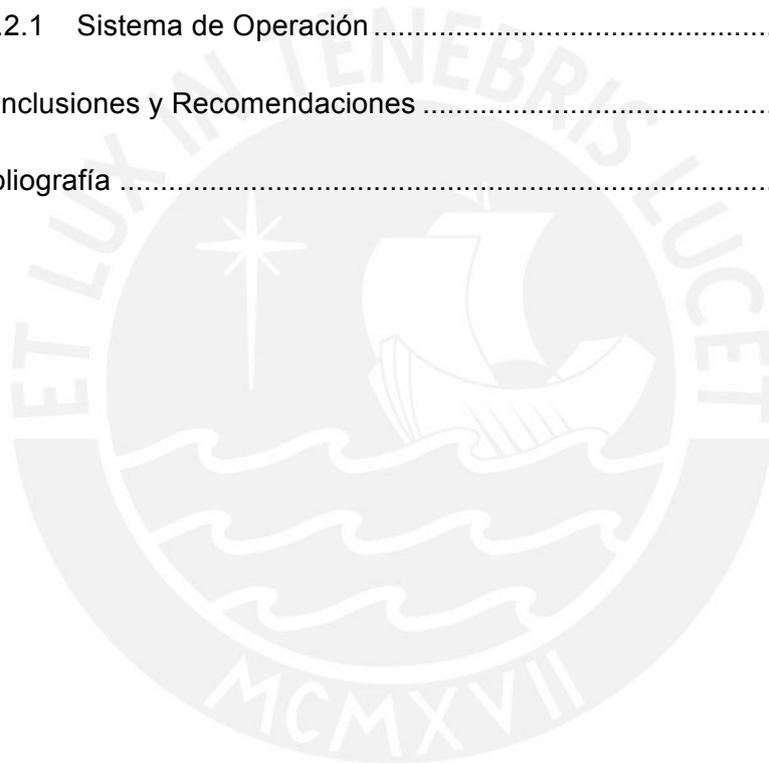
Existen diversos sistemas inteligentes de estacionamiento que permiten optimizar los parqueos y aumentar la capacidad para satisfacer una mayor demanda. Asimismo, el uso de sistemas y tecnologías de control permite regular los flujos de entrada y salida de vehículos de los estacionamientos y hace posible el cobro por el tiempo de uso. Esto permite la rotación de vehículos, de manera que una mayor cantidad de usuarios pueda hacer uso del mismo. Los indicadores de parqueo, a su vez, permiten que los usuarios encuentren un lugar de estacionamiento más rápido. Esto genera una menor congestión en los accesos a los estacionamientos y dentro de los mismos; y, además, genera confort en los usuarios que no pierden gran parte de su tiempo en encontrar un lugar para parquearse.

Índice

Índice.....	2
1 Objetivos	5
1.1 Objetivo General.....	5
1.2 Objetivos Específicos	5
2 Hipótesis Fundamentales.....	6
3 Metodología de Trabajo	7
3.1 Búsqueda Bibliográfica.....	7
3.2 Caso de Estudio	8
4 Estado del Arte.....	10
4.1 Evolución de los Estacionamientos.....	10
5 Conceptos Básicos de Estacionamiento.....	13
6 Sistemas de Estacionamiento	14
6.1 Sistemas de Estacionamiento Convencionales.....	14
6.1.1 Estacionamiento en la calle.....	14
6.1.2 Edificios de Estacionamiento.....	15
6.1.3 Estacionamiento en Sótanos.....	15
6.1.4 Edificios con Estacionamientos	16
6.1.5 Lotes de estacionamiento.....	16
6.2 Sistemas de Estacionamiento Inteligentes.....	17
6.2.1 Sistema de Ciclo Continuo	17
6.2.2 Sistema PCX Rotativo de ocho posiciones	18
6.2.3 Sistema Inteligente DSA.....	21
6.2.4 Torre de Estacionamiento Paletizado (Sistema PCS).....	22

6.2.5	Sistema Mecánico Independiente PJS	25
6.2.6	Sistema Mecánico PS001	27
6.2.7	Sistema Automatizado LP	28
6.2.8	Sistema Automatizado SP	31
6.2.9	Sistema Automatizado TP	37
6.2.10	Sistema PSH de Movimiento Horizontal y Vertical	39
6.2.11	Sistemas de Traslación Vertical y Horizontal Simultánea PXD	44
6.2.12	Sistema de Parqueo Robotizado RPS	47
7	Comparación de los Sistemas de Estacionamiento	59
8	Tecnologías de Control de Estacionamientos	63
8.1	Parquímetros de monedas	63
8.2	Parquímetros con cualquier medio de pago	63
8.3	Parquímetros por satélite	65
8.4	Sistemas de pago haciendo uso de teléfono celular	65
8.4.1	Ejemplo del Sistema de Pago por Celular en Argentina	66
8.4.2	Ejemplo del Sistema de Pago por Celular en Londres	66
8.5	Parquímetro personal	67
9	Sistemas de Control de Estacionamientos	69
9.1	Barreras de Entrada y Salida	69
9.2	Terminal de Control de Ingreso	70
9.3	Terminal de Control de Salida	71
9.4	Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares	72
10	Señalización de Disponibilidad de Parqueos	73
10.1	Señal de Espacios Disponibles en las Diferentes Instalaciones de Estacionamiento	73

10.2	Señal de Guía de Disponibilidad en los Niveles.....	73
10.3	Señal de Guía de Disponibilidad en los Pasillos	74
10.4	Luces de Espacios Disponibles u Ocupados	75
10.5	Señal de Información Lejana al Estacionamiento	76
11	Caso de Estudio	77
11.1	Análisis de la Situación Actual.....	77
11.2	Propuesta de Mejora	82
11.2.1	Sistema de Operación	85
12	Conclusiones y Recomendaciones	86
13	Bibliografía	89



1 Objetivos

1.1 Objetivo General

- Estudiar y analizar el estado del arte de los sistemas de estacionamiento a nivel mundial.

1.2 Objetivos Específicos

- Analizar los diversos sistemas de estacionamiento que existen a nivel mundial y que cuentan con tecnología de punta. Así mismo, se busca analizar los equipos de control de tiempo de uso y los indicadores disponibles en el mercado.
- Realizar un caso de estudio, el cual será realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, con el fin de plantear una opción de mejora para las horas pico en las cuales el estacionamiento se encuentra lleno. Este caso de estudio será realizado en una playa de estacionamiento particular de la mencionada universidad (Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte – Playa de estacionamiento ubicada frente a los pabellones Z y H).

2 Hipótesis Fundamentales

Los sistemas inteligentes de transporte han desarrollado notables mejoras en lo referente a los sistemas de estacionamiento: sistemas de estacionamiento inteligentes; sistemas y tecnologías de control de estacionamientos; e indicadores de parqueo.

Existen diversos sistemas de estacionamiento inteligentes que hacen posible aumentar la capacidad de los parqueos; de manera que se pueda satisfacer una mayor demanda de estacionamientos y, de esta manera, una mayor cantidad de usuarios puedan parquearse para realizar sus actividades. Así mismo, los sistemas y tecnologías de control permiten optimizar el uso de los estacionamientos. Existen, además, indicadores de parqueo que permiten a los usuarios encontrar un lugar donde estacionarse de una manera más rápida; reduciéndose, de esta manera, la congestión en los estacionamientos.

El Perú cuenta con empresas que instalan sistemas de estacionamiento inteligentes, así como sistemas de control de estacionamientos.

3 Metodología de Trabajo

La metodología de trabajo que se siguió para el presente trabajo de tesis consiste de dos partes claramente definidas: una búsqueda bibliográfica de los sistemas y tecnologías de estacionamiento disponibles en el mercado mundial y un caso de estudio. Siendo la primera parte la más extensa.

A continuación se detalla cada una de estas dos partes.

3.1 Búsqueda Bibliográfica

En primer lugar, se desarrolló la búsqueda bibliográfica de los sistemas y tecnologías de estacionamiento que se tienen alrededor del mundo. Así mismo, se buscaron los antecedentes y el contexto en el que evolucionaron los diversos sistemas.

Para la búsqueda bibliográfica se usó únicamente un (1) libro. Debido a que la tecnología avanza de manera muy rápida, no se pudo utilizar libros como referencia bibliográfica. Para que un libro sea publicado se requiere un cierto tiempo, esto hace que la información que en éstos se encuentra no esté completamente actualizada. En el lapso que demora la publicación, ya surgieron nuevas tecnologías y sistemas de estacionamiento. Por esta razón, la bibliografía utilizada se halló en páginas web de empresas que cuenten con diversos sistemas y tecnologías de estacionamiento.

Para desarrollar la búsqueda bibliográfica, en primer lugar se analizaron los sistemas de estacionamiento, convencionales como inteligentes y robotizados, que se encuentran en el mercado. Para esto, primero se detalló los sistemas convencionales con los que se cuentan, tales como: edificios de estacionamiento, sótanos de estacionamiento, estacionamiento en la calle, entre otros. Luego, se buscaron empresas que contaran con diversos sistemas de estacionamiento inteligentes y/o robotizados, tales como: sistema de parqueo robotizado RPS, sistema PSH de movimiento horizontal y vertical, sistema de ciclo continuo, sistema automatizado LP, sistema automatizado TP, entre otros. Asimismo, fue necesario buscar diversas empresas que contaran con los mismos sistemas de estacionamiento o con sistemas similares. Esto fue necesario para poder contrastar lo que diversas empresas ofrecen en el mercado.

Luego, se buscaron las diversas tecnologías de estacionamiento disponibles en el mercado. En primer lugar, se buscaron empresas que contaran con tecnologías de control de estacionamiento. Es decir, tecnologías capaces de controlar el tiempo de uso y el cobro por dicho tiempo, tales como: parquímetros de monedas, parquímetros personales, parquímetros por satélite, sistemas de pago haciendo uso del teléfono celular y parquímetros de cualquier medio de pago. En segundo lugar, se buscaron los diversos sistemas de control de estacionamiento disponibles, tales como: barreras de entrada y salida, terminal de control de ingreso, terminal de control de salida y sistemas de reconocimiento de placas. Finalmente, se buscaron los indicadores de parqueo disponibles en el mercado, tales como: señal de guía de disponibilidad en los niveles de un estacionamiento, señal de guía de disponibilidad en los pasillos, luces de espacios disponibles u ocupados, entre otros.

3.2 Caso de Estudio

Luego de desarrollar la búsqueda bibliográfica, se procedió a realizar el caso de estudio. Para poder desarrollar el caso de estudio se realizaron diversas actividades que se detallarán a continuación.

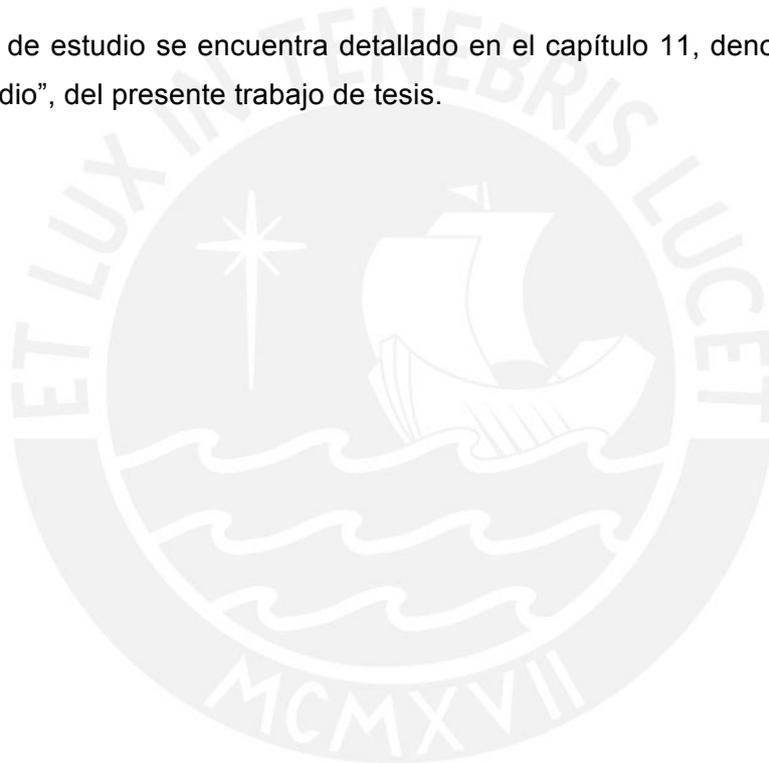
En primer lugar, se realizó el conteo de los vehículos que hacen uso de la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte, ubicada en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Para llevar a cabo este conteo se hizo uso de dos grabaciones proporcionadas por el Centro de Control de la Universidad. Estas grabaciones fueron tomadas por dos cámaras ubicadas en la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte: una mirando hacia el parqueo en dirección sur y la otra mirando en dirección norte.

Luego de obtener la información de las grabaciones, se procedió a analizar la información obtenida. Mediante este análisis, se pudo observar cuáles eran los 15 minutos más cargados; es decir, los 15 minutos en los que hay una mayor demanda de espacios de estacionamiento. Se pudo observar que el período en el que la mayor cantidad de usuarios intentaba acceder a la playa fue de 16:30 a 16:45. Por esta razón, se procedió a contar los vehículos que accedían a la playa en búsqueda de estacionamiento, así como los vehículos que seguían de largo en dirección al Polideportivo por no haber estacionamientos disponibles.

Con esta información pudo observarse cuál era la demanda que no podía satisfacerse debido al insuficiente número de estacionamientos con los que cuenta la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte.

Finalmente, se planteó la solución de mejora. Esta consiste en la implementación del sistema inteligente de estacionamiento PS001 de tres niveles, que consiste en un sistema semiautomatizado de elevación que permite el estacionamiento de tres vehículos en un solo espacio de estacionamiento mediante el uso de plataformas. De esta manera, se podrá aumentar el número de espacios de parqueo y un mayor número de usuarios podrá hacer uso de la playa y podrá satisfacerse, de una mejor manera, la demanda.

El caso de estudio se encuentra detallado en el capítulo 11, denominado “Caso de Estudio”, del presente trabajo de tesis.



4 Estado del Arte

4.1 Evolución de los Estacionamientos

Las ciudades, para su funcionamiento, necesitan contar con estacionamientos que permitan que las personas puedan realizar las diversas actividades que ofrece la ciudad. Ya sea para realizar gestiones en las entidades públicas, para poder comprar bienes en la zona comercial de la ciudad, para acceder a los sistemas de salud y, en algunos casos, también para llegar a los lugares de trabajo o estudio.

Según Cal y Mayor, R. (1986), en sus inicios, el estacionamiento se realizaba, únicamente, en la calle. Cada usuario dejaba su vehículo estacionado a uno de los lados de la calzada. Sin embargo, la demanda de vehículos empezó a incrementarse; lo cual trajo consigo el consiguiente aumento de la demanda de estacionamientos. Así mismo, al incrementar el número de vehículos, incrementó la congestión en las calles. Los usuarios de los vehículos al ver ambos lados de la calzada llenos de vehículos, se estacionaban en una segunda línea (en paralelo a los vehículos estacionados paralelos a la calzada). Esto disminuía el espacio de circulación; lo cual generaba mayor congestión.

Por otro lado, la insatisfacción de los usuarios de los vehículos empezaba a manifestarse debido a la congestión en las calles, el mayor tiempo requerido para realizar sus actividades y la dificultad de encontrar estacionamiento. Incluso, en algunos casos, era imposible parquear el carro.

Debido a la carencia de un número de estacionamientos que satisfaga la creciente demanda de los mismos; se empezaron a buscar nuevas y diversas alternativas de estacionamientos, de manera que el estacionamiento en la calle no sea la única alternativa.

En este contexto, surgen diversos tipos de estacionamientos como: edificios de estacionamientos públicos, edificios de estacionamientos privados, estacionamientos en sótanos, lotes de estacionamientos, entre otros.

Así mismo, las tecnologías disponibles empezaron a avanzar y surgieron nuevos sistemas de estacionamiento, tales como: múltiples niveles de parqueo haciendo

uso de grúas mecánicas, sistemas de traslación vertical y horizontal simultánea, sistemas con plataforma giratoria, entre otras.

Junto con los diversos sistemas de estacionamiento, surgen las tecnologías de estacionamiento. Entiéndase como tales a los equipos y tecnologías utilizadas para controlar la hora de entrada y salida del vehículo al estacionamiento. Estas hacen posible controlar el tiempo de uso y la cantidad de usuarios que usan los estacionamientos. Haciendo uso de estas tecnologías se posibilita la rotación del estacionamiento, pues se puede regular el precio de manera que un usuario no permanezca en el estacionamiento por un período muy largo de tiempo. Permitiéndose, así, que más usuarios puedan hacer uso de un determinado espacio en el estacionamiento durante el día.

En la actualidad, la demanda de estacionamientos sigue incrementándose en muchos países y no puede satisfacerse por completo.

En el Perú, el número de vehículos se incrementa rápidamente y, por consiguiente, la demanda de estacionamientos aumenta continuamente. La congestión y la falta de estacionamiento son problemas muy serios y que empeoran continuamente. El incorrecto uso de las tecnologías disponibles en el país, como parquímetros, o la inadecuada ubicación de los mismos generan mayor congestión y mayor disconformidad por parte de los usuarios de los vehículos. Así mismo, muchas veces el diseño de los estacionamientos no es el adecuado, generándose grandes colas no sólo para ingresar al estacionamiento, sino también para encontrar parqueo disponible.

Es importante mencionar que, la tendencia de la gestión del transporte es promover el uso del transporte público y que los usuarios de los vehículos particulares no usen sus vehículos para los viajes cotidianos al trabajo o a los lugares de estudio. Esto está muchas veces ligado al diseño de estacionamientos en la periferia de la ciudad (Park & Ride en destino) o al diseño de estacionamientos cerca de las estaciones de transporte público masivo (Park & Ride en origen). En ambos casos, existe la necesidad de optimizar el uso de los estacionamientos.

Más allá de las políticas que cada ciudad pueda establecer para promover el uso del transporte público y desincentivar el uso del auto particular para los viajes cotidianos, es importante conocer como el diseño y la gestión de los estacionamientos ha evolucionado a lo largo de los años, que tipos de tecnologías existen y en qué casos se pueden utilizar las diferentes tecnologías de una manera eficiente.



5 Conceptos Básicos de Estacionamiento

- Calzada. – El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial define la calzada como la parte de la vía que se destina a la circulación de vehículos
- Carril. – El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial define carril como parte de la calzada que se destina al tránsito de una fila de vehículos.
- Demanda. – Representa la necesidad de espacios para estacionamiento. Abarca no sólo los vehículos que se encuentran estacionados, sino también los vehículos que se encuentran circulando en búsqueda de un espacio para estacionarse, los vehículos estacionados en zonas prohibidas, y los vehículos que no han efectuado el viaje auto, debido a la gran probabilidad de no encontrar un lugar donde parquear el auto.
- Acomodador. – Persona que se encarga de estacionar un vehículo en un estacionamiento. El usuario del vehículo entrega éste al acomodador al ingreso del estacionamiento y lo recoge en la salida del mismo.
- Oferta. – Número de espacios de estacionamiento disponibles en la vía pública y fuera de la misma.
- Rotación. – La rotación queda definida como el número de veces que se usa un espacio determinado de estacionamiento en un intervalo de tiempo. Generalmente, se determina la rotación por día.
- Capacidad. – Según la Real Academia Española, la capacidad es la propiedad de una cosa de contener otras dentro de ciertos límites. La capacidad de un estacionamiento es la cantidad de espacios que oferta en un espacio determinado.

6 Sistemas de Estacionamiento

Existen diversos sistemas de estacionamiento a nivel mundial: sistemas convencionales y sistemas inteligentes. Los sistemas de estacionamiento convencionales han existido durante muchos años; sin embargo, con el aumento en el número de vehículos se necesitó implementar nuevas tecnologías que permitan optimizar el número de estacionamientos en un determinado espacio. Es así que surgen los sistemas de estacionamientos inteligentes.

6.1 Sistemas de Estacionamiento Convencionales

6.1.1 Estacionamiento en la calle

Los estacionamientos en la calle surgieron como una necesidad de las personas de parquear su vehículo para poder realizar diversas actividades. En un principio, estos carecían de cualquier tipo de diseño, y no eran controlados de ninguna manera. Las personas únicamente parqueaban su vehículo en cualquier vía a los extremos de la calzada (al costado de las veredas). Sin embargo, con el pasar del tiempo, el número de vehículos en las calles empezó a aumentar y el espacio para parqueo se volvía cada vez más escaso. Así mismo, se generaba mayor congestión; puesto que el número de carriles, así como el ancho de la calzada disponible para transitar, se veía reducido producto de los vehículos estacionados. Debido a la congestión y a la necesidad de proporcionar estacionamientos adecuados, se empezaron a diseñar los estacionamientos. Así mismo, se comenzaron a usar dispositivos para controlar el tiempo de permanencia de los vehículos en un determinado cajón del estacionamiento y se empezó a cobrar un determinado precio por el tiempo de uso.

Existen tres tipos de estacionamiento en la calle: el estacionamiento público, que puede ser pagado o gratis; el estacionamiento exclusivo, que consiste en terminales de buses, paraderos de taxis y sitios de carga y descarga; y el estacionamiento prohibido, que corresponde a aquellos lugares donde ningún vehículo debe estacionarse.

El estacionamiento en la calle puede ser en paralelo, perpendicular y diagonal.

Sin embargo, sigue habiendo usuarios que se estacionan en lugares prohibidos. Incluso, en algunos casos utilizan la calzada, lo cual impide el flujo adecuado de vehículos, trayendo consigo congestión y molestias. Esto demuestra la gran

demanda de estacionamientos por parte de los usuarios de los vehículos y la dificultad de generar que la oferta sea la misma que la demanda.

6.1.2 Edificios de Estacionamiento

Los edificios de estacionamiento consisten en estructuras diseñadas únicamente para el parqueo de vehículos. Estos se dividen en edificios de estacionamiento público y edificios de estacionamiento privado. Los edificios de estacionamiento público son aquellos que permiten que cualquier usuario se estacione en estos; mientras que, los edificios de estacionamientos privados son aquellos que sólo permiten que ciertos usuarios se parqueen en ellos. Este es el caso de estacionamientos de oficinas de trabajo, de empresas, entre otros.

El tipo de estacionamiento en un edificio puede ser en batería o longitudinal. El longitudinal es paralelo al cordón de la acera; mientras que, en batería es en forma oblicua o perpendicular al sentido de circulación.

Los edificios de estacionamiento pueden no poseer suficiente espacio para que los vehículos puedan realizar maniobras de giro. Por esta razón, y para aprovechar mejor el espacio y poder colocar una cantidad mayor de lugares de estacionamiento, se pueden colocar plataformas giratorias (mesas giratorias), de manera que, en lugar de realizarse una maniobra de giro, uno coloque el vehículo sobre la plataforma, y este gire en el sentido adecuado y pueda seguir su camino a su lugar de estacionamiento.

Es importante mencionar que los edificios de estacionamiento generan zonas poco atractivas para la vida urbana en la ciudad, a menos que se integren con servicios.

6.1.3 Estacionamiento en Sótanos

Los estacionamientos en sótanos son esencialmente iguales a los estacionamientos en edificios. La única diferencia radica en que los edificios de estacionamiento se construyen sobre el suelo, mientras que los sótanos a un nivel por debajo del mismo. Estos permiten el aprovechamiento del terreno para la construcción de servicios o para el diseño de espacio público de convivencia.

6.1.4 Edificios con Estacionamientos

Además de los edificios destinados únicamente a estacionamiento, existen edificios que no se usan sólo para estacionar. Estos edificios pueden ser residenciales o no residenciales. Este tipo de estacionamientos son necesarios para cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y las ordenanzas municipales correspondientes.

6.1.5 Lotes de estacionamiento

Los lotes de estacionamiento pueden ser: privados de uso público, privados de uso particular, públicos restringidos y públicos no restringidos. Los lotes privados de uso público son aquellos que pertenecen a una empresa en particular y son usados por cualquier usuario, mientras que los de uso particular son aquellos que se usan únicamente para una empresa o determinados usuarios. Los lotes públicos restringidos son aquellos que pertenecen al sector público y a los cuales solo se puede ingresar en determinadas ocasiones, o para ir a determinados lugares. Mientras que los públicos no restringidos son aptos a todo público.

6.2 Sistemas de Estacionamiento Inteligentes

Los sistemas de estacionamiento inteligentes son denominados de esta manera porque el proceso de estacionamiento de los vehículos es automatizado mediante el uso eficaz de tecnologías disponibles. En estos sistemas los vehículos son ubicados en sus respectivos lugares de estacionamiento de manera automatizada, mediante el uso de sistemas robotizados que son controlados por sistemas computarizados.

6.2.1 Sistema de Ciclo Continuo

El sistema, según señala la empresa Plus-Park (2013), consiste en una faja y dos elevadores a cada uno de los extremos del sistema. La faja se mueve en sistema horizontal haciendo rotar los vehículos. Cada vehículo se encuentra en una plataforma, las plataformas en su conjunto conforman la faja. Al llegar la plataforma de un vehículo al extremo derecho, esta plataforma sube y luego sigue moviéndose horizontalmente. Así, al llegar la plataforma al otro extremo, esta desciende y sigue moviéndose en sentido horizontal. Todo este procedimiento se muestra en el esquema siguiente. El ingreso y la salida del sistema es por uno de los extremos.

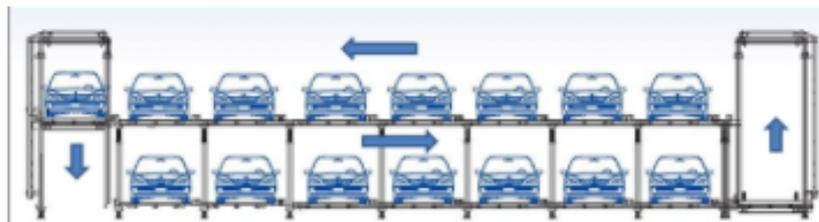


Imagen 6-1. Sistema de Ciclo Continuo

Fuente: <http://www.plus-park.com.ar/>

La ventaja de este sistema es que hace posible un aumento del número de estacionamientos disponibles para los usuarios. Además, requiere una menor área que un estacionamiento convencional para albergar un mismo número de vehículos.

La gran desventaja de este sistema es que la rotación de los vehículos es muy lenta. Para recoger un vehículo que se encuentra en la parte superior derecha, es necesario que gire toda la fila de vehículos, de manera que este vehículo pueda llegar a la plataforma inferior. En horas pico, en las que la mayoría de usuarios desean retirar sus vehículos, este proceso generaría grandes colas. Debido al largo tiempo que deben esperar para obtener sus vehículos.

Además, en comparación con el sistema PCX rotativo, este sistema requiere de una mayor área para albergar vehículos.

6.2.2 Sistema PCX Rotativo de ocho posiciones

Este es un sistema de estacionamiento de tipo rotativo. Según la empresa Plus-Park (2013) y la empresa Tecton (2011), el principio de funcionamiento de este sistema consiste en bandejas colgantes, que realizan el movimiento giratorio mediante el uso de un sistema de guías y cadena de transmisión. Mediante la rotación cambia la posición de la bandeja que se encuentra al nivel del piso; de esta manera, se hace posible estacionar el vehículo o retirarlo. La bandeja ubicada en la posición inferior se encuentra libre en todo momento, permitiendo así el rápido ingreso al sistema.

Es ideal para espacios restringidos, pues se requiere una baja superficie. En un área en la cual se podrían estacionar únicamente dos vehículos en un estacionamiento convencional, se pueden estacionar de ocho a doce vehículos (dependiendo del tamaño) haciendo uso de este sistema.



Imagen 5-2. Sistema Rotativo PCX
Fuente: <http://www.plus-park.com.ar/>

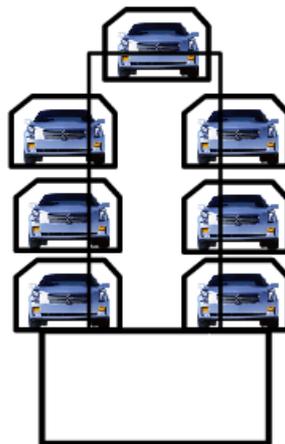


Imagen 5-3. Sistema Rotativo PCX
Fuente: <http://www.plus-park.com.ar/>

Este sistema posee diversas ventajas: se requiere un área pequeña, lo que vuelve al sistema una muy buena alternativa para espacios restringidos; el manejo de este sistema es muy sencillo y no requiere personal de asistencia, ya que puede ser manejado directamente por el usuario; genera muy poco ruido; consume poca electricidad; tiene un alto grado de seguridad y confiabilidad; y, es de rápida instalación y no requiere de una gran obra de construcción.

La principal desventaja del sistema PCX Rotativo de ocho posiciones es que el sistema de rotación es sumamente lento y los vehículos requieren dar toda la vuelta para poder ser recogidos por el usuario. Esto genera grandes colas en horas pico debido a los largos tiempos de espera para recoger un vehículo. Asimismo, una falla en el sistema ocasiona el paro absoluto del sistema. Por otro lado, la altura del sistema es limitada y por ende la cantidad de vehículos que puede almacenar también lo es. Este sistema puede almacenar máximo 12 vehículos. Por lo tanto es inadecuado para zonas de alta demanda. Por último, este sistema es más complicado de instalar y de construir que el sistema inteligente DSA.

Tabla 1. Características del Sistema Rotativo PCX

Número de vehículos que puede acomodar	8 a 12 vehículos	
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo	
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente	60 segundos

6.2.3 Sistema Inteligente DSA

Este es un sistema inteligente que no requiere de mover la plataforma inferior para recoger un vehículo que se encuentra en la plataforma superior, ni para estacionar un vehículo en dicha plataforma.

El sistema de funcionamiento, según indica la empresa Hunan Disheng Industry Equipment Co., Ltd, consiste en una columna giratoria que se mueve hacia delante siguiendo una trayectoria definida y gira 90 grados junto con la plataforma de parqueo superior. Luego, la plataforma desciende al piso y está lista para cargar el vehículo que será colocado en el parqueo superior. El usuario del vehículo debe dejar el auto en posición sobre la plataforma. El usuario se retira, la columna gira 90 grados y se mueve hacia atrás siguiendo su trayectoria hasta que el vehículo quede estacionado.



Imagen 5-4. Sistema Inteligente DSA

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Este sistema posee diversas ventajas: genera mayor espacio de parqueo y requiere una menor área que un sistema de estacionamiento convencional; es un sistema muy conveniente para usuarios a los que no les gusta parquearse, pues sólo se debe dejar el vehículo en la plataforma y de lo demás se encarga el sistema automático; es seguro y confiable; es económico y de fácil operación; el mantenimiento es sencillo; y, la estructura del sistema es simple, lo cual hace que el proceso de construcción sea sencillo.

La principal desventaja del sistema inteligente DSA es que en horas pico, los tiempos de espera para acceder a un vehículo se vuelven sumamente largos. Puesto que, el usuario debe esperar a que la plataforma recoja cada uno de los vehículos que se solicitan. Asimismo, la falla de la columna giratoria genera una falla total del sistema. Si la columna falla, no se puede recoger ningún vehículo. Si bien sí se puede acceder a los vehículos ubicados en el primer nivel; los vehículos en el segundo nivel no podrían retirarse. Por último, este sistema requiere una mayor área que el sistema PCS para albergar un mismo número de vehículos.

Tabla 2. Características del Sistema DSA

Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo	
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente segundos	70

6.2.4 Torre de Estacionamiento Paletizado (Sistema PCS)

Consiste en un sistema robotizado de estacionamiento tipo torre. Según la empresa Plus-Park (2013) y la empresa Hunan Disheng Industry Equipment Co., Ltd, hay dos modelos para este tipo de estacionamiento: la torre simple y la torre doble. La torre simple puede alojar de 34 a 50 vehículos, mientras que la torre doble puede alojar de 68 a 100 vehículos. La empresa Parkmatic también cuenta con este sistema de estacionamiento y lo denomina “Speedy Parking”.

El sistema de funcionamiento es el siguiente: el conductor ingresa a una plataforma y deja su vehículo. Esta plataforma es capaz de girar para colocar el auto en cualquier posición y de trasladar el auto verticalmente para posicionarlo en algún nivel de la torre con un lugar disponible. Finalmente, el auto es trasladado horizontalmente a su lugar.

Este sistema proporciona una solución económica y es totalmente automatizado.



Imagen 5-5. Estacionamiento Paletizado Simple Fuente: <http://www.plus-park.ar>



Imagen 5-6. Torre de Estacionamiento Paletizado Doble y Simple Fuente: <http://www.plus-park.com.ar/>

Este sistema posee diversas ventajas: se requiere una menor área que la que se necesita para un estacionamiento convencional y el espacio es utilizado al máximo; posee un sistema de control inteligente; es de fácil operación; el parqueo se realiza de una manera fácil, conveniente y rápida; hace muy poco ruido y permite el ahorro de energía; es un sistema amigable con el medio ambiente.

La principal desventaja del sistema PCS es que para los vehículos que se colocan en la parte superior del sistema, el tiempo que el usuario debe esperar para recoger su vehículo es considerable. En horas pico, esto genera colas de usuarios que desean recoger sus vehículos. Asimismo, la falla de la plataforma genera la falla total del sistema. Si bien este sistema es más rápido que el sistema DSA; es más lento que el sistema PJS y el sistema PSH.

Tabla 3. Características de la Torre de Estacionamiento Paletizado

Número de vehículos que puede acomodar la torre simple	34 a 50 vehículos
Número de vehículos que puede acomodar la torre doble	68 a 100 vehículos
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 63 segundos

6.2.5 Sistema Mecánico Independiente PJS

Es un sistema de estacionamiento independiente, pues no requiere de mover un vehículo para acceder al otro. Es un sistema de bajo nivel o de fosa. Se usa para duplicar o triplicar el espacio existente para estacionamiento.

La forma de funcionamiento es bastante sencilla según lo indica la empresa Disheng Industry Equipment Co., Ltd. Para un sistema de dos niveles, un vehículo ingresa y la plataforma baja. Así, otro auto puede ingresar al nivel del suelo. Si se desea retirar el vehículo que se encuentra debajo (en el nivel subterráneo), la plataforma se eleva, hasta que este vehículo se encuentre al nivel del suelo. Para un sistema de tres niveles, simplemente el sistema puede bajar y subir un nivel más.

La empresa Viapark (2005) posee un sistema similar al sistema PJS de la empresa Disheng Industry Equipment Co., Ltd. La diferencia radica en que, si bien el funcionamiento es el mismo, el sistema no es únicamente de fosa, si no que puede también ubicarse sobre el nivel del suelo y poseer más de 3 niveles.

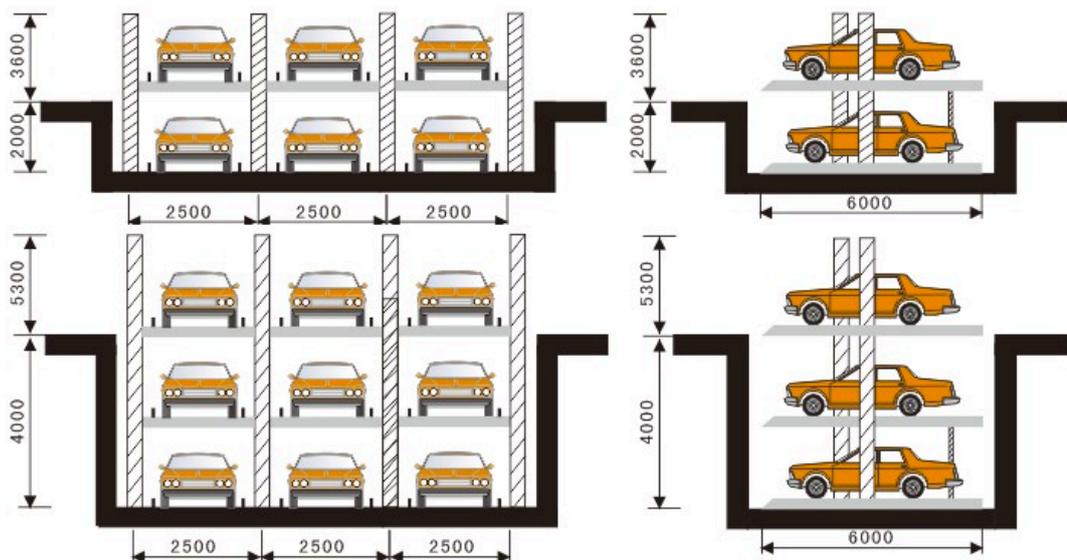


Imagen 5-7. Sistema PJS

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Este sistema posee diversas ventajas: es una forma fácil y eficaz de incrementar la cantidad de espacios de estacionamiento para los vehículos; es un sistema de fácil operación; el nivel de ruido que genera el sistema es bajo, lo cual genera un ambiente silencioso para los usuarios; posee una estructura lógica, lo cual significa un bajo costo de proyecto; y, es el sistema más rápido que hay en el mercado para el recojo del vehículo, generando una menor cola de usuarios en horas pico.

Así mismo, este sistema posee diversas desventajas: En primer lugar, se debe realizar una gran excavación para poder instalar este sistema, lo cual genera un costo bastante elevado. En segundo lugar, si bien es el sistema más rápido del mercado, que cada usuario espere, en promedio, 45 segundos para recoger su vehículo en hora punta igual genera grandes colas. Por esta razón, se requeriría implementar herramientas adicionales para no ocasionar congestión y malestar en los usuarios.

Tabla 4. Características del Sistema PJS

Tipo de Garaje	Independiente de bajo nivel o fosa.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Menor a 45 segundos.

6.2.6 Sistema Mecánico PS001

Según la empresa Parking Solutions SAC este es un sistema de estacionamiento semiautomatizado de elevación que hace posible el estacionamiento de dos o tres vehículos en un solo espacio. Este sistema se coloca sobre el nivel del suelo.

La forma de funcionamiento es bastante sencilla y similar a la del sistema PJS. Para un sistema de dos niveles, un vehículo ingresa y la plataforma se eleva, dejando espacio para que el segundo vehículo se estacione. Para un sistema de tres niveles, se cuenta con una plataforma más que se eleva para alcanzar un tercer nivel de estacionamiento.

La empresa Viapark (2005) posee un sistema similar.



Imagen 5-8. Sistema PS001

Fuente: <http://www.parkingsolutions.com.pe>

Este sistema posee diversas ventajas: el sistema PS001 permite incrementar la cantidad de espacios de estacionamiento para los vehículos de una manera fácil y eficaz; es un sistema de fácil operación; el costo del sistema es bajo; y, se puede adaptar a espacios disponibles.

La gran desventaja del sistema PS001 es que es necesario mover un vehículo para poder acceder a los vehículos de niveles superiores. Esto implica un mayor tiempo de espera para los usuarios cuyos vehículos se ubican en las plataformas superiores del sistema, lo que genera gran malestar en los mismos. Por esta razón, se requeriría implementar herramientas adicionales para no ocasionar congestión, ni malestar en los usuarios.

Tabla 5. Características del Sistema PS001

Tipo de Garaje	Dependiente sobre el nivel del suelo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Depende del nivel en el que se ubique el vehículo. De 10 a 90 segundos aproximadamente.

6.2.7 Sistema Automatizado LP

Según la empresa Automotion Parking Systems (2006) y la empresa Stolzer (2013) este sistema es una solución para sitios largos y angostos. Puede ser construido de manera subterránea o sobre el nivel del suelo. Además, el sistema puede adaptarse a cualquier requerimiento de espacio en cualquier lugar destinado para estacionamiento. La empresa Tu Estacionamiento.com (2010) cuenta con un sistema bastante similar denominado AP-F2. Así mismo, la empresa Wöhr cuenta con un sistema similar denominado Multiparker 740.

Los autos son devueltos al usuario de forma rápida, minimizándose el tiempo de espera. Estos sistemas pueden o no poseer plataformas giratorias. Estas plataformas colocan el vehículo mirando hacia delante, de manera que la salida del estacionamiento sea rápida y sencilla.

Hay dos tipos de sistema:

1. Sistema LPM

La configuración es doble y con filas combinadas. El espacio de transferencia está ubicado de forma centrada sobre la unidad de almacenamiento y recuperación de vehículos.

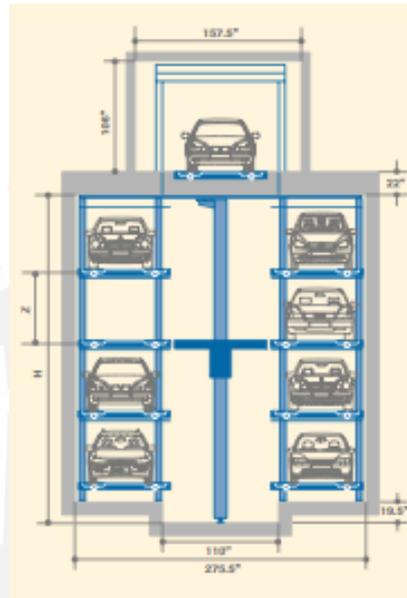


Imagen 5-9. Sistema LPM sin mesa giratoria
Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

2. Sistema LPS

Este sistema, así como el anterior, posee una configuración doble y de filas combinadas. A diferencia del sistema LPM, el espacio de transferencia en este sistema se encuentra ubicado lateralmente sobre la estantería de vehículos. El sistema rápido de cambio del ascensor permite minimizar los tiempos de acceso.

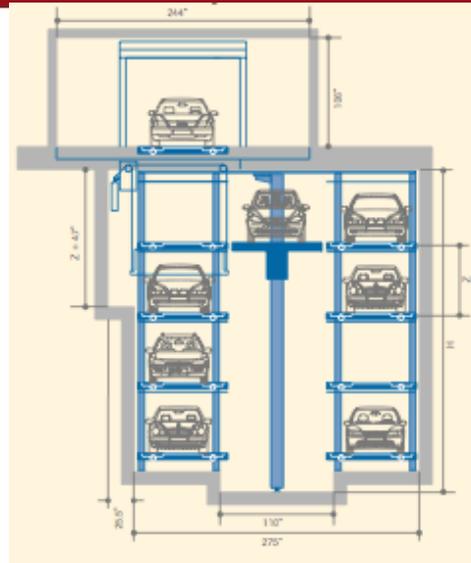


Imagen 5-10. Sistema LPS sin mesa giratoria

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

Estos sistemas poseen diversas ventajas: ninguna persona puede ingresar al carro, por ende los bienes personales se encuentran seguros; el vehículo no sufre ningún daño; los espacios para parqueo pueden realizarse donde antes no era posible, debido al reducido espacio; se pueden crear dos o tres veces más espacios que el equivalente para parqueos convencionales; bajo nivel de contaminación, pues los motores se encuentran apagados; es una tecnología sostenible (verde); se tiene un costo reducido de trabajo y de operación; el costo de preparación del sitio y de excavación para la implementación del sistema es bajo; y, la configuración del sistema puede ser personalizada.

La principal desventaja de los sistemas LPM y LPS es que el sistema es sumamente lento. Los usuarios que desean recoger su vehículo deben esperar en promedio dos minutos. En hora punta este tiempo es demasiado alto como para considerar la instalación de este sistema en zonas de alta demanda de estacionamiento. Otra desventaja importante es que la falla del espacio de transferencia provoca la falla del sistema; pues este no posee un sistema de respaldo. Por último, sin contar los sistemas de estacionamiento robotizados RPS, que son bastante más lentos; este es el sistema de estacionamiento más lento junto con el sistema SP y el sistema TP.

Tabla 6. Características del Sistema LP

Uso recomendado	Sitios largos y angostos.
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o de forma subterránea.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Menor a 2 minutos.

6.2.8 Sistema Automatizado SP

El sistema automatizado SP es diseñado para lugares que requieren un gran número de estacionamientos y que reciben un gran volumen de tráfico según señalan la empresa Automotion Parking Systems (2006) y la empresa Stolzer. La empresa Viapark (2005) también posee un sistema similar. Este sistema puede adaptarse a cualquier requerimiento específico en cualquier lugar y puede ser construido de forma subterránea o sobre el nivel del suelo. Este sistema funciona mejor en edificios de concreto. La empresa Tu Estacionamiento.com (2010) cuenta con un sistema bastante similar denominado AP-F3. Así mismo, la empresa Wöhr cuenta con un sistema similar denominado Level Parker 570.

La configuración del sistema consiste en una combinación de elevadores verticales que recorren el sistema entero y transportadores que trabajan en cada nivel de parqueo individual. Esta configuración permite que haya una ilimitada forma de arreglar los vehículos. Los espacios de transferencia pueden posicionarse en todos los niveles dentro de o sobre el sistema. Además, estos espacios de transferencia, denominados cuartos de transferencia, y las mesas giratorias son arreglados para colocar el vehículo mirando hacia la salida, de manera que el usuario puede proceder inmediatamente hacia delante y, de esta manera, salir del estacionamiento de manera rápida y sencilla.

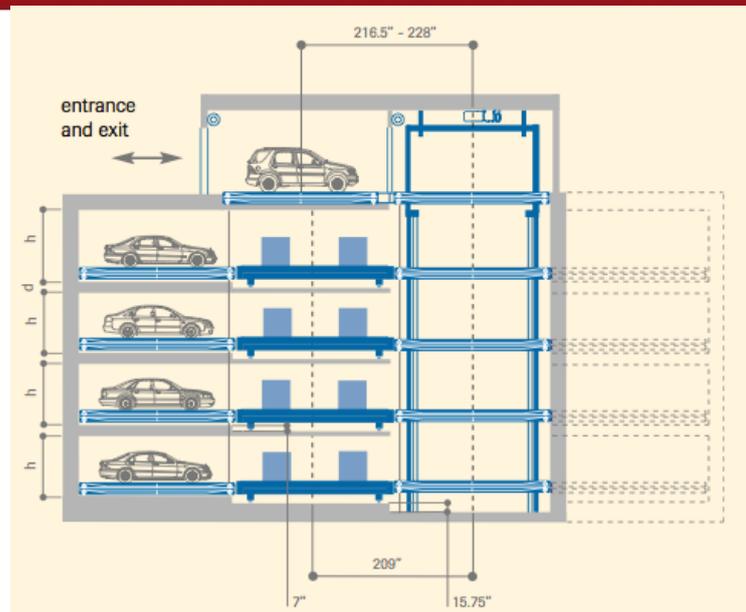


Imagen 5-11. Vista lateral del sistema automatizado SP

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

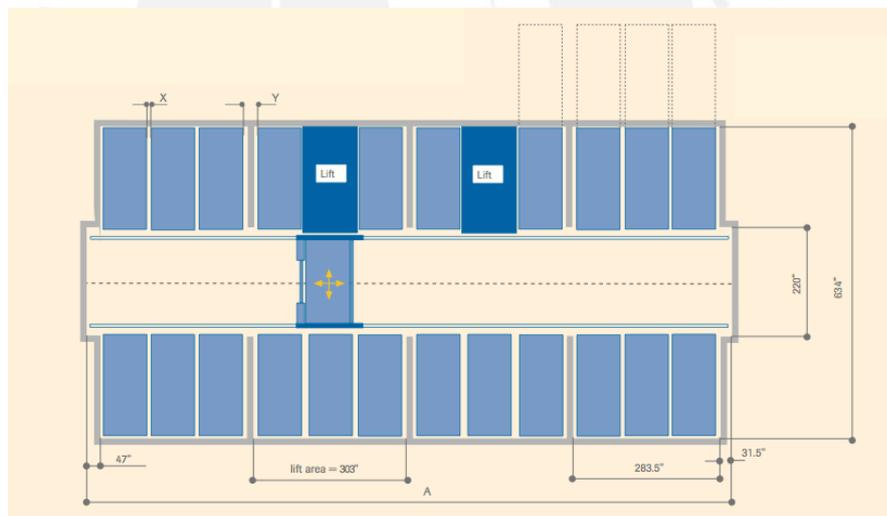


Imagen 5-12. Vista en planta del sistema SP

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

Hay diversas alternativas para la entrada y salida de estos sistemas:

1. Manejo directo al ascensor:

En este caso, el espacio de transferencia es una solución de manejo a través de (drive-through). No posee una mesa giratoria.

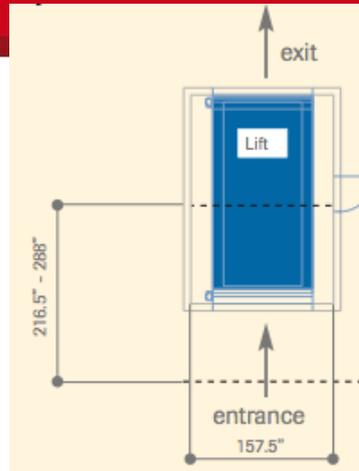


Imagen 5-13. Alternativa de entrada y salida para sistema SP

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

2. Espacio de transferencia lateral con mesa giratoria:
Haciendo uso de esta alternativa, el elevador puede procesar una nueva solicitud, mientras el espacio de transferencia está ocupado.

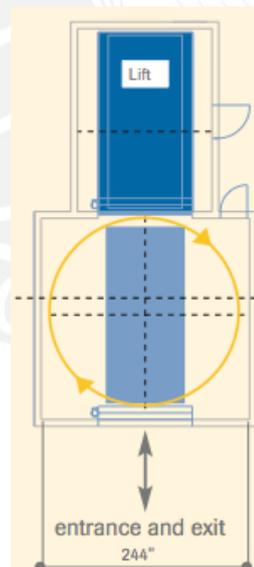


Imagen 5-14. Alternativa de entrada y salida para sistema SP

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

3. Espacio de transferencia por los dos frentes:

Esta alternativa posee un espacio de transferencia en cada frente y cada uno de estos espacios posee una mesa giratoria. De esta manera se hace posible usar ambos cuartos de transferencia para entrar y salir del sistema de parqueo, esto es sumamente útil cuando la demanda es alta.

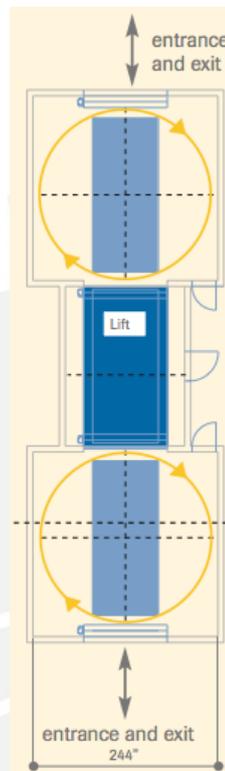


Imagen 5-15. Alternativa de entra y salida para sistema SP

4. Espacio de transferencia por los dos frentes con cuartos de entrada y salida dedicados:

La entrada se realiza por un frente y la salida por el otro. El ascensor puede procesar una nueva solicitud, mientras el cuarto de transferencia se encuentra ocupado.

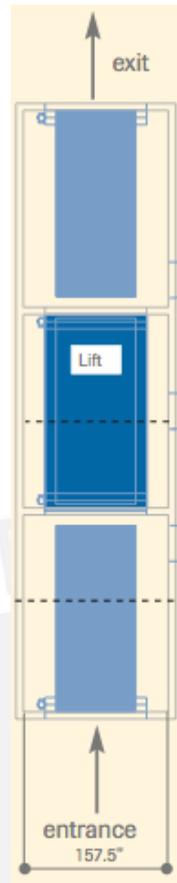


Imagen 5-16. Alternativa de entrada y salida de sistema SP

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

Este sistema posee diversas ventajas: ninguna persona puede entrar al carro, por ende los bienes personales se encuentran seguros; el vehículo no sufre ningún daño; admite cualquier tamaño de vehículo, debido a que este sistema puede desarrollarse para cualquier altura de vehículo; la configuración del sistema puede ser personalizada; los espacios para parqueo pueden realizarse donde antes era imposible, debido al reducido espacio; se pueden crear dos o tres veces más espacios que el equivalente para parqueos convencionales; se tiene un bajo nivel de contaminación, pues los motores se encuentran apagados; posee una tecnología sostenible (verde); puede ser usado para uso público; el costo de trabajo y de operación es reducido; y, el costo de preparación del sitio y de excavación para la implementación del sistema es bajo

La principal desventaja del sistema automatizado SP es que, si bien su uso se recomienda para lugares de alta demanda, este sistema es sumamente lento. Los usuarios que desean recoger su vehículo deben esperar en promedio dos minutos. Sin contar los sistemas de estacionamiento robotizados RPS, que son bastante más lentos; este es el sistema de estacionamiento más lento junto con el sistema LPS y el sistema TP. Sin embargo, se pueden realizar varias acciones al mismo tiempo, pues se cuenta con diversos elevadores y transportadores. Esto podría minimizar los tiempos de espera. Asimismo, este sistema se recomienda únicamente para edificios de concreto. Por el contrario, la estructura del sistema TP puede ser de acero y de concreto.

Tabla 7. Características del Sistema SP

Uso recomendado	Lugares que requieren un gran número de espacios para estacionamiento y reciben un gran volumen de tráfico.
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o de forma subterránea.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Menor a 2 minutos.

6.2.9 Sistema Automatizado TP

El sistema automatizado TP es una solución para áreas pequeñas con gran altura según las empresas Automotion Parking Systems (2006) y la empresa Stolzer (2013). Se puede construir bajo o sobre el nivel del suelo y se puede adaptar para lograr requerimientos específicos. Cada sistema puede acomodar hasta 100 vehículos y se pueden colocar múltiples sistemas para lograr la máxima eficiencia en cuanto a espacio. El cuarto de transferencia puede ubicarse en cualquier nivel del sistema de parqueo. Incluso, este cuarto puede ubicarse en un nivel superior al área de parqueo y conectarse a ésta mediante un ascensor. Así mismo, la plataforma giratoria, la cual puede ubicarse en el cuarto de transferencia o en la unidad de almacenamiento y recuperación, permite colocar el vehículo mirando hacia la salida, de manera que el usuario puede salir de forma rápida y sencilla del estacionamiento. La estructura puede ser de acero o de concreto.

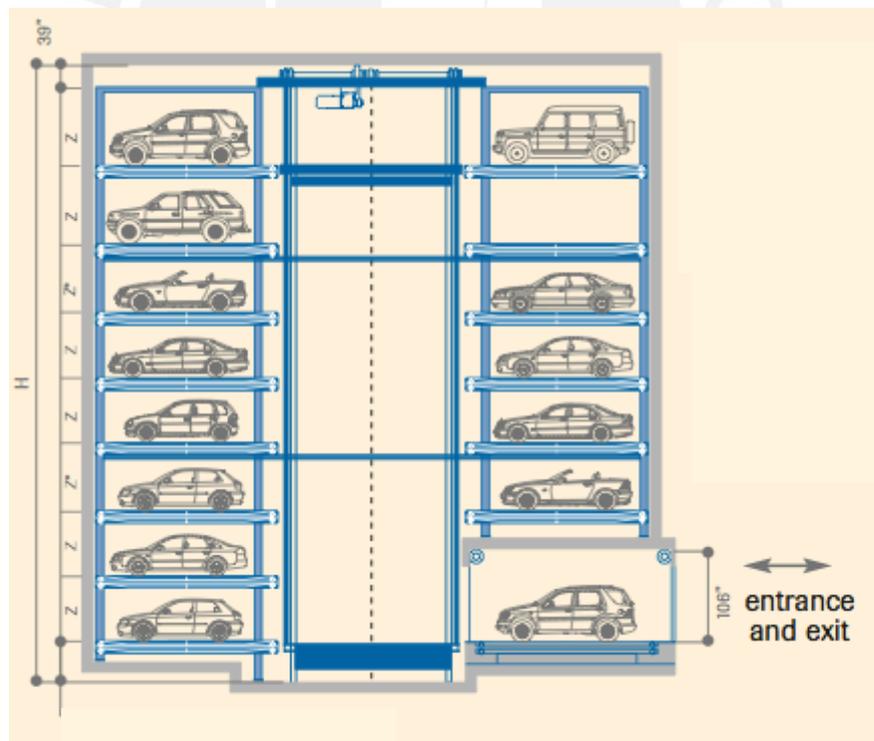


Imagen 5-17. Sistema TP para estructura de acero

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

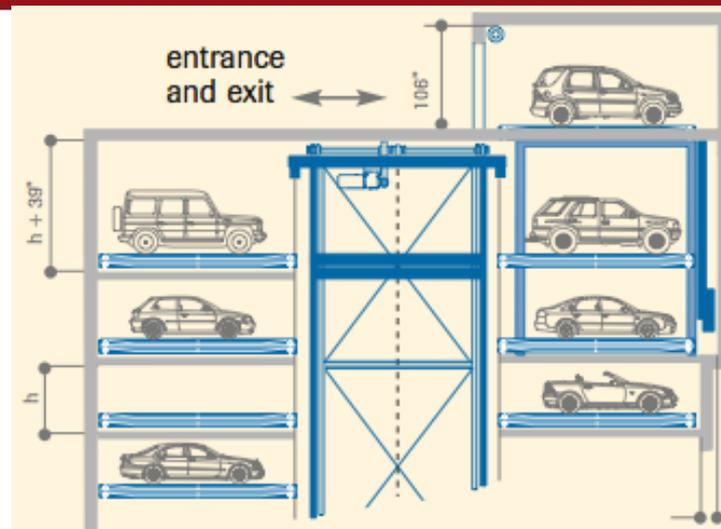


Imagen 5-18. Sistema TP para estructura de concreto

Fuente: <http://www.automotionparking.com/>

Este sistema posee diversas ventajas: ninguna persona puede acceder al vehículo, por ende los bienes personales se encuentran seguros; el carro no sufre ningún daño; los espacios para parqueo pueden realizarse donde antes era imposible, debido al reducido espacio; se pueden crear dos o tres veces más espacios que el equivalente para parqueos convencionales; bajo nivel de contaminación, pues los motores se encuentran apagados; es una tecnología sostenible (verde); se puede usar para uso público; se tiene un costo reducido de trabajo y de operación; el costo de preparación del sitio y de excavación para la implementación del sistema es bajo; y, la configuración del sistema puede ser personalizada.

La gran desventaja del sistema automatizado TP es que el tiempo de estacionamiento y de retiro es de aproximadamente dos minutos. El tiempo de espera es demasiado para horas de alta demanda en la que varios usuarios quieren dejar o recoger su vehículo. Por ende, este sistema no es recomendable en lugares de alta demanda de estacionamiento.

Tabla 8. Características del Sistema TP

Uso recomendado	Áreas pequeñas con gran altura
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o de forma subterránea.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Menor a 2 minutos.

6.2.10 Sistema PSH de Movimiento Horizontal y Vertical

El sistema PSH es un sistema independiente, pues no se requiere mover un vehículo para que otro vehículo pueda estacionarse o salir del estacionamiento. Este sistema puede ser de dos, tres, cuatro o hasta cinco niveles.

Según la empresa Hunan Disheng Industry Equipment Co. Ltd y la empresa Plus Park (2013), el principio de funcionamiento de este sistema es el desplazamiento horizontal y vertical. En todo momento un espacio de estacionamiento se encuentra libre, de manera que el propio usuario puede estacionar su vehículo en la plataforma libre. Para poder retirar un vehículo que se encuentra en el segundo nivel, simplemente se debe pulsar un botón y la plataforma con dicho vehículo se trasladará de manera automática a la posición vacante en el nivel del suelo. De esta manera, el conductor puede ingresar a su vehículo y retirarse.

Todos los mecanismos del sistema se encuentran controlados por dispositivos de seguridad, de manera que no se produzcan accidentes. Estos dispositivos son los siguientes: gancho traba de seguridad, sensores opto-eléctricos, topes para ruedas, etc.

La empresa Parkmatic cuenta con un sistema prácticamente igual al sistema PSH de la empresa Hunan Disheng Industry Equipment Co. Ltd. El sistema es denominado "Lift and Slide Parking" y la única diferencia con el sistema PSH es que el primer nivel del sistema se encuentra cerrado con puertas de vidrio corredizas; de manera que nadie pueda acceder a los vehículos. Este sistema también es denominado "Puzzle System". La empresa 5BY2 también ofrece el

sistema PSH como una solución al problema de la falta de estacionamientos. Esta empresa denomina al sistema “Puzzle System”.

6.2.10.1 Sistema PSH de dos niveles



Imagen 5-19. Sistema PSH de dos niveles
Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

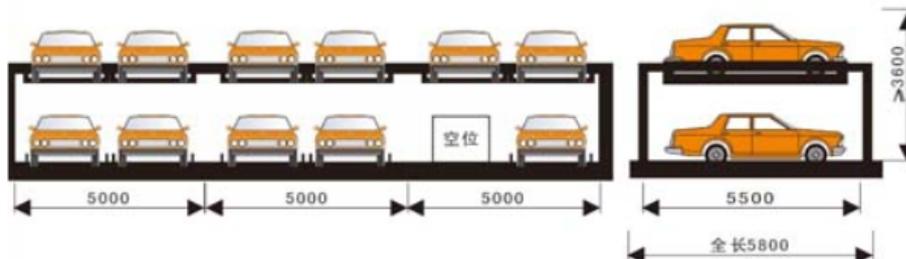


Imagen 5-20. Sistema PSH de dos niveles
Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Tabla 9. Características del Sistema PSH de dos niveles

Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 50 segundos

6.2.10.2 Sistema PSH de tres niveles

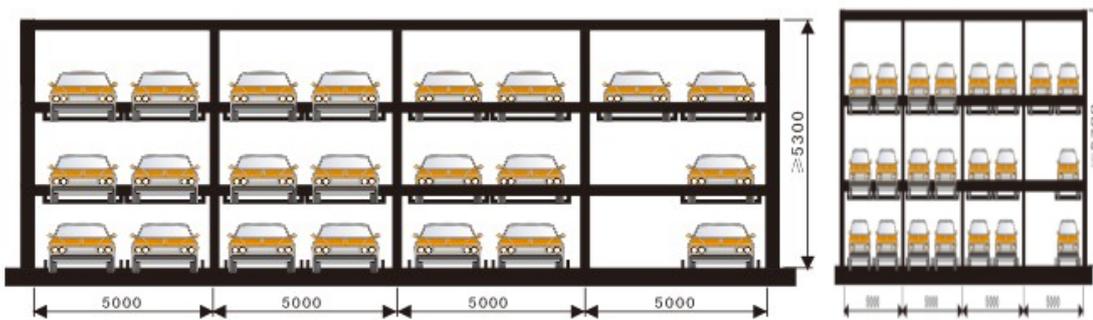


Imagen 5-21. Sistema PSH de tres niveles

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Tabla 10. Características del Sistema PSH de tres niveles

Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 55 segundos

6.2.10.3 Sistema PSH de cuatro niveles



Imagen 5-22. Sistema PSH de 4 niveles

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

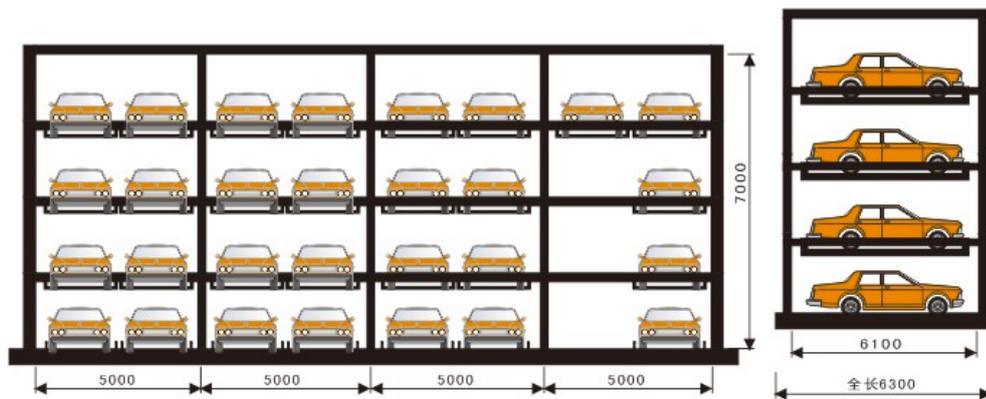


Imagen 5-23. Sistema PSH de cuatro niveles

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Tabla 11. Características del Sistema PSH de cuatro niveles

Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 60 segundos

6.2.10.4 Sistema PSH de cinco niveles

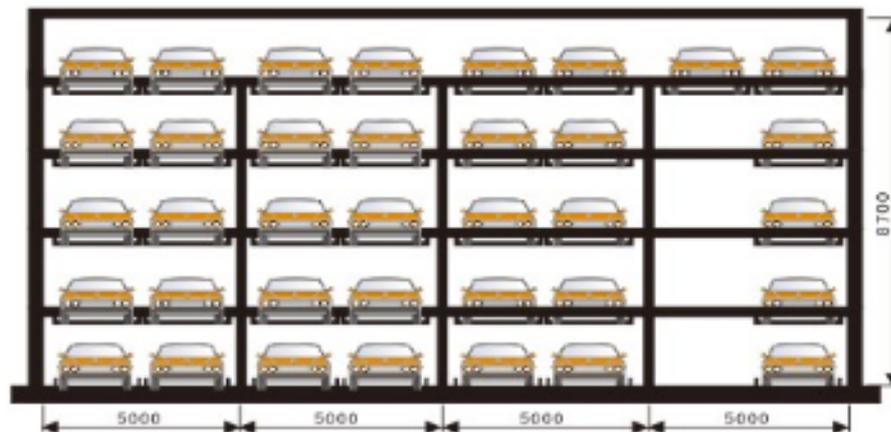


Imagen 5-24. Sistema PSH de cinco niveles

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Tabla 12. Características del Sistema PSH de cinco niveles

Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 65 segundos

Estos sistemas poseen diversas ventajas: el tiempo de estacionamiento y de retiro es bajo en comparación con otros sistemas; el sistema puede construirse sobre o bajo el nivel del suelo; es un sistema de tipo independiente, es decir que no se requiere mover ningún vehículo para que otro auto puede entrar o salir del estacionamiento; por último, todos los mecanismos del sistema se encuentran controlados por dispositivos de seguridad. Esto hace posible evitar las posibles fallas de algún elemento, y por ende, la falla eventual del sistema.

La gran desventaja del sistema PSH es que el tiempo requerido para estacionar y retirar un vehículo del estacionamiento es elevado. En hora punta, se generarían grandes colas para el ingreso y salida del estacionamiento. Esto lo

vuelve una solución ineficaz para lugares de gran demanda. El tiempo de estacionamiento y de retiro es mayor al tiempo requerido por otros sistemas, tales como el sistema rotativo PCX, el sistema PCS y el sistema PJS.

6.2.11 Sistemas de Traslación Vertical y Horizontal Simultánea PXD

Según la empresa Plus-Park (2013) y la empresa Hunan Disheng Equipment Co. Ltd. el Sistema PXD es un sistema robotizado que consiste en la traslación vertical y horizontal del vehículo, de manera que éste sea colocado en su lugar asignado. El sistema de elevación corre en forma horizontal. La estructura consiste en una combinación de concreto armado y una estructura de acero. El sistema puede ser construido de manera subterránea o sobre el nivel del suelo. Además, puede poseer una plataforma giratoria, de manera tal que al usuario recoger el vehículo, éste pueda ser entregado mirando hacia delante. Así, se hace más fácil y rápido para el usuario salir del estacionamiento.



Imagen 5-25. Vista del Sistema
Fuente: <http://www.plus-park.ar>

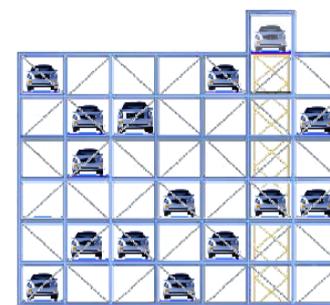
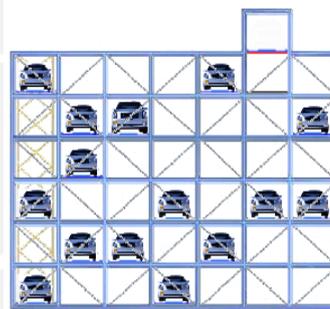
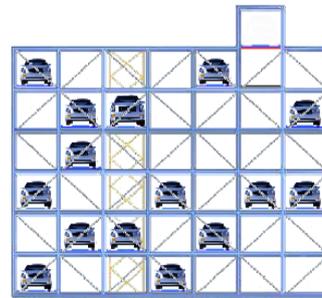
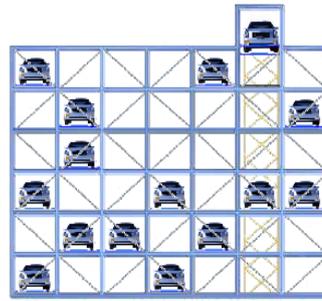


Imagen 5-26. Sistema de Traslación Vertical y Horizontal Simultánea PXD

Fuente: <http://www.plus-park.ar>



Imagen 5-27. Sistema PXD

Fuente: <http://www.dsautoparking.com/>

Este sistema posee diversas ventajas: permite el ahorro de espacio; el diseño es flexible; el costo de construcción y de mantenimiento es bajo; el sistema es fácil de controlar y de operar; posee una alta eficiencia; y, permite satisfacer una gran demanda de espacios de estacionamiento, debido a la alta capacidad del sistema.

La desventaja principal del sistema PXD es que el tiempo de estacionamiento y de retiro es bastante alto. En el mercado se cuenta con sistemas bastante más rápidos, como el sistema PJS. Este tiempo requerido genera grandes problemas en hora punta; pues, se generarían grandes colas de usuarios que quisieran recoger o estacionar su vehículo.

Tabla 13. Características de los Sistemas de Traslación Vertical y Horizontal PXD

Número de vehículos que puede acomodar	40 a 120 vehículos
Número de niveles verticales	De 2 a 20 niveles
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 90 segundos

6.2.12 Sistema de Parqueo Robotizado RPS

Hay tres tipos de sistema de parqueo robotizados RPS según la empresa Robotic Parking Systems, Inc. (1994-2013). Estos tres tipos son: el sistema RPS 100, el sistema RPS 200 y el sistema RPS 300. La infraestructura de estos sistemas es de acero.

6.2.12.1 Sistema de Parqueo Robotizado RPS 100

Es una solución adecuada para lugares pequeños donde la demanda de estacionamientos es grande. La estructura de paqueo requiere el 50% del espacio requerido por un garaje convencional de parqueo con rampa. Este sistema de parqueo puede construirse de manera subterránea o sobre el nivel del suelo. También puede colocarse dentro de un edificio.



Imagen 5-28. RPS 100

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

Hay dos maneras de diseñar este tipo de parqueo:

1. Diseño típico:

Una unidad central que se encarga de los tres movimientos: adentro y afuera; arriba y abajo; y atrás y delante de los carriles. El problema de este diseño es que la falla de la unidad central vuelve inoperable al garaje.

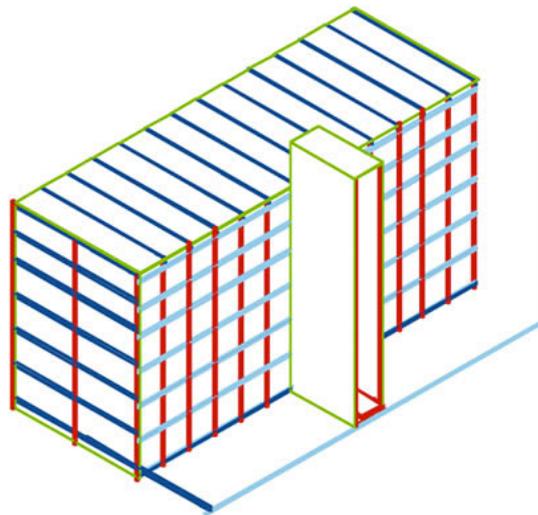


Imagen 5-29. Diseño Típico de RPS 100

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

2. Diseño Patentado por Robotic Parking Systems Inc.

Los tres movimientos son separados y llevados a cabo por componentes inteligentes individuales. De esta manera, la falla de uno de los componentes no vuelve inactivo el estacionamiento.

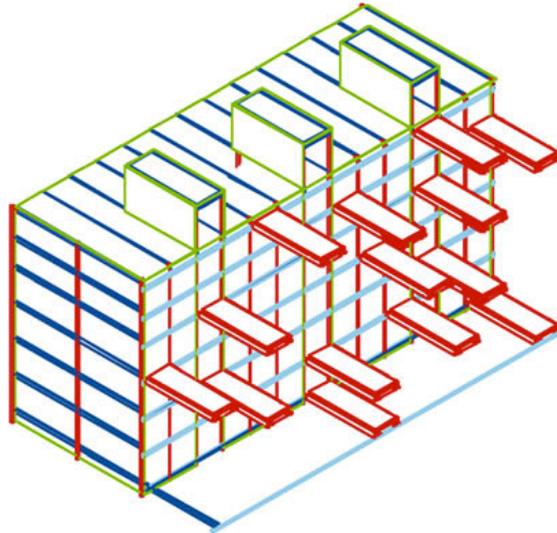


Imagen 5-30. Diseño Patentado por Robotic Parking Systems
Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

Tabla 14. Características del Sistema RPS 100

Uso recomendado	Sitios pequeños con una demanda muy alta de parqueo.
Número de vehículos que puede acomodar	30 a 200 vehículos. Se pueden colocar módulos adicionales para aumentar la capacidad.
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo, de forma subterránea, dentro de un edificio, sobre o bajo del mismo.
Cantidad de autos que soporta por hora	250 vehículos
Cantidad de carros que puede mover en cualquier momento	32 vehículos
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 3 minutos

6.2.12.2 Sistema de Parqueo Robotizado RPS 200

Este sistema es adecuado cuando el área de ingreso y de salida del garaje es pequeña. El sistema de parqueo robotizado RPS 200 incluye un elevador que rota y transporta al vehículo al nivel apropiado de parqueo, ya sea a un nivel superior o a un nivel inferior al nivel de ingreso. Idealmente, se pueden construir diversas entradas, de manera que en las horas pico (de tráfico) haya suficientes accesos para evitar genera congestión excesiva. Así como el RPS 100, este sistema requiere únicamente del 50% del espacio típicamente utilizado para un garaje con rampa de acceso.

Cuenta, además, con una interfaz de diagnóstico controlada por seres humanos. Esta interfaz emite una alerta para indicar las fallas del sistema; de manera tal, que se pueda minimizar el período de inactividad o mal funcionamiento.

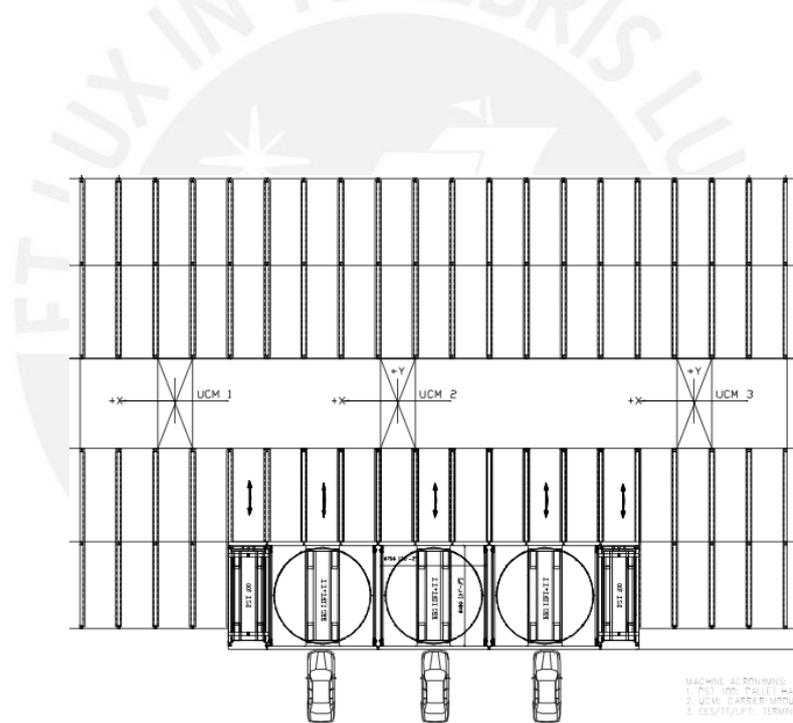


Imagen 5-31. Vista de la entrada del RPS 200

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

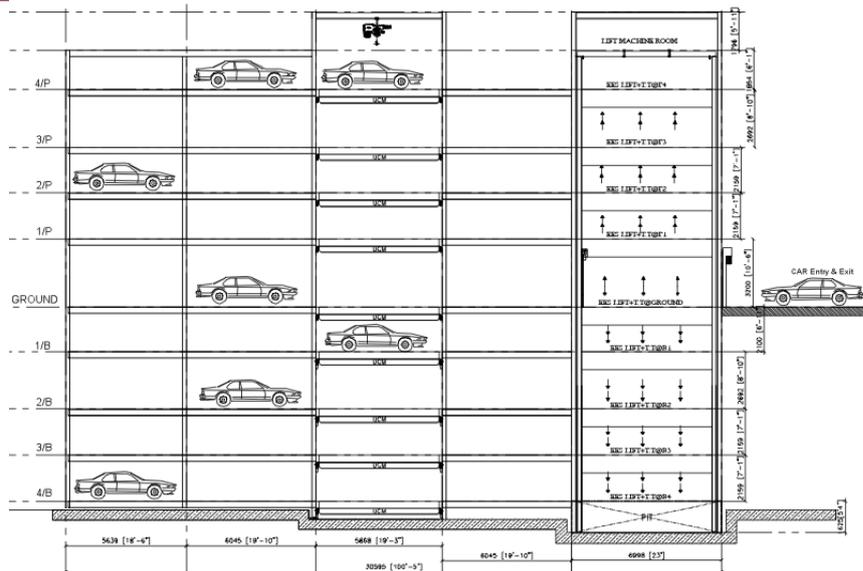


Imagen 5-32. Sección de RPS 200

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

Tabla 15. Características del Sistema RPS 200

Uso Recomendado	Lugares donde sólo se tiene una pequeña área disponible para el ingreso y salida de vehículos del garaje.
Número de vehículos que puede acomodar	30 a 200 vehículos.
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo, de forma subterránea, dentro de un edificio, sobre o bajo del mismo.
Cantidad de autos que soporta por hora	250 vehículos
Cantidad de carros que puede mover en cualquier momento	32 vehículos
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 3 minutos

6.2.12.3 Sistema de Parqueo Robotizado RPS 1000

Este sistema puede acomodar un gran número de automóviles usando la mitad del espacio que un estacionamiento convencional de rampa necesitaría. Este sistema puede construirse de forma subterránea, como sobre el nivel del suelo. Así mismo, se puede construir dentro de un edificio, sobre el mismo o en el sótano del mismo.

Este sistema tiene un alto grado de eficiencia y ofrece verdadera redundancia. Cada uno de los componentes más importantes poseen por lo menos un sistema de resguardo y, en algunos casos, hasta cuatro. De esta manera, ningún error particular podría llevar al sistema a estar inoperativo.

Las formas de diseño de este sistema de parqueo son iguales a las del sistema robotizado RPS 100. A diferencia de los dos sistemas mencionados previamente, este sistema es utilizado para garajes más grandes.



Imagen 5-33. Sistema RPS 1000

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

Tabla 16. Características del Sistema RPS 1000

Uso Recomendado	Gran demanda para espacios de estacionamiento.
Número de vehículos que puede acomodar	200 a 5000 vehículos.
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo, de forma subterránea, dentro de un edificio, sobre o bajo del mismo.
Cantidad de autos que soporta por hora	250 vehículos
Cantidad de carros que puede mover en cualquier momento	32 vehículos
Tiempo de estacionamiento y de retiro	Aproximadamente 3 minutos

6.2.12.4 Forma de Funcionamiento de los Sistemas Robotizados RPS 100, RPS 200 y RPS 1000

El funcionamiento de los sistemas robotizados RPS 100, RPS 200 y RPS 1000 es el siguiente:

1. Manejar al garaje de parqueo automatizado.
2. Manejar al terminal conveniente de parqueo. Este terminal cuenta con diversos sensores automáticos que indican al conductor cuando su vehículo se encuentra adecuadamente situado para el parqueo automático.



Imagen 5-34. Terminal de Parqueo

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

3. Salir del vehículo y asegurar el vehículo.
4. Tomar la tarjeta de parqueo del parquímetro.



Imagen 5-35. Salida del vehículo y recojo de tarjeta de parqueo

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>



Imagen 5-36. Toma de tarjeta de parqueo

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

5. Luego de tomar la tarjeta, el proceso de estacionamiento automático se inicia.
6. Para recoger el vehículo, se debe ingresar a un recibidor en el que uno ingresa la tarjeta de parqueo en un parquímetro. Luego de ingresar la tarjeta, el usuario puede ver en una pantalla en que terminal de salida se debe recoger el vehículo. El sistema robotizado llevará el vehículo a dicho terminal en un tiempo menor o igual a tres minutos.

El sistema robotizado de parqueo entregará el auto mirando hacia delante, de manera que sea más seguro y fácil salir del garaje.



Imagen 5-37. Salida del vehículo

Fuente: <http://www.roboticparking.com/index.htm>

6.2.12.5 Ventajas de los Sistemas Robotizados RPS 100, RPS 200 y RPS 1000

Los sistemas robotizados RPS pueden ser construidos en cualquier parte: de forma subterránea, sobre el nivel del suelo, dentro de un edificio, en el sótano o incluso en el techo del mismo. El costo de desarrollo es menor que el costo de un garaje convencional de rampa. Como no hay personas dentro del garaje, ni carros circulando, hay un menor requerimiento de luz y ventilación. Además, se tiene un costo menor de seguro, menores gastos personales y se requiere una menor área para el estacionamiento. Asimismo, la fachada del estacionamiento es completamente flexible y puede ser diseñada para estar en armonía con la arquitectura de la zona.

Una ventaja muy importante es que el área necesaria para el estacionamiento es menor que el área que requiere un estacionamiento convencional con rampa de acceso (aproximadamente 50% menor). Debido a una menor área requerida para estacionamiento, se pueden tener más áreas verdes. Además, el sistema de funcionamiento, así como, la interfaz de control de los sistemas robotizados RPS, son confiables. Cada componente del sistema de estacionamiento posee

un sistema de resguardo, de manera que el sistema no se vuelve inoperable ante una eventual falla.

Otras ventajas de estos sistemas son las siguientes: los sistemas robotizados RPS eliminan el riesgo del daño al vehículo o robo; el usuario del vehículo ahorra tiempo al dejar el vehículo en este estacionamiento, en lugar de quedarse dando vueltas en busca de un lugar para estacionar; es una solución verde, pues el parqueo electromecánico automático reduce la cantidad de emisiones de dióxido de carbono, así como de otros contaminantes y gases de invernadero; y, el vehículo es devuelto mirando hacia delante, de manera que la salida del usuario del estacionamiento sea sencilla y rápida.

6.2.12.6 Desventajas de los Sistemas Robotizados RPS 100, RPS 200 y RPS 1000

Si bien este sistema posee tecnología de punta y es lo más moderno que se encuentra en el mercado, el tiempo de estacionamiento es sumamente alto (el más alto de todos los sistemas previamente mencionados). Esto vuelve a los sistemas RPS 100, RPS 200 y RPS 1000 una solución inviable en lugares de alta demanda. En hora punta, en las que diversos usuarios desean dejar o recoger sus vehículos, los tiempos de espera serían insostenibles y habría grandes colas. Sin embargo, es importante considerar que el sistema puede mover diversos vehículos al mismo tiempo.

Por otro lado, la interfaz de diagnóstico es controlada por seres humanos. Esto podría generar un problema debido, en primer lugar, al factor de error humano, y, en segundo lugar, debido a los tiempos en los que el encargado no se encuentra atento a la interfaz. Un error pequeño o una pequeña distracción podrían llevar a la falla del sistema. Asimismo, si se hace uso del diseño típico, la falla de la unidad central genera la falla de todo el sistema y por ende la inoperatividad del mismo. Esta unidad controla los tres movimientos: adentro y afuera; arriba y abajo; y atrás y adelante de los carriles. Cabe resaltar que si se hace uso del diseño patentado por Robotic Parking Systems Inc, esta falla, que vuelve inoperativo al sistema completo, no se daría. Puesto que, se cuenta con diversas unidades y los tres movimientos son separados y llevados a cabo por componentes inteligentes individuales. Lográndose así, que la falla de uno de los componentes no vuelva inoperativo el estacionamiento.

6.2.12.7 Sistemas similares a los Sistemas Robotizados RPS

La empresa Skyline Parkng (2013) cuenta con un sistema muy similar al parqueo robotizado RPS. Este sistema se denomina Skyline T – Park y consta de una o varias torres de estacionamiento. Cada torre puede albergar de 60 a 320 vehículos. Debido a que este sistema puede poseer diversas entradas y salidas, el flujo de vehículos que puede ingresar o salir del sistema en un período de una hora es de hasta 150 vehículos por hora. Este número es bastante menor que la cantidad de vehículos que puede movilizar el sistema RPS en el mismo período de tiempo.



Imagen 5-38. Skyline T – Park

Fuente: <http://skyline-parking.com>

La empresa Eto & Global Inc (2013) también cuenta con un sistema robotizado. La diferencia con el sistema RPS es que éste debe ser necesariamente circular. Este sistema es denominado “Robot Park™ Round Automated Parking Technology”. Este sistema puede albergar 950 vehículos en 15 000 m², mientras que un garaje convencional puede albergar 700 vehículos en 25 000 m². Esto permite obtener un espacio adicional para uso comercial.



Imagen 5-39. Round Automated Pakring Technology

Fuente: <http://e-globalparking.com>



	Sistema de Ciclo Continuo	Sistema PCX rotativo	Sistema DSA	Sistema PCS	Sistema PJS	Sistema PS001	Sistema LP	Sistema SP	Sistema TP	Sistema PSH	Sistema PXD	Sistema RPS 100	Sistema RPS 200	Sistema RPS 1000
Tipo de Garaje	Sobre el nivel del suelo	Sobre el nivel del suelo	Sobre el nivel del suelo	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.	Independiente de bajo nivel o fosa.	Sistema semi automatizado, que se coloca sobre el nivel del suelo.	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.	Sobre el nivel del suelo o subterráneo.	Sobre el nivel del suelo, subterráneo, dentro de un edificio, sobre o bajo el mismo.	Sobre el nivel del suelo, subterráneo, dentro de un edificio, sobre o bajo el mismo.	Sobre el nivel del suelo, subterráneo, dentro de un edificio, sobre o bajo el mismo.
Uso que se recomienda	Lugares con un área disponible larga. Este sistema es horizontal y de dos niveles.	No se especifica.	Lugares con un área disponible larga. Este sistema es horizontal y de dos niveles.	No se especifica.	No se especifica.	No se especifica.	Sitios largos y angostos.	Lugares con alta demanda de parqueo y reciben un gran volumen de tráfico.	Áreas pequeñas con gran altura.	No se especifica.	Lugares de gran demanda de parqueo.	Sitios pequeños con una demanda alta de parqueo.	Lugares donde sólo se cuenta con una pequeña área disponible para el ingreso y salida de vehículos del garaje.	Lugares con alta demanda de parqueo.
Aumento de la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumento de cuatro a seis veces la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad del parqueo al doble o al triple.	Aumenta la capacidad del parqueo al doble o al triple.	Aumenta la capacidad del parqueo al doble o al triple.	Aumenta la capacidad del parqueo al triple.	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo	Aumenta la capacidad de parqueo
Área requerida	Requiere menor área que un parqueo convencional	Requiere un área pequeña. Solución viable para espacios restringidos.	Requiere un área menor que un parqueo convencional. Sin embargo, al ser un sistema horizontal de únicamente 2 niveles, requiere una mayor área que otros sistemas inteligentes.	Se requiere menor área y el espacio se usa al máximo.	Requiere un área menor que un parqueo convencional para aumentar la capacidad. La capacidad se duplica o triplica en forma vertical por debajo del nivel del suelo.	Requiere un área menor que un parqueo convencional. Además, el sistema puede adaptarse a cualquier requerimiento de espacio.	Requiere un área menor que un parqueo convencional. Además, el sistema puede adaptarse a cualquier requerimiento de espacio.	Requiere un área menor que un parqueo convencional. Este sistema funciona mejor en edificios de concreto.	Requiere un área menor que un parqueo convencional. Además, el sistema puede adaptarse a cualquier requerimiento de espacio.	Requiere un área menor que un parqueo convencional.	Requiere un área menor que un parqueo convencional.	Requiere el 50% de área que un parqueo convencional.	Requiere el 50% de área que un parqueo convencional.	Requiere el 50% de área que un parqueo convencional.

	Sistema de Ciclo Continuo	Sistema PCX rotativo	Sistema DSA	Sistema PCS	Sistema PJS	Sistema PS001	Sistema LP	Sistema SP	Sistema TP	Sistema PSH	Sistema PXD	Sistema RPS 100	Sistema RPS 200	Sistema RPS 1000
Tiempo de parqueo y de retiro.	La rotación es muy lenta.	60 segundos.	70 segundos.	63 segundos.	45 segundos.	Depende del nivel en el que se encuentre el vehículo. De apróx. 10 a 90 segundos.	2 minutos	2 minutos	2 minutos	De 50 a 65 segundos según el número de niveles del sistema.	90 segundos	3 minutos	3 minutos	3 minutos
Cantidad de vehículos que puede mover al mismo momento	1 vehículo.	1 vehículo.	1 vehículo.	1 vehículo.	1 vehículo.	1 vehículo.	1 vehículo.	Mayor a 1 vehículo. Depende de la cantidad de espacios de transferencia y de elevadores con los que se cuenten.	1 vehículo. Sólo se cuenta con un espacio de transferencia.	1 vehículo.	1 vehículo.	32 vehículos.	32 vehículos.	32 vehículos.
Tipo del Sistema (independiente o dependiente)	El sistema requiere dar toda la vuelta para entregar un vehículo.	El sistema requiere dar toda la vuelta para entregar un vehículo.	Sistema independiente. No se requiere mover otro vehículo para que un vehículo pueda ser estacionado o pueda salir del parqueo.	No se requiere mover otro vehículo para que un vehículo pueda ser estacionado o pueda salir del parqueo.	Sistema independiente. No se requiere mover otro vehículo para que un vehículo pueda ser estacionado o pueda salir del parqueo.	Dependiente. Requiere mover otros vehículos para acceder a otro vehículo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.	Sistema independiente, no se requiere mover otro vehículo para que un vehículo pueda estacionar o salir del parqueo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.	No requiere mover los demás vehículos para ubicar o retirar un vehículo.
Seguridad y confiabilidad	Sistema seguro.	Alto grado de confiabilidad y seguridad.	Es un sistema seguro y confiable	Es un sistema seguro y confiable.	Seguro y confiable.	Seguro y confiable.	Seguro y confiable.	Seguro y confiable.	Seguro y confiable.	Seguro. Todos los mecanismos del sistema se encuentran controlados por dispositivos de seguridad.	Seguro y confiable.	Sistema confiable y seguro.	Sistema confiable y seguro.	Sistema confiable y seguro.

	Sistema de Ciclo Continuo	Sistema PCX rotativo	Sistema DSA	Sistema PCS	Sistema PJS	Sistema PS001	Sistema LP	Sistema SP	Sistema TP	Sistema PSH	Sistema PXD	Sistema RPS 100	Sistema RPS 200	Sistema RPS 1000
Construcción, instalación y operación	Fácil construcción y fácil operación.	Rápida instalación. No requiere una gran obra de construcción. Manejo sencillo.	Ecómico y de fácil operación. La estructura es simple.	Fácil operación	Fácil operación. Estructura lógica; bajo costo de proyecto. Sin embargo, la gran excavación que se requiere genera un gran costo.	Ecómico y de fácil operación. La estructura es simple.	Costo reducido de preparación del sitio y de excavación. Costo reducido de trabajo y de operación.	Costo reducido de preparación del sitio y de excavación. Costo reducido de trabajo y de operación.	Costo reducido de preparación del sitio y de excavación. Costo reducido de trabajo y de operación.	Fácil construcción y fácil operación.	Bajo costo de construcción. Diseño flexible. Es un sistema fácil de controlar y de operar.	Costo de desarrollo menor que el costo de un garaje convencional de rampa. Se requiere menor luz y ventilación, pues nadie circula dentro del garaje.	Costo de desarrollo menor que el costo de un garaje convencional de rampa. Se requiere menor luz y ventilación, pues nadie circula dentro del garaje.	Costo de desarrollo menor que el costo de un garaje convencional de rampa. Se requiere menor luz y ventilación, pues nadie circula dentro del garaje.
Mantenimiento	No se especifica	No se especifica.	Sencillo	No se especifica.	Sencillo.	Sencillo.	No se especifica.	No se especifica.	No se especifica.	No se especifica.	Bajo costo	No se especifica.	No se especifica.	No se especifica.
Fallas e inoperatividad del sistema	Una falla en el sistema ocasiona el paro absoluto del sistema.	Una falla en el sistema ocasiona el paro absoluto del sistema.	La falla de la columna giratoria genera la falla total del sistema.	La falla de la plataforma genera la falla del sistema.	La falla de la plataforma genera la falla completa del sistema.	La falla de la plataforma genera la falla del sistema.	La falla del espacio de transferencia provoca la falla del sistema.	Si sólo se cuenta con un espacio de transferencia, la falla de éste genera la falla del sistema. Si se cuenta con más de un espacio de transferencia, la falla de uno de éstos, no genera la falla del sistema.	La falla del espacio de transferencia provoca la falla del sistema.	Pueden evitarse las fallas; pues, todos los mecanismos son controlados por dispositivos de seguridad.	La falla de la plataforma que transporta los vehículos genera la falla total del sistema.	Cada componente del sistema posee un sistema de resguardo. Así, el sistema no se vuelve inoperable ante una eventual falla.	Cada componente del sistema posee un sistema de resguardo. Así, el sistema no se vuelve inoperable ante una eventual falla.	Cada componente del sistema posee un sistema de resguardo. Así, el sistema no se vuelve inoperable ante una eventual falla.
Capacidad del sistema	Depende del tamaño de la faja. La utilizada por la empresa Plus-Park almacena 15 vehículos.	Puede almacenar como máximo 12 vehículos.	No se especifica. Depende del área disponible para el sistema.	La torre simple puede acomodar hasta 50 vehículos. La torre doble puede almacenar hace 100 vehículos.	De 6 a 9 vehículos para un sistema de 2 o 3 niveles, respectivamente.	Cada sistema puede albergar a 2 o 3 vehículos. El número de sistemas a colocar depende del área disponible.	Depende de la cantidad de niveles del sistema.	Depende de la cantidad de niveles del sistema y de la cantidad de vehículos que entran en cada nivel (depende del espacio horizontal disponible)	Puede acomodar hasta 100 vehículos.	Depende del número de niveles y del espacio horizontal disponible para el sistema.	Puede acomodar de 40 a 120 vehículos según el número de niveles.	Puede acomodar de 30 a 200 vehículos. Se pueden colocar módulos adicionales para aumentar la capacidad.	Puede acomodar de 30 a 200 vehículos.	Puede acomodar de 200 a 5000 vehículos.

	Sistema de Ciclo Continuo	Sistema PCX rotativo	Sistema DSA	Sistema PCS	Sistema PJS	Sistema PS001	Sistema LP	Sistema SP	Sistema TP	Sistema PSH	Sistema PXD	Sistema RPS 100	Sistema RPS 200	Sistema RPS 1000
Ruido	Bajo nivel de ruido	Bajo nivel de ruido	No se especifica.	Nivel bajo de ruido	Nivel bajo de ruido.	Nivel bajo de ruido.	Nivel bajo de ruido.							
Energia	Consume poca electricidad.	Consume poca electricidad	No se especifica.	Ahorro de energía	Bajo gasto de energía.	Bajo gasto de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.	Bajo consumo de energía.
Medio ambiente	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Los vehículos se encuentran apagados, generándose menor contaminación. Amigable con el medio ambiente.	Solución verde; pues, el parque electromecánico o automático reduce la cantidad de emisiones de dióxido de carbono, así como de otros contaminantes.	Solución verde; pues, el parque electromecánico o automático reduce la cantidad de emisiones de dióxido de carbono, así como de otros contaminantes.	Solución verde; pues, el parque electromecánico o automático reduce la cantidad de emisiones de dióxido de carbono, así como de otros contaminantes.

8 Tecnologías de Control de Estacionamientos

8.1 Parquímetros de monedas

Un parquímetro es un dispositivo ubicado en la vía pública que hace posible ordenar y medir el tiempo y uso del estacionamiento en lugares definidos para dicha labor. Su objetivo es cobrar el derecho de uso de un espacio en el estacionamiento por un determinado tiempo.

Los parquímetros de monedas son aquellos en los cuales los usuarios deben introducir una determinada cantidad de monedas de acuerdo con el tiempo que utilizarán el estacionamiento; se paga por adelantado. Si el tiempo por el cual se ha realizado el pago se excede, se le aplica una multa a los usuarios.



8.2 Parquímetros con cualquier medio de pago

En esencia funcionan de la misma manera que los parquímetros de monedas, con la diferencia de que los usuarios pueden realizar el pago del estacionamiento, de acuerdo con cuánto tiempo lo utilizarán, mediante el uso de una tarjeta de crédito o de débito, así como de efectivo. Además, el estacionamiento debe ser pagado al terminarse el tiempo de uso del mismo y no previamente, como en los parquímetros de monedas. Se pueden encontrar parquímetros que aceptan cualquier medio de pago, así como parquímetros que permiten el pago sólo con tarjeta de débito/crédito o únicamente con efectivo.



Imagen 7-2. Parquímetro con cualquier medio de pago

Fuente: <http://www.cross.cz>



Imagen 7-2. Estación de Pago que acepta únicamente tarjeta de crédito/débito

Fuente: <http://www.tibaparking.com/>

8.3 Parquímetros por satélite

Según el artículo Parking by Satellite de la revista Intetraffic World (2011), el parquímetro con satélite es una tecnología que se base en algoritmos precisos de posición y una base de datos incorporada que contiene información sobre: ubicaciones de parqueo, tiempos, precios y reglas, incluyendo excepciones, sobre los diferentes lugares de estacionamiento. Así mismo, la base de datos almacena la información de los usuarios, de esta manera en los estacionamientos de los hospitales, por ejemplo, se puede dejar ingresar al personal del hospital parquear gratis, mientras que se le puede cobrar a los demás usuarios. Además, la información de la base de datos es actualizada constantemente para poder brindar un mejor servicio a los usuarios. Este sistema también puede realizar los pagos de los peajes, evitando, así, que el usuario del vehículo tenga que parar para pagar manualmente.

El funcionamiento del sistema consiste en que el usuario puede parquear su vehículo en cualquier lugar, ya sea en la calle, lote, o garaje que acepte el pago del servicio vía parquímetro por satélite. Mensualmente, el usuario recibirá un estado de cuenta con la información del consumo del mes.

Uno de los grandes beneficios de este sistema, es el evitar las grandes colas para pagar por el servicio de estacionamiento. En caso el lugar de pago sea en la salida del estacionamiento, evita también la congestión de vehículos. Así mismo, el ingreso al estacionamiento se hace más fluido, pues uno no debe indicar si es abonado o recibir un ticket de parqueo para poder ingresar al lugar de estacionamiento. Por el contrario, la base de datos de esta tecnología ya contiene toda la información pertinente.

8.4 Sistemas de pago haciendo uso de teléfono celular

El sistema de pago haciendo uso de un teléfono celular es un sistema de pago del estacionamiento que se mide haciendo uso de tecnologías móviles.

8.4.1 Ejemplo del Sistema de Pago por Celular en Argentina

Según la empresa Movilidad Urbana (2011), en este sistema el pago del tiempo de estacionamiento utilizado se realiza mediante teléfonos celulares, según el envío de mensajes de textos, ya sea navegando en un portal wap o con una aplicación previamente descargada en el celular. Este servicio puede ser utilizado en estacionamiento en la calle, como en estacionamientos en playas de estacionamiento (garajes).

El funcionamiento de esta modalidad de estacionamiento es el siguiente:

1. El usuario pide su PIN, mediante el envío de un mensaje de texto.
2. El usuario debe registrarse en el sistema.
3. El usuario debe comprar saldo en la cuenta.
4. Al momento de estacionarse, el usuario debe enviar un mensaje de texto indicando que se ha estacionado. Este mensaje debe contener la palabra asignada según el servicio.
5. La autoridad encargada del control debe determinar que estacionamientos son válidos y cuales son prohibidos.
6. El usuario, al salir del lugar, debe enviar un mensaje de texto con la palabra clave para dicho fin. De esta manera se puede pagar por el tiempo de uso del estacionamiento.
7. Los usuarios pueden consultar el saldo de su cuenta en cualquier momento. Y deben recargar saldo, de haberse acabado el mismo.

8.4.2 Ejemplo del Sistema de Pago por Celular en Londres

En Londres la tecnología de esta modalidad es más avanzada. Según la empresa Parx (2012), este sistema es un método de pago móvil, el cual se encuentra conectado a la cuenta personal y segura del usuario. Por esto, este método también puede ser usado para otros tipos de pago como para transporte público, pago por alquiler de bicicletas, entre otros.

Es un servicio que puede ser utilizado en estacionamientos en la calle, como en estacionamientos en playas de estacionamiento (garajes). Así mismo, esta modalidad puede ser usada como el único método de pago, o en conjunto con otros métodos de pago de parqueo.

Este sistema puede operarse de diversas maneras, pues cuenta con sistemas interactivos de reconocimiento de voz, con un sistema de mensajes de texto y una aplicación para Smartphones. Así mismo, pueden hacer uso de este sistema los usuarios registrados como las personas no registradas y el pago del servicio se puede realizar de forma prepago o post-pago.



Imagen 7-3. Pantalla de la aplicación de pago por celular

Fuente: <http://www.parxglobal.com/>

8.5 Parquímetro personal

El parquímetro personal, según la empresa Parx (2012), consiste en un dispositivo que debe que cada usuario posee y que debe permanecer dentro del vehículo. Este dispositivo puede ser usado únicamente por un solo vehículo y puede ser usado para parqueos en la calle, como para parqueos en playas de estacionamiento (garajes). Así mismo, este dispositivo puede ser usado para pagar los peajes de las vías.

Este sistema puede ser usado como el único método para pago de estacionamiento, así como puede ser usado en conjunto con otros tipos de parquímetros.

Este tipo de parquímetro posee diversos beneficios:

- Reduce la necesidad de portar efectivo todo el tiempo.
- Es una solución que ha probado ser eficiente.
- La tecnología de este dispositivo está basada en una tecnología segura y confiable.



Imagen 7-4. Parquímetro Personal
Fuente: <http://www.parxglobal.com>

9 Sistemas de Control de Estacionamientos

Los sistemas de control de estacionamientos sirven para controlar los ingresos y salidas de las diferentes clases de playas de estacionamiento.

9.1 Barreras de Entrada y Salida

Según se puede observar en Quiminet.com (2000 – 2012), las barreras de entrada y salida de estacionamientos son barras metálicas que se colocan en las entradas y salidas de los estacionamientos. Estas sirven para controlar los accesos en diferentes establecimientos, como: hoteles, centros comerciales, playas de estacionamiento, residencias, industrias, aeropuertos, entre otros. Las barreras de entrada y salida permiten o impiden el ingreso o salida a dichos establecimientos.

Estos sistemas de barrera pueden ser manipulados por una persona, como pueden funcionar de manera automática. Por ende, pueden estar compuestos únicamente por una base y una barra horizontal que se manipula mediante una palanca para elevarla o descenderla; o pueden estar compuestos por complejos motores, sensores y herramientas de control que además de permitir o restringir el paso de los vehículos, contabilizan el número de vehículos que ingresan y salen, registran las horas de entrada y salida y pueden identificar a los vehículos, como a los usuarios de los mismos. En caso el sistema sea automático, la barra horizontal puede ser levantada de manera fácil en caso de una falla o de una pérdida de electricidad.

En estacionamientos que tienen un costo por el tiempo de uso, estos sistemas se utilizan en conjunto con terminales de control de ingreso y terminales de control de salida.

Para estacionamientos residenciales, estos sistemas poseen una lectora de código de barras y pueden ser activados, es decir pueden permitir el ingreso mediante la elevación de la barra metálica, al residente colocar su tarjeta de identificación en la lectora. Así mismo, existen sistemas que poseen una cámara que emite un rayo láser y detecta la identificación del usuario colocada en el parabrisas del vehículo. Para personas que visitan la residencia, así como para

los mismos residentes que olvidaron su identificación, estos pueden marcar una clave para ingresar a la residencia.



Imagen 8-1. Barreras de Parqueo

Fuente: <http://www.cross.cz/>

Estos sistemas son de fácil mantenimiento y pueden ser utilizados para prácticamente cualquier tipo de vehículo.

9.2 Terminal de Control de Ingreso

El terminal de control de ingreso es un terminal utilizado para emitir y entregar tickets al usuario del vehículo que desea ingresar a un estacionamiento. Los tickets que procesa contienen códigos de barras o una cinta magnética. Usualmente, el ticket es entregado al usuario cuando éste oprime un botón. Sin embargo, también se puede contar con dispensadores que entregan el ticket automáticamente al vehículo posicionarse sobre el bucle de inducción.



Imagen 8-2. Terminal de Control de Ingreso

Fuente: <http://www.pfccontrols.com/>



Imagen 8-3. Terminal de Control de Ingreso

Fuente: <http://www.cross.cz/>

9.3 Terminal de Control de Salida

Este terminal de control funciona como un validador de tickets de salida. Si el usuario del vehículo ya pagó por el estacionamiento, el terminal aprueba el ticket y permite la salida del vehículo, mediante la elevación de la barra de parqueo de entrada y salida. Por el contrario, si el usuario no ha cancelado por el tiempo de uso del estacionamiento, este no activa la barrera y el usuario no puede salir del establecimiento.



Imagen 8-4. Terminal de Control de Salida

Fuente: <http://www.wpsparkingsolutions.com/>

9.4 Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares

Este sistema permite el reconocimiento automático de las placas de los vehículos. Está conformado por una cámara que reconoce las placas y que se coloca en la entrada del estacionamiento. La información de la placa del vehículo que ingresa (registrada por la cámara) es procesada mediante una tecnología de procesamiento de imágenes. La placa vehicular es impresa en el ticket de parqueo y puede así mismo, ser impresa en el recibo de pago del parqueo.



Imagen 8-5. Cámara de Reconocimiento de Placas Vehiculares

Fuente: <http://www.powerelectronics.co.in/>

10 Señalización de Disponibilidad de Parqueos

Los indicadores de parqueo son sistemas utilizados para simplificar la forma en que funcionan los estacionamientos. Estos sistemas proporcionan a los usuarios la información relevante al momento de buscar un lugar donde estacionar.

10.1 Señal de Espacios Disponibles en las Diferentes Instalaciones de Estacionamiento

Cuando una playa de estacionamiento cuenta con diversas instalaciones, esta señal es utilizada para indicar cuántos espacios disponibles hay en cada una. De esta manera el usuario del vehículo puede definir a que instalación se dirigirá de manera inmediata, pues la información que brinda dicha señal es en tiempo real.



Imagen 9-1. Señal de Espacios Disponibles
Fuente: <http://www.intelligentparking.com/>

10.2 Señal de Guía de Disponibilidad en los Niveles

Esta señal brinda información en tiempo real y es utilizada para informar al usuario del vehículo sobre cuántos espacios se encuentran disponibles en cada nivel de la playa de estacionamiento. Esta señal puede ser colocada en los diversos puntos de decisión del usuario. Estos puntos pueden ser al ingreso de la playa de estacionamiento, en cada rampa de subida o bajada de nivel y en otros puntos que se consideren estratégicos de acuerdo con el diseño de cada playa de estacionamiento.



Imagen 9-2. Señal de Guía de Niveles

Fuente: <http://www.intelligentparking.com/>



Imagen 9-3. Guía de Niveles

Fuente: <http://www.intelligentparking.com/>

10.3 Señal de Guía de Disponibilidad en los Pasillos

Esta señal es utilizada en los diversos pasillos del estacionamiento, para indicar al usuario cuántos estacionamientos hay disponibles en cada pasillo. Estas son colocadas al ingreso de cada pasillo. De esta manera, una vez que el usuario ha decidido en qué nivel va a parquearse, puede definir en qué pasillo hacerlo de acuerdo con la cantidad de espacios disponibles.

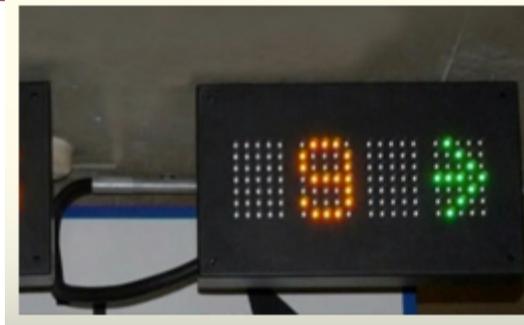


Imagen 9-4. Guía de Pasillo

Fuente: <http://www.intelligentparking.com/>

10.4 Luces de Espacios Disponibles u Ocupados

Estos indicadores consisten en sensores ubicados sobre el espacio de estacionamiento, en el techo, que indican cuando un espacio se encuentra disponible y cuando se encuentra ocupado. Si el espacio se encuentra disponible, se puede apreciar una luz verde, mientras que si se encuentran ocupados se observa una luz roja.

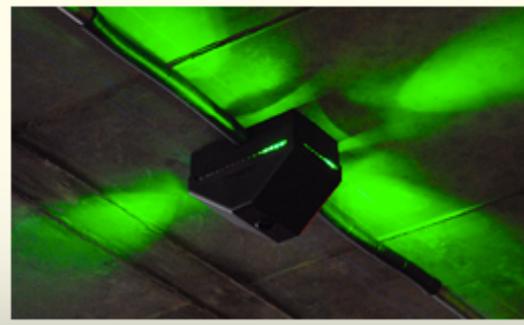


Imagen 9-5. Sensor de Estacionamiento Disponible

Fuente: <http://www.intelligentparking.com/>

10.5 Señal de Información Lejana al Estacionamiento

La señal de información a distancia es utilizada para informar al usuario sobre estacionamientos que cuentan con espacios disponibles. De esta manera los usuarios pueden definir si continúan yendo a una determinada playa de estacionamiento, o si, de lo contrario cambian de destino por no contarse con estacionamiento disponible. Este sistema reduce la congestión generada por los ingresos a playas de estacionamiento que se encuentran llenas.



Imagen 9-6. Señal de Información a Distancia

Fuente: <http://www.intelligentparking.com/>

11 Caso de Estudio

11.1 Análisis de la Situación Actual

Se realizó el conteo de vehículos que ingresan y salen de la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte ubicada en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Esta playa posee dos zonas: Riva Agüero Norte – Hacia el Sur y Riva Agüero Norte – Hacia el Norte.

Para llevar acabo este conteo se hizo uso de las dos cámaras de seguridad ubicadas en dicha playa de estacionamiento. Se tuvo acceso al Centro de Control de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Las grabaciones tomadas por las cámaras de seguridad el día jueves 2 de mayo del 2013 fueron facilitadas por el Centro de Control. Mediante estas grabaciones se pudo realizar el conteo de los vehículos que ingresan y salen de la playa de estacionamiento. Con dicha información se pudo analizar la situación actual de la playa de estacionamiento: las horas de mayor demanda; la cantidad de vehículos que ingresan a la playa de estacionamiento y encuentran un lugar disponible, así como los que no encuentran un lugar disponible; y las horas de menor demanda.



Imagen 10-1. Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte - Hacia Sur
Imagen captada de la grabación de la cámara de seguridad



Imagen 10-2. Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte - Hacia Norte
Imagen captada de la grabación de la cámara de seguridad

En la siguiente tabla se puede observar la información que pudo ser recolectada mediante el uso de las grabaciones de las cámaras de seguridad:

Tabla 18. Conteo de Vehículos en la Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte

HORA		RIVA AGÜERO NORTE - HACIA SUR			RIVA AGÜERO NORTE - HACIA NORTE		
		INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES	INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES
08:00	08:15	26	3	La playa de estacionamiento se está llenando	20	0	
08:15	08:30	23	13	La playa de estacionamiento se llena y los autos no encuentran sitio	22	5	
08:30	08:45	10	7	Llena	12	2	
08:45	09:00	12	9	Llena	12	0	
09:00	09:15	7	5	Llena	11	2	La playa de estacionamiento se está llenando
09:15	09:30	7	7	Llena	12	4	La playa de estacionamiento se llena y los autos no encuentran sitio
09:30	09:45	16	13	Llena	11	9	Llena

HORA		RIVA AGÜERO NORTE - HACIA SUR			RIVA AGÜERO NORTE - HACIA NORTE		
		INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES	INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES
09:45	10:00	13	9	Llena	4	4	Llena
10:00	10:15	16	12	Llena	7	5	Llena
10:15	10:30	8	11	Llena	8	8	Llena
10:30	10:45	11	9	Llena	4	2	Llena
10:45	11:00	14	14	Llena	10	10	Llena
11:00	11:15	6	9	Llena	5	4	Llena
11:15	11:30	3	5	Llena	2	2	Llena
11:30	11:45	3	4	Llena	3	4	Llena
11:45	12:00	13	11	Llena	4	5	Llena
12:00	12:15	9	19	Vehículos empiezan a salir. Empieza a haber sitio	5	5	Llena
12:15	12:30	4	12		6	14	Vehículos empiezan a salir. Empieza a haber sitio
12:30	12:45	5	9		3	13	
12:45	13:00	5	11		1	8	
13:00	13:15	4	5		7	4	
13:15	13:30	4	3		2	3	
13:30	13:45	2	8		4	7	
13:45	14:00	4	5		5	2	
14:00	14:15	7	6		7	3	
14:15	14:30	5	2		5	4	
14:30	14:45	13	4	Se empieza a llenar la playa de estacionamiento.	7	3	
14:45	15:00	24	6		13	1	Se empieza a llenar la playa de estacionamiento.
15:00	15:15	13	9	La playa de estacionamiento se llena.	9	6	La playa de estacionamiento se llena.

HORA		RIVA AGÜERO NORTE - HACIA SUR			RIVA AGÜERO NORTE - HACIA NORTE		
		INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES	INGRESO	SALIDA	OBSERVACIONES
15:15	15:30	6	6	Llena	3	3	Llena
15:30	15:45	9	4	Llena	6	3	Llena
15:45	16:00	14	13	Llena	13	13	Llena
16:00	16:15	20	18	Llena	12	10	Llena
16:15	16:30	9	7	Llena	15	15	Llena
16:30	16:45	27	27	Llena	18	15	Llena
16:45	17:00	6	8	Llena	6	7	Llena
17:00	17:15	8	13	Llena	6	7	Llena
17:15	17:30	11	10	Llena	4	5	Llena
17:30	17:45	14	14	Llena	5	9	Llena
17:45	18:00	11	7	Llena	5	9	Llena
18:00	18:15	14	14	Llena	5	10	Llena
18:15	18:30	15	18	Llena	9	5	Llena
18:30	18:45	23	19	Llena	10	7	Llena
18:45	19:00	7	8	Llena	6	10	Llena
19:00	19:15	20	17	Llena	15	8	Llena
19:15	19:30	6	12	Vehículos empiezan a salir. Empieza a haber sitio	8	8	Llena
19:30	19:45	8	14		3	4	Vehículos empiezan a salir. Empieza a haber sitio
19:45	20:00	5	9		6	10	

Así mismo, se recolectó la información correspondiente al número de estacionamientos disponibles en cada uno de las dos playas: Riva Agüero Norte – Hacia Sur y Riva Agüero Norte – Hacia Norte. Esta información puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 19. Número de Estacionamientos en la Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte

Número de Estacionamiento en la Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte		
	Hacia Sur	Hacia Norte
Estacionamientos Reservados	9	27
Estacionamientos para discapacitados	2	1
Estacionamientos para todo público	108	85
Total de Estacionamientos	119	113

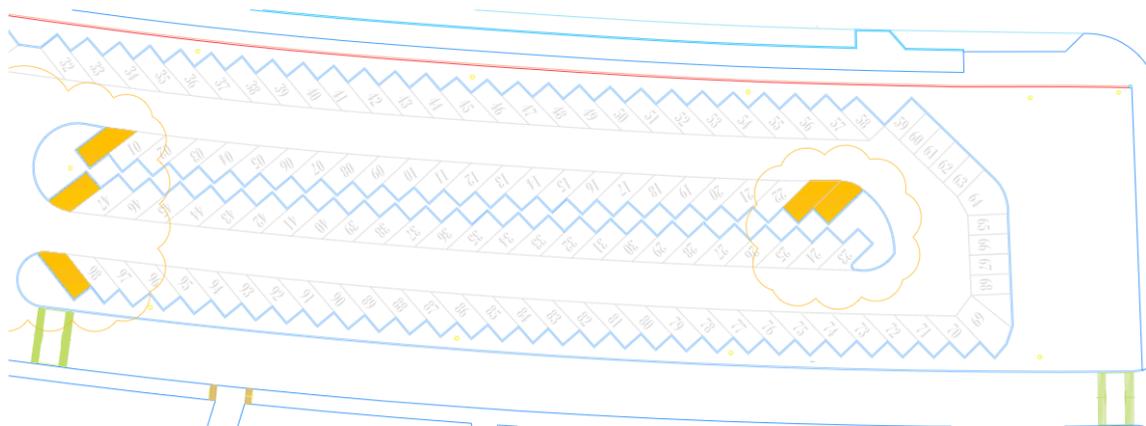


Imagen 10-3. Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte - Hacia Norte
Imagen tomada del Plano del Estacionamiento facilitado por la PUCP

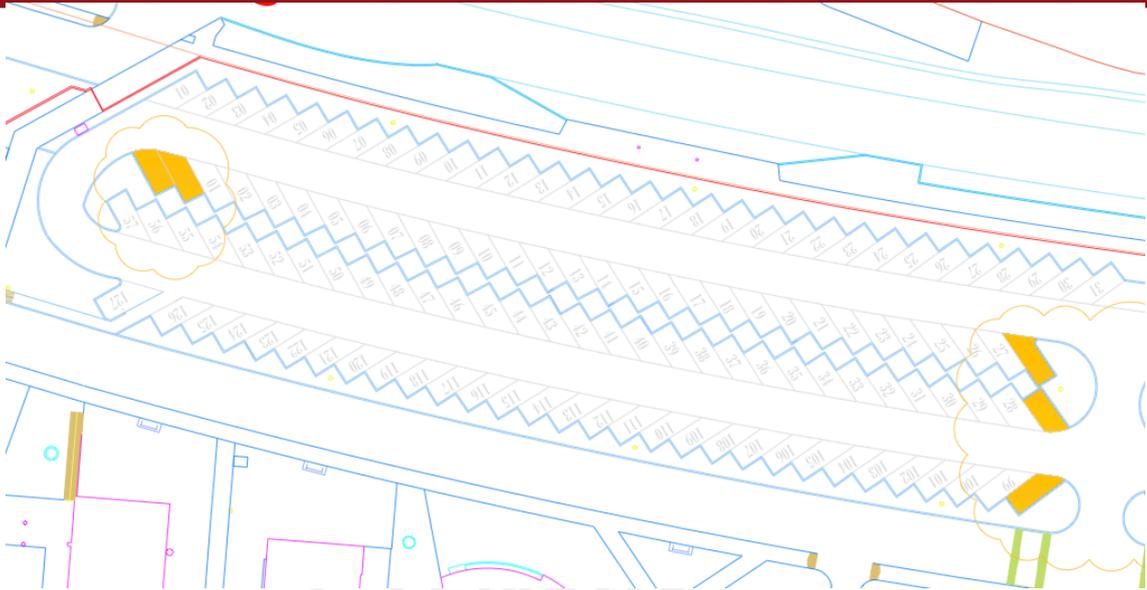


Imagen 10-4. Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte - Hacia Sur
Imagen tomada del Plano del Estacionamiento facilitado por la PUCP

Luego de obtener toda la información de las grabaciones, así como del número de espacios disponibles en la playa de estacionamiento, se procedió a realizar el conteo manual en el período de 15 minutos de mayor demanda. El período que se estableció como el de mayor demanda fue de 4:30 pm a 4:45 pm. Este conteo tomó en cuenta el número de vehículos que ingresaron a la playa de estacionamiento en búsqueda de un lugar para estacionarse, así como los que siguieron de largo para estacionarse en la playa de estacionamiento del Polideportivo. Puesto que la mayoría de usuarios que se estacionan en el Polideportivo, lo hacen por la carencia de espacios disponibles en la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte. Este conteo se realizó el día 6 de junio y se encontró que 36 buscaban un lugar donde estacionarse en ese lapso de 15 minutos.

11.2 Propuesta de Mejora

La playa de estacionamiento Riva Agüero Norte tiene una demanda alta de espacios para estacionamiento. En el análisis previo se pudo determinar que en el período de tiempo que se determinó como el de mayor demanda hacían falta 36 espacios para estacionamiento aproximadamente. Por esta razón, se plantea

implementar un sistema de estacionamiento inteligente que permita albergar 30 vehículos más. De manera que la demanda pueda ser satisfecha casi en su totalidad durante todo el día.

La propuesta de mejora consiste en implementar un sistema de estacionamiento inteligente denominado Sistema Mecánico PS001. Hay diversas razones por las que se ha optado por este sistema: En primer lugar, en el país se cuenta con empresas que instalan este sistema. En segundo lugar, es un sistema de fácil construcción, instalación y operación. Finalmente, frente a los diversos sistemas con los que se cuenta en el mercado, este es un sistema de bajo costo. Este sistema se ubica sobre el nivel del suelo, lo cual permite evitar el costo de excavación del sistema PJS, por ejemplo.

Se plantea ubicar este sistema inteligente en el espacio vacío que se encuentra al costado de la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte – Hacia Norte. Este espacio se indica en la imagen mostrada a continuación:

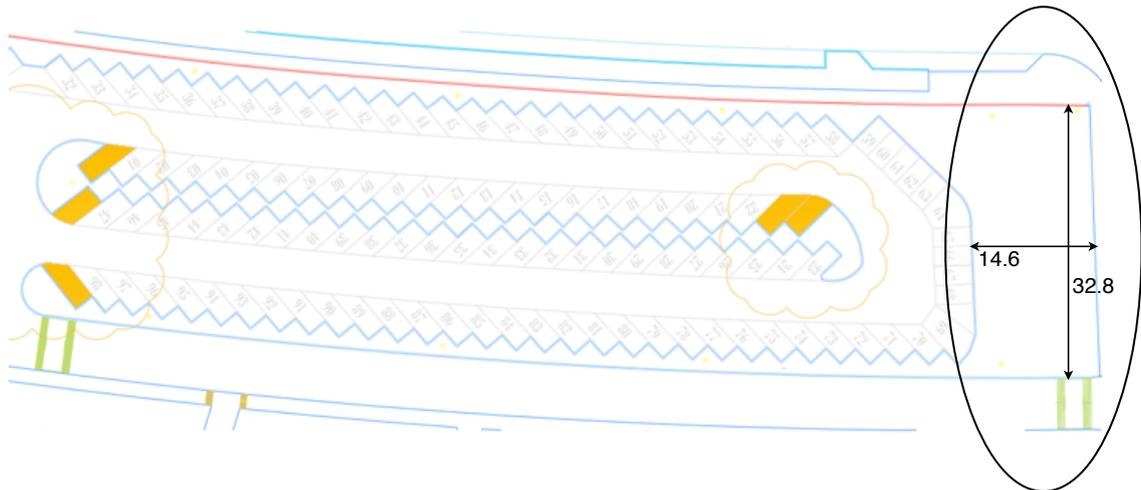


Imagen 10-5. Playa de Estacionamiento Riva Agüero Norte - Hacia Norte
Imagen tomada del Plano del Estacionamiento facilitado por la PUCP

El espacio disponible para la instalación del sistema posee 32.8 metros de ancho y 14.6 metros de largo, como se indica en la imagen anterior. Las dimensiones requeridas para un vehículo por el sistema PS001 son de 2.82 metros de ancho y aproximadamente 5 metros de largo. Esto hace posible instalar un sistema

PS001 de 3 niveles que albergue 10 vehículos por nivel. Así, se contará con 30 espacios de estacionamiento adicionales en la playa de estacionamiento, cubriéndose la demanda casi en su totalidad durante todo el día. La razón por la que no se plantea implementar un sistema con mayor capacidad, es porque la mayor parte del día se podrá cubrir la demanda con los 30 espacios de estacionamiento adicionales disponibles.

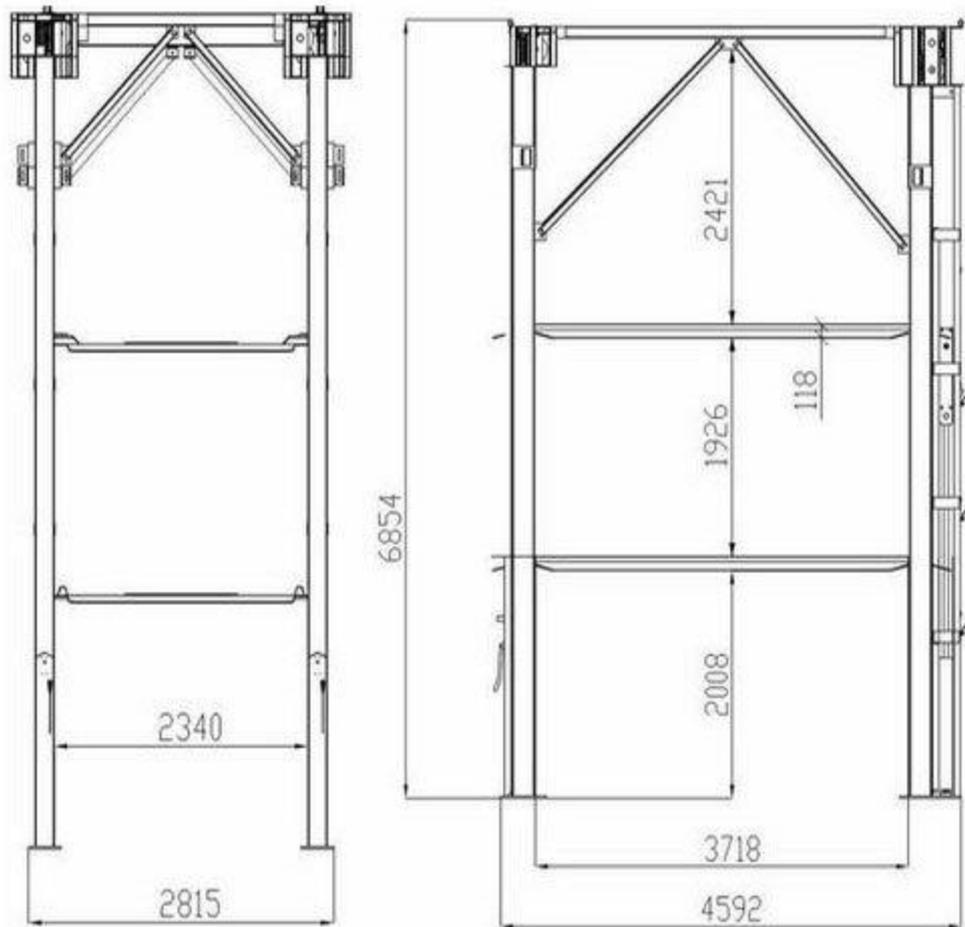


Imagen 10-6. Dimensiones del sistema PS001 de tres niveles

Fuente: <http://www.parkingsolutions.com.pe>

El costo del Sistema Mecánico PS001 de tres niveles es de aproximadamente US\$ 12,500 + IGV por cada sistema de tres niveles. Este costo incluye el equipo y su instalación. Esto generaría un costo total de \$ 125,000 + IGV.

11.2.1 Sistema de Operación

El sistema de operación del sistema a instalar constaría de diversas estrategias para que el funcionamiento del estacionamiento sea el más eficaz posible. En primer lugar, se propone contar con acomodadores que serán los que coloquen y retiren los vehículos en el sistema de estacionamiento inteligente. De esta manera, los usuarios de los vehículos no tendrán que esperar varios minutos para poder estacionar y retirar sus vehículos; evitándose, así, grandes colas y malestar por parte de los usuarios.

En segundo lugar, se plantea reservar diez espacios de estacionamiento para los vehículos que serán ubicados en el sistema inteligente. Esto evitará la congestión de vehículos en tiempos de gran demanda, en los cuales los acomodadores no se den abasto para recibir los vehículos apenas lleguen al estacionamiento.

Se plantea que el sistema de operación sea el siguiente:

1. El usuario que ingresa a la playa de estacionamiento y cuyo vehículos será colocados en el sistema inteligente se estaciona en uno de los diez estacionamientos reservados.
2. El usuario entrega la llave de su vehículo a uno de los acomodadores, y este le entrega un ticket.
3. Los acomodadores trasladan el vehículo al sistema inteligente.
4. Cuando el usuario desea recoger su vehículo, entrega el ticket que recibió al acomodador.
5. El acomodador va a recoger el vehículo del sistema inteligente y lo entrega al usuario. Debido a que este es un sistema dependiente, es posible que sea necesario mover uno o dos vehículos para poder acceder a otro.

12 Conclusiones y Recomendaciones

Se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica extensa de los sistemas inteligentes de estacionamiento, las tecnologías y sistemas de control de estacionamiento y de los indicadores de parqueo disponibles en el mercado. Así mismo, se ha llevado a cabo un caso de estudio. Esto ha hecho posible establecer diversas conclusiones y recomendaciones.

Existen diversos sistemas inteligentes de estacionamiento que se pueden aplicar en cualquier parqueo. Estos sistemas permiten aumentar la capacidad del estacionamiento, pues requieren de una menor área para su instalación y pueden poseer diversos niveles. De esta manera, se puede satisfacer una mayor demanda. Así mismo, el costo y la facilidad de instalación son valores agregados para optar por un sistema inteligente.

El sistema que se decida instalar dependerá del área disponible para el estacionamiento, del tipo del garaje y del número de estacionamiento que se deseen proveer.

El uso de un sistema inteligente de estacionamiento frente a un sistema convencional posee diversas ventajas:

Optar por un sistema inteligente puede ser considerablemente más barato que optar por un sistema convencional de estacionamiento. Además, los sistemas inteligentes de estacionamiento son de fácil instalación. Esto hace posible que el tiempo de construcción y de instalación de un sistema inteligente sea considerablemente menor que la construcción de un garaje de estacionamiento convencional.

Asimismo, el uso de un sistema inteligente de estacionamiento permite optimizar de una mejor manera el espacio disponible para estacionamiento aumentando, así, la capacidad. Debido a que requiere un área considerablemente menor que un parqueo convencional, permite satisfacer una mayor demanda en un espacio dado.

Por otro lado, algunos sistemas inteligentes poseen mesas giratorias, las cuales hacen posible que el vehículo sea entregado al usuario mirando hacia el frente. Esto permite que los usuarios puedan salir de una manera más sencilla y más rápida del estacionamiento. Esto genera confort en los usuarios. Así mismo, los vehículos se encuentran más seguros que en un sistema convencional, pues es más difícil acceder a los mismos. Además, los usuarios no deben permanecer largo períodos de tiempo buscando estacionamiento; por el contrario, estos dejan los vehículos y los sistemas automáticos los ubican en sus determinadas ubicaciones.

Por último, la gran mayoría de sistemas inteligentes son amigables con el medio ambiente y poseen niveles bajos de ruido.

Respecto a las tecnologías, sistemas de control, y la señalización de disponibilidad en parqueos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

El uso de sistemas y tecnologías de control hace posible regular el flujo de ingreso y de salida de vehículos de los estacionamientos. Así mismo, posibilita el cobro a los usuarios por el tiempo de uso de los mismos. Esto permite la rotación de vehículos, lo cual hace posible que una mayor cantidad de usuarios puedan hacer uso del estacionamiento.

Los indicadores de parqueo ayudan a los usuarios del estacionamiento a encontrar un lugar de parqueo de una forma más rápida. Estas tecnologías no sólo son una forma eficaz de reducir la congestión dentro de los estacionamientos y en los accesos de los mismos; sino que, además, generan confort en los usuarios, pues estos no pierden gran parte de su tiempo en la búsqueda de un lugar donde parquarse.

La congestión se reduce haciendo uso de estas tecnologías, debido a que no se generan grandes colas dentro del estacionamiento producto de los usuarios que buscan estacionamiento.

Existen en el Perú empresas que instalan algunos de los sistemas inteligentes mencionados en el presente trabajo de tesis, tales como: Sistema PJS, Sistema PS001, entre otros. Esto hace posible optar por un sistema inteligente, en lugar de optar por un sistema de estacionamiento convencional.

Es recomendable evaluar los diversos sistemas inteligentes de estacionamiento, así como las tecnologías disponibles antes de definir que sistema y/o tecnología se utilizará. Esto, debido a que, no todas las tecnologías son aplicables a todos los lugares.

Se plantea instalar un sistema inteligente PS001 en la playa de estacionamiento Riva Agüero Norte para aumentar la capacidad y así, aumentar la oferta de estacionamientos para poder satisfacer la demanda de los mismos. El costo que el equipo y la instalación de dicho sistema generaría sería de \$125,000 + IGV.

Finalmente, es importante mencionar que la tendencia de la gestión del transporte es desincentivar el uso del auto particular y promover el uso del transporte público masivo. Esto está frecuentemente ligado al diseño de estacionamientos en la periferia de la ciudad (Park & Ride en destino) o al diseño de estacionamientos cerca de las estaciones del transporte público masivo (Park & Ride en origen). En ambos casos es necesario optimizar el uso de los estacionamientos.

13 Bibliografía

1. **5BY2 Parking – Next Generation in Parking**
Reino Unido. 2013
<http://www.5by2parking.com> [Consultado el 9 de junio de 2013]
2. **Alarcón Bermudez, R**
Estacionamientos. 2012
<http://www.slideshare.net/alarconbermudez/estacionamientos-2>
[Consultado el 12 de junio de 2013]
3. **Automotion Parking Systems**
USA
<http://www.automotionparking.com/products.php> [Consultado el 7 de abril de 2013]
4. **CAL Y MAYOR, Rafael**
1986. Estacionamientos
Asociación Mexicana de Caminos – 156 páginas
5. **CROSS Company**
Road Traffic Technology
República Checa
<http://www.cross.cz/en/parking-systems> [Consultado el 14 de abril de 2013]
6. **Eto & Global Inc**
Round Automated Parking Systems – Japón. 2013
<http://e-globalparking.com> [Consultado el 14 de junio de 2013]
7. **Ginsatec S.A. de C.V.**
Soluciones en Control Inteligente
<http://www.ginsatec.com.mx/> [Consultado el 13 de abril de 2013]
8. **Hunan Disheng Industry Equipment Co., Ltd**
China

<http://www.dsautoparking.com/> [Consultado el 13 de abril de 2013]

9. Intelligent Parking by Delcan Technologies

USA

<http://www.intelligentparking.com> [Consultado el 14 de abril de 2013]

10. J Bern Grush

Parking by Satellite. Intertraffic World, Annual Showcase 2011

<http://www.berngrush.com/downloads/ParkingBySatellite.pdf> [Consultado

el

14 de abril de 2013]

11. Movilidad Urbana

Argentina

<http://www.movilidadurbana.com.ar/> [Consultado el 12 de abril de 2013]

12. MTC – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial – El Peruano,
Febrero 2006

<http://www.proviasdes.gob.pe/normas/proyecto.pdf> [Consultado el 12 de
junio de 2013]

13. Park Help

Mobility & Sustainability Solutions

<http://www.parkhelp.com/> [Consultado el 14 de abril de 2013]

14. Parkmatic – Division of Parking in Motion, Inc.

USA. 2011

<http://www.parkmatic.com/> [Consultado el 1 de junio de 2013]

15. Parx

Wise Parking Solutions

<http://www.parxglobal.com/solutions/easypark-system.aspx> [Consultado
el 13 de abril de 2013]

16. PFC Controls

Automatizaciones y Control de Acceso

USA

<http://www.pfcontrols.com/> [Consultado el 13 de abril de 2013]

17. Plus Park

Sistemas para la Optimización del Espacio de Estacionamiento

<http://www.plus-park.com.ar/> [Consultado el 6 de abril de 2013]

18. Power Electronics

India

<http://www.powerelectronics.co.in/> [Consultado el 13 de abril de 2013]

19. QuimiNet.com

Información y Negocios Segundo a Segundo

<http://www.quiminet.com/articulos/las-barreras-de-estacionamiento-mejoran-la-seguridad-y-control-de-acceso-2638643.htm> [Consultado el 14 de abril de 2013]

20. Real Academia Española

Diccionario de la Lengua Española. Vigésima Edición.

www.rae.es [Consultado el 12 de junio de 2013]

21. Robotic Parking Systems, Inc

USA (1994 – 2013)

<http://www.roboticparking.com/> [Consultado el 12 de abril de 2013]

22. SIC Transcore

Argentina. 2012

<http://www.sictranscore.com.ar> [Consultado el 14 de abril de 2013]

23. Skyline Parking

Suiza. 2013

<http://skyline-parking.com> [Consultado el 22 de junio de 2013]

24. Stolzer – Automated Parking. Quite simple

Alemania. 2013

<http://www.stolzer.com/> [Consultado el 22 de junio de 2013]

25. Tecton – Arquitectura y Dirección

México. 2011

<http://tectonayd.com> [Consultado el 22 de junio de 2013]

26. T.I.B.A Parking Systems

USA. 2011

<http://www.tibaparking.com/> [Consultado el 22 de junio de 2013]

27. Tu Estacionamiento.com

Venezuela. 2010

<http://www.tuestacionamiento.com/> [Consultado el 12 de junio de 2013]

28. Universidad de Chile

Gestión de Estacionamientos – Conceptos Básicos. Curso: Ingeniería de Tránsito

http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/clase28_gestion_estacionamiento.PDF

[Consultado el 12 de junio de 2013]

29. Viapark

Italia. 2005

<http://www.viapark.it/> [Consultado el 23 de junio de 2013]

30. Wöhr

Alemania

<http://www.woehr.de/en/> [Consultado el 23 de junio de 2013]

31. WPS – Pioneers in Parking Solutions

Holanda. 2013

<http://www.wpsparkingsolutions.com/> [Consultado el 13 de abril de 2013]

32. Parking Solutions SAC

Perú

<http://www.parkingsolutions.com.pe> [Consultado el 6 de setiembre de 2013]