



Universidad de Valparaíso
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Administración de Negocios Internacionales

GNSS: INDUSTRIA Y OPORTUNIDADES

CONOCIENDO LA INDUSTRIA, APLICACIONES
Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS DE LOS SISTEMAS
DE NAVEGACIÓN GLOBAL POR SATÉLITE

Autora
Andrea Victoria Ordenes Espíndola

Informe de Tesis presentado a la Carrera
de Administración de Negocios Internacionales
de la Universidad de Valparaíso para optar
al Grado de Licenciado en Negocios Internacionales.
Título Profesional de Administrador de Negocios Internacionales

Profesor Guía: Galo López Zúñiga
Viña del Mar, Marzo de 2012

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme todo lo que siempre he necesitado y mucho más, y sobre todo le agradezco ahora por poner a la gente ideal en mi camino, gente que me guió, apoyó y motivó para poder cumplir el objetivo de terminar esta Carrera.

A mi profesor guía, el Sr. Galo López, quien tuvo la paciencia de esperarme y guiarme en este proceso. Gracias, Profesor.

A todos los profesores que fueron parte de esta carrera y a todos quienes trabajan en ella y que hicieron mi experiencia en la Universidad inolvidable, especialmente a Samy, quien siempre me ofreció una sonrisa cuando me veía. No creo que haya alumno de esta carrera que no valore eso.

A Carles Fernández Prades, por su paciencia para enseñarme a entender todo lo relacionado a GNSS. Tal vez sin él esto hubiese sido posible igual, pero definitivamente hubiese sido mil veces más complejo. Gracias por todo.

A Carlos Avilés, el “rock star” de esta Tesis, por compartir su experiencia con todos quienes la lean.

A mi familia por alentarme en incluso empujarme muchas veces durante estos años a seguir adelante, sobre todo a mis abuelos David y Mercedes, que siempre se sintieron orgullosos de mi. A mis hermanas, en especial a Alejandra por su apoyo y sus oraciones y mis sobrinos por ser una de mis mayores motivaciones para querer superarme a mí misma. A mi Mamá: No sabes cuánto hubiera querido que mi papá viera este momento, pero estoy agradecida de que lo puedas ver tú.

A mis amigos, todos aquellos que me dieron ánimo cuando estuve en este proceso. En especial a Cristián Castro B., Hugo Manzo y Leo Torres Rosal quienes tomaron de su tiempo para ayudarme. Y muchas gracias a toda la gente del TEC de Monterrey Campus Querétaro por todo su apoyo, en especial a toda la gente de la Oficina de Programas Internacionales, quienes son algunos de los muchos amigos que conocí ahí.

“El agradecimiento es la memoria del corazón”. J.B. Massieu

Acrónimos

- **AEP:** Architecture Evolution Plan.
- **AIS:** Automatic Identification System.
- **ANSP:** Air Navigation Service Providers.
- **AOPA:** Aircraft Owners and Pilots Association.
- **ARPU:** Average Revenue Per User.
- **BMCS:** Backup Master Control Station.
- **CA:** Aviación comercial.
- **CAGR:** Compound Annual Growth Rate.
- **CANSO:** Civil Air Navigation Services Organization.
- **CAPEX:** CAPital EXpenditures.
- **CDMA:** Code Division Multiple Access.
- **COMPASS:** GNSS de la República Popular China (también conocido como Beidou-2).
- **CTTC:** Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya.
- **DAAS:** Distress Alerting Satellite System.
- **DNSS:** Sistema de Navegación Satelital de la Defensa.
- **DOD:** Department of Defense.

- **EE.UU:** Estados Unidos.
- **EGNOS:** European Geostationary Navigation Overlay Service.
- **FOC:** Full Operational Capability.
- **GAGAN:** GPS and Geo Augmented Navigation.
- **GAs:** Ground Antennas.
- **GBAS:** Ground Based Augmentation Systems.
- **GIS:** Geographic Information Systems.
- **GNSS:** Global Navigation Satellite Systems.
- **GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.
- **GSA:** European GNSS Agency.
- **HP:** High Precision.
- **I+D+i:** Investigación, Desarrollo e Innovación.
- **ICAO:** International Civil Aviation Organization.
- **IOC:** Initial Operating Capability.
- **IT:** Information Technology.
- **L-AII:** Legacy Accuracy Improvement Initiative.
- **LADO:** Launch and Early Orbit, ANomaly Resolution, and Disposal Operations.
- **LBS:** Location Based Services.

- **LCS:** Launch Checkout System.
- **LORAN:** Long Range Navigation.
- **MCS:** Master Control Station.
- **MEO:** Medium Earth Orbit.
- **MSAS:** Multi-functional Satellite Augmentation System.
- **MS:** Monitor Station.
- **NRL:** Laboratorio de Investigación Naval.
- **OCS:** Operational Control System.
- **OCX:** Operational Control System.
- **OPEX:** OPerational EXpenditure.
- **OSD:** Oficina del Ministerio de Defensa.
- **PND:** Personal Navigation Devices.
- **PNT:** Positioning, Navigation and Timing.
- **POI:** Points of Interest.
- **PPS:** Precision Positioning Service.
- **PTC:** Positive Train Control.
- **RTK:** Real Time Kinematics.
- **SA:** Selective Availability.

- **SBAS:** Satellite-Based Augmentations Systems.
- **SESAR:** Single European Sky ATM Research.
- **SMS:** Short Message Service.
- **SP:** Standard Precision.
- **SPS:** Standard Positioning Service.
- **TCAC:** Tasa de Crecimiento Anual Compuesto.
- **TDOA:** Time Difference of Arrival.
- **UE:** Unión Europea.
- **USA:** United States of America.
- **UTC:** Universal Time Coordinated.
- **UTEM:** Universidad Tecnológica Metropolitana.
- **WAAS:** Wide Area Augmentation System.

Índice general

Agradecimientos	III
Acrónimos	v
Introducción	1
1. Objetivos y Metodología de Trabajo	5
1.1. Objetivos	5
1.1.1. Objetivo General	5
1.1.2. Objetivos Específicos	6
1.2. Metodología de Trabajo	6
1.2.1. Documentación	6
1.2.2. Entrevistas	7
1.2.3. Planificación	8

2. Estado del Arte y Perspectivas de Futuro	11
2.1. Introducción a los Sistemas de Navegación Global por Satélite	11
2.2. Implementaciones de GNSS	14
2.2.1. Global Positioning System	14
2.2.2. GLONASS	16
2.2.3. Galileo	19
2.2.4. COMPASS	20
2.3. Fundamentos Tecnológicos de GPS	21
2.3.1. Segmento Espacial	21
2.3.2. Segmento de Control	27
2.3.3. Segmento de Usuario	29
2.4. Novedades Inminentes en GNSS	33
2.4.1. Modernización de GPS	33
2.4.2. Sistemas de Aumento basados en Satélites	40
2.4.3. Sistemas de Aumento Terrestre (Ground Based Augmentation Systems, GBAS)	42
3. Aplicaciones	45
3.1. Introducción	45
3.2. Aplicaciones en Transporte de Carga	48

3.2.1.	Transporte Terrestre	48
3.2.2.	Aplicaciones en Transporte Marítimo	53
3.2.3.	Transporte por Ferrocarril	57
3.2.4.	Aplicaciones en Aviación	60
3.2.5.	Aplicaciones en Agricultura de Precisión	62
3.3.	Servicios Basados en la Localización	63
3.3.1.	Entretenimiento	63
3.3.2.	Seguridad Personal	65
3.3.3.	Rastreo de Activos	66
3.3.4.	Puntos de Interés	67
3.3.5.	Seguimiento de Personas	68
3.3.6.	Información Basada en el Contexto Geográfico	71
3.3.7.	Publicidad	72
3.3.8.	Aplicaciones en Desarrollo	72
4.	Una mirada a la Industria entorno a los GNSS	75
4.1.	Definición de la Industria	75
4.2.	Expectativas de Crecimiento de la industria GNSS	76
4.2.1.	Transporte terrestre	80

4.2.2. Aviación	84
4.2.3. Agricultura	88
4.2.4. Location Based Services (LBS)	92
5. Aplicaciones y orientaciones comerciales de GNSS	101
5.1. Transporte	102
5.1.1. Manejo de carga	102
5.1.2. Gestión de flotas	105
5.2. Agricultura de precisión	107
5.3. Aviación	113
5.4. Servicios basados en la localización	115
Conclusiones	123
Bibliografía	125

Índice de figuras

2.1. Órbitas de los satélites GPS a escala	16
2.2. Desarrollo de la implantación de Galileo.	20
2.3. Lanzamientos de satélites de la constelación COMPASS	22
2.4. Satélite del Bloque IIA	23
2.5. Satélite del Bloque IIR	23
2.6. Satélite del Bloque IIR(M)	24
2.7. Satélite del Bloque IIF	25
2.8. Satélite del Bloque III	26
2.9. Representación geográfica del segmento de Control de GPS	28
2.10. Descripción de precisión de PPS.	31
2.11. Descripción de precisión de SPS.	32
2.12. Línea de tiempo del plan de modernización del Segmento Espacial de GPS	33
2.13. Segunda Señal Civil: L2C.	35

2.14. Tercera señal Civil: L5.	36
2.15. Cuarta Señal Civil: L1C.	37
3.1. Tipos de aplicaciones y usuarios.	46
3.2. Aplicaciones en Transporte Terrestre	49
3.3. Aplicaciones en transporte marítimo.	53
3.4. Aplicaciones en aviación.	61
3.5. Foursquare.	64
3.6. Geocatching.	65
3.7. Geofencing.	66
3.8. Captura de pantalla de Google Places: Categorías para la búsqueda	68
3.9. Captura de pantalla de Google Places: Información del lugar buscado . . .	69
3.10. Captura de pantalla de Google Places: Localización del lugar en Google Maps	69
3.11. Vista de la etapa de posicionamiento en el mapa de Around Me.	70
3.12. Captura de pantalla de Google Latitude para iPhone	70
4.1. Tamaño global del mercado GNSS (en billones de Euros).	77
4.2. Mercado Núcleo de GNSS por mercado (de acuerdo a los ingresos acumu- lados entre 2010-2020)	78
4.3. Participación del mercado GNSS de acuerdo al origen de empresas.	79

4.4. Envíos hacia la UE y penetración en la UE (%) de dispositivos GNSS.	79
4.5. Cadena de Valor de PND.	80
4.6. Envíos mundiales (en millones de Unidades) y penetración (%) de bases GNSS instaladas en el sector de transporte terrestre.	82
4.7. Tamaño global del mercado GNSS (en billones de euros) y precios de dispositivos (en euros) del sector terrestre.	83
4.8. Cadena de valor del mercado de la Aviación.	84
4.9. Envíos (en miles de unidades) y penetración (%) de dispositivos GNSS a nivel mundial en el sector de la aviación.	86
4.10. Distribución de Aviación comercial (CA) versus la Aviación General (% de envíos).	86
4.11. Tamaño del mercado global de GNSS (millones de euros) y precios de dispositivos (en euros) para el sector de la aviación.	87
4.12. Penetración de GNSS en las aeronaves (%)	88
4.13. Cadena de Valor en la Agricultura de Precisión.	89
4.14. Envíos (en miles de unidades) y penetración (%) de GNSS instalado en dispositivos alrededor del mundo en el sector de la agricultura.	90
4.15. Tamaño del mercado global de GNSS (en millones de euros) y precios de dispositivos (euros) en el sector agrícola.	91
4.16. Envíos de dispositivos GNSS en el sector agrícola (miles de unidades) por región.	92

4.17. Número de envíos (en miles de unidades) y participación de mercado de las 3 fabricantes de <i>smartphones</i> más grandes (2010 y 2011).	93
4.18. Ventas de iPhones (millones) y aplicaciones disponibles (en miles).	94
4.19. Cadena de Valor LBS.	95
4.20. Envíos de celulares habilitados con GNSS (en millones de unidades) y pe- netración de GNSS en celulares a nivel mundial (%).	96
4.21. Tamaño del mercado global de GNSS (en billones de euros) y precios de dispositivos y gastos en servicios en el sector LBS (euros).	97
4.22. Distribución de ingresos: Dispositivos vs. Servicios (% de valor acumulado entre 2010 y 2020).	98
4.23. Penetración GNSS en teléfonos celulares.	99
4.24. Envíos de celulares habilitados con GNSS (millones de unidades) por región.	100
5.1. Extracto de página web Entel para solicitud de producto Entel GPS.	106
5.2. Extracto de página web Inducom, muestra de seguimiento de flota en Goo- gle Maps	107
5.3. Fondos para la difusión de tecnología en la agricultura	110
5.4. Participación de Productores PYMEX por región.	111

Introducción

El inicio de la Navegación, entendida como la ciencia y el arte de trasladarse de un punto a otro, se remonta a los inicios de la civilización: según la tradición oral china, la brújula fue descubierta y utilizada en la guerra en situaciones de niebla incluso antes de los primeros registros históricos escritos. Éstos se inician en el S. XIII con la introducción de la brújula magnética, y evoluciona con el astrolabio¹ (1484), el sextante² (1757), el uso de faros y boyas, y el cronómetro apto para uso marino (1764).

El uso de las ondas electromagnéticas par determinar la posición fue propuesto en 1902 con la primera patente de sistema de detección de la dirección de llegada de una señal de radio. El desarrollo de la tecnología se aceleró en la Segunda Guerra Mundial, y en 1960 se iniciaron los primeros experimentos con satélites artificiales orbitando alrededor de la Tierra. Intuitivamente, pueden imaginarse como modernos radiofaros que el ser humano ha logrado poner en el cielo para que tengan mayor visibilidad.

¹No especificado: Astrolabio, definición del diccionario de la Real Academia Española, http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=astrolabio, 06.03.12, 20:50 h.

²Íd.: Sextante, definición del diccionario de la Real Academia Española, http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=astrolabio, 06.03.12, 20:50 h.

El sistema de posicionamiento más popular hoy en día, conocido por *Global Positioning System* o simplemente GPS, se inició en 1973 con propósitos militares y lanzó su primer satélite en 1978, contando con 24 satélites operacionales hoy en día. Rápidamente surgieron otras iniciativas que han desembocado en el sistema GLONASS ruso (iniciado en 1976 y actualmente operativo con 24 satélites), el europeo Galileo (será operativo entorno a 2016) o COMPASS en la República Popular China. El conjunto de estos sistemas recibe el nombre genérico de *Global Navigation Satellite Systems*, o GNSS, y actualmente es una herramienta fundamental en áreas tan importantes de la economía como el transporte de personas y bienes (por tierra, aire y mar), el control de maquinaria, la construcción, la gestión de redes energéticas, la agricultura, la minería, la pesca y un largo etcétera. Se trata de una tecnología habilitadora de una gran cantidad de nuevos modelos de negocio y optimización de los existentes.

En los próximos cinco años el panorama tecnológico de la localización experimentará una revolución debido a la implantación del nuevo sistema europeo Galileo, bajo control civil y calidad de servicio garantizada, y la modernización de GPS y GLONASS. La disponibilidad de estos sistemas permitirá una precisión y seguridad en la veracidad de los datos muy por encima de los actuales, habilitando nuevas posibilidades de negocio. Es por esto que los profesionales de los negocios internacionales deben tener conocimiento de esta materia, ya que a un futuro no lejano, se transformará en un parámetro vital para los negocios globales y no entender su importancia es una desventaja como profesional. Debido a esta realidad, el objetivo de esta Tesis es mostrar esta industria y sus aplicaciones, de tal manera que se logre dimensionar los beneficios que ofrece a distintas industrias y las oportunidades de negocio. El planteamiento para lograr este objetivo ha sido explicar de manera entendible los avances que se han hecho tecnológicamente con GNSS, mostrar algunas aplicaciones para ejemplificar sus usos y analizar el mercado financiera-

mente con el objetivo de comprobar lo atractiva que es. Estos objetivos se plantean en el Capítulo 1 para que el lector pueda hacerse una idea general del contenido de esta Tesis. Por otra parte, en el Capítulo 2 se expone cuál es el estado del arte de la tecnología y cuales son los avances que tendrá a mediano plazo, pudiendo darse cuenta así de que las mejoras implementadas en su infraestructura se verán reflejadas en aplicaciones mejores y más rentables. En el Capítulo 3 se dan ejemplos de estas aplicaciones clasificadas por la industria en la que están siendo aplicadas. El Capítulo 4 muestra financieramente el atractivo de la industria a través de datos cuantitativos analizados durante esa misma sección. Finalmente, el Capítulo 5 profundiza en algunas aplicaciones para exponer su utilidad comercial y beneficios. La Tesis termina en las Conclusiones.

En resumen, el lector puede esperar terminar el texto con un conocimiento mucho más amplio sobre esta creciente tecnología, lo cual se traducirá en una ventaja a la hora de hacer negocios, gestionarlos, o crear nuevos modelos comerciales.

Capítulo 1

Objetivos y Metodología de Trabajo

1.1. Objetivos

En todo ámbito, el planteamiento de objetivos es vital para lograr cosas. Este trabajo no es la excepción y a continuación se formularán cuáles son los objetivos para el desarrollo del mismo y qué es lo que se puede esperar de su lectura.

1.1.1. Objetivo General

Mostrar la industria y las oportunidades de negocio alrededor de la tecnología de Sistemas de Navegación Global por Satélite (*Global Navigation Satellite Systems*, en adelante GNSS) para crear conciencia al respecto y tomar ventaja de ella.

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Identificar y describir en forma general los desarrollos tecnológicos de posicionamiento que han permitido nuevos modelos de negocio y estilos de vida.
2. Señalar las áreas de aplicación y tendencias comerciales en I+D+i.
3. Analizar económicamente los 4 ámbitos industriales de mayor relevancia en los cuales se ha insertado GNSS como tecnología habilitadora de nuevos modelos de negocio.

1.2. Metodología de Trabajo

La metodología empleada para el desarrollo de esta Tesis se ha basado en dos procedimientos: documentación y entrevistas. A continuación se expone una breve descripción de las fuentes para ambos.

1.2.1. Documentación

A través del análisis de distintos documentos se logró recopilar información vital para poder lograr los objetivos planteados anteriormente. Esta documentación se obtuvo a través de métodos como la búsqueda en línea, libros y presentaciones y artículos oficiales. En línea se obtuvo toda la información oficial de entidades como GPS (<http://www.gps.gov>), GSA (<http://www.gsa.europa.eu>, que es la entidad a cargo de GALILEO y EGNOS) y GLONASS (<http://www.glonass-center.ru/en>). También, vía *online* se pudo obtener información de páginas relacionadas a los GNSS y a las aplicaciones basadas en GNSS como lo son Inside GNSS (<http://www.insidegnss.com>) y GPS World (<http://www.gpsworld.com>).

[//www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com)), entre muchas otras. Por otro lado, el libro GPS: Principles and Applications¹ fue de gran ayuda, no solo para citar su contenido en este documento, sino para lograr un entendimiento de la materia de manera tal de poder crear un orden lógico para poder exponérsela al lector. En cuanto a presentaciones y artículos, a través del texto se encuentran citas relacionadas a este tipo de documento, siendo una de las presentaciones relevante en el texto “Reporte de Mercado de GNSS”, exposición en la cual se basa el Capítulo 5.

1.2.2. Entrevistas

Por otro lado, a modo de lograr entender de manera más profunda todos los contenidos tecnológicos de la presente Tesis, se realizaron una serie de entrevistas al Dr. Carles Fernández Prades, Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), entidad donde también realizó su doctorado en el área de Teoría de la Señal y Comunicaciones. Actualmente es investigador asociado del Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC) además de desempeñarse en el cargo de Director del Área de Subsistemas de Comunicaciones. Sus áreas de trabajo incluyen el procesado de señal y sistemas de posicionamiento, entre otros ámbitos.

El Dr. Fernández fue profesor visitante del Departamento de Electricidad de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) el año 2007 en Santiago, donde también colaboró en el desarrollo de diversos proyectos de radiocomunicación digital en terreno.

Autor de más de 50 artículos para revistas y congresos científicos internacionales, ha sido de gran apoyo para el desarrollo del presente documento, ya que el conocimiento

¹E. D. Kaplan y C. J. Hegarty: Understanding GPS: principles and applications, Boston, MA. 2006.

adquirido a través de las entrevistas ayudó a entender conceptos técnicos y fue un aporte vital en el diseño de la estructura de esta Tesis.

Por otro lado, también se entrevistó a Carlos Avilés, creador de la aplicación Rain Alarm, quien compartió su experiencia sobre el desarrollo y comercialización de una aplicación basada en GNSS.

1.2.3. Planificación

La planificación de cualquier documento de este tipo debe partir por la **elección de un tema**. En este caso, el tema de la aplicación de la tecnología en los negocios pareció una buena idea debido a lo relevante que es la tecnología en diversas industrias. En cuanto a GNSS, la idea de esta tecnología en especial surge de lo relevante que se está volviendo a nivel industrial como personal, con lo cual una Tesis al respecto presentaba la posibilidad de hacer un aporte al conocimiento general y específicamente de los profesionales de la carrera de Negocios Internacionales de esta casa de estudios. Una vez definido el tema a tratar, y debido al poco conocimiento colectivo que hay sobre las aplicaciones basadas en GNSS en distintos rubros, se formuló como **objetivo** general el “Analizar la industria y oportunidades de negocio alrededor de la tecnología GNSS”, de manera de identificar las aplicaciones de esta tecnología en industrias en las cuales su utilización ha aumentado y ver cuáles son las expectativas a mediano plazo con respecto a su crecimiento. Debido a la idea de presentar la realidad actual y futura y poder entenderla, la **metodología** escogida se basó en la documentación y en diversas entrevistas, de manera de acumular la mayor cantidad de información y conocimiento para plantear los capítulos. La **estructura** se estableció de manera tal de generar un orden lógico en la explicación de los aspectos tecnológicos, aplicaciones, estudio de la industria y el reconocimiento de oportunidades

de negocio para poder llegar a las conclusiones obtenidas. En total, el desarrollo de esta metodología más la planificación e investigación previa se realizó en un periodo de 6 meses.

En base a los objetivos, metodología y planificación, se creó una estructura adecuada para la exposición del tema, con la cual un lector que no esté familiarizado con esta tecnología pueda entender desde las bases de GNSS hasta los beneficios que una empresa puede obtener a través de sus aplicaciones. Es por esto que en el siguiente Capítulo se expondrán los aspectos técnicos en cuanto al estado del arte y las perspectivas de futuro de esta tecnología. Las mejoras a corto plazo en la infraestructura de GNSS harán que la industria GNSS se expanda, y con ella los negocios relacionados se verán beneficiados también.

Capítulo 2

Estado del Arte y Perspectivas de Futuro

2.1. Introducción a los Sistemas de Navegación Global por Satélite

La aplicación de ondas radioeléctricas para determinar una posición comienza en el siglo XX cuando se patenta el primer sistema de búsqueda de dirección en 1902. Durante la Segunda Guerra Mundial, se utilizaron sistemas terrestres de navegación hiperbólica operando a baja frecuencia, tales como Decca y LORAN. Navegación de Largo Alcance (*Long Range Navigation*, LORAN¹) es un sistema de navegación que se basa en el intervalo entre la recepción de señales de radio emitidas desde tres o más transmisores para determinar la posición de un receptor. Después de un tiempo, se realizó una versión más

¹No especificado: LORAN, <http://es.wikipedia.org/wiki/LORAN>, 12.09.2011, 17:25h.

avanzada llamada Loran-C, la cual fue diseñada para proveer servicios costeros en EE.UU y luego se expandió para incluir todo EE.UU continental y la mayor parte de Alaska. Se utilizaron veinticuatro estaciones pertenecientes a EE.UU en conjunto con estaciones canadienses y rusas para proveer cobertura en aguas canadienses y el Mar de Bering. Loran-C proporcionaba una precisión de 0.25 millas náuticas (460 metros). La mayoría de los receptores Loran usados en el mundo se utilizan en embarcaciones². Sin embargo, este sistema utilizado para la radionavegación marina fue cancelado recientemente, en 2010, debido al costo que le significaba al departamento de Seguridad Nacional de EE.UU.

La navegación satelital, a la cual nos referiremos genéricamente como Sistemas de Navegación Global por Satélite (*Global Navigation Satellite Systems*, GNSS), comenzó a principios de la década de 1960 con el sistema TRANSIT, el cual se basaba en la premisa de que si la posición del satélite era conocida y predecible, el desplazamiento Doppler (desplazamiento frecuencial debido a la velocidad radial entre emisor y receptor) se podría utilizar para localizar un receptor en tierra. TRANSIT fue diseñado por el Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad Johns Hopkins para la Armada estadounidense. Su desarrollo comenzó en 1958 y el primer satélite prototipo lanzado con éxito fue el TRANSIT 1B, el cual alcanzó órbita el 13 de Abril de 1960. Se necesitaba una constelación de 5 satélites para alcanzar cobertura global. Durante la operatividad del sistema, por lo menos 10 satélites se mantenían en órbita (5 de repuesto para los principales). Un usuario de TRANSIT cerca del Ecuador podía obtener una solución de navegación (es decir, posición, velocidad y tiempo del receptor del usuario, también llamado *PVT fix*) cada 110 minutos en promedio, mientras que uno a 80° de latitud podía obtener uno cada 30 minutos. Estas características eran adecuadas para la navegación por mar debido a las bajas velocidades, pero no para un avión o usuarios de dinámicas altas. Aún con las

²J. Proc: LORAN-C Introduction, http://jproc.ca/hyperbolic/loran_c.htm, 12.09.11, 18 h.

mejoras que fueron hechas, el sistema sólo logró proveer una precisión de aproximadamente 200 metros³. TRANSIT no tenía la capacidad de determinar mediciones de alta velocidad y en tiempo real⁴.

La carrera armamentista de la Guerra Fría y las necesidades militares asociadas, mayoritariamente relacionadas con la orientación de misiles, provocó la necesidad de un sistema de navegación más preciso y confiable, por lo cual la tecnología evolucionó rápidamente. Se propusieron distintas variantes al sistema TRANSIT para intentar alcanzar los atributos que se requerían. Simultáneamente, el Laboratorio de Investigación Naval (NRL por sus siglas en inglés) mantuvo experimentos con relojes espaciales altamente estables para alcanzar tiempo de transmisión preciso. Este programa se llamó TIMATION.

Al mismo tiempo que se buscaban mejoras para TRANSIT y se experimentaba con TIMATION, la Fuerza Aérea de EE.UU. concebía un sistema de posición satelital llamado SYSTEM 621B. Se suponía que el SYSTEM 621B proveería un servicio tridimensional global y continuo.

En 1969, la Oficina del Ministerio de Defensa (OSD) estableció el programa “Sistema de Navegación Satelital de la Defensa”, DNSS, para consolidar los distintos esfuerzos de cada servicio militar y formar un sistema en conjunto. La OSD también estableció el Grupo de Dirección Ejecutiva de Navegación Satelital, el cual tenía a cargo determinar la viabilidad del DNSS y planificar su desarrollo. A partir de esto, se formó el concepto del sistema NAVSTAR GPS, el cual fue desarrollado por GPS *Joint Program Office*, y

³No especificado: Transit (satellite), [http://en.wikipedia.org/wiki/Transit_\(satellite\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Transit_(satellite)), 12.09.11 18:20 h.

⁴Kaplan y Hegarty: Understanding GPS: principles and applications (seenote 1).

está a cargo de la Fuerza Aérea de EE.UU. Actualmente, el sistema se le conoce sólo con las siglas GPS⁵.

2.2. Implementaciones de GNSS

2.2.1. Global Positioning System

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés), es un sistema de radionavegación satelital perteneciente al Gobierno de Estados Unidos y operado por su Fuerza Aérea. GPS provee servicios de posicionamiento y sincronización de tiempo a usuarios militares y civiles de manera continua y mundial.

Los servicios que GPS provee de manera satelital pueden clasificarse en Posicionamiento, Navegación y Tiempo (*Positioning, Navigation and Timing*, PNT)⁶.

- **Posicionamiento:** La habilidad de determinar la localización y orientación de un individuo u objeto con precisión y exactitud en dos dimensiones (o tridimensionalmente cuando sea necesario) con referencia a un sistema de coordenadas geográficas determinado.
- **Navegación:** La habilidad de determinar la posición actual y la deseada (relativa o absoluta) y aplicar correcciones al curso, orientación y velocidad para alcanzar la posición deseada en cualquier lugar del mundo, desde lo subterráneo a la superficie y desde la superficie al espacio.

⁵Kaplan y Hegarty: Understanding GPS: principles and applications (**seenote** 1).

⁶No especificado: What is PNT?, <http://www.pnt.gov/101>, 14.10.11, 10:45 h.

- **Tiempo:** La habilidad de adquirir y mantener el tiempo de manera exacta y precisa desde el estándar del Tiempo Universal Coordinado (*Universal Time Coordinated*, UTC).

La constelación de GPS consiste en 24 satélites dispuestos en 6 planos orbitales con 4 satélites por plano. Una red de control terrestre monitorea la salud y el estado de los satélites. Esta red también carga información de navegación y otro tipo de datos en los satélites. La Capacidad de Operación Inicial (*Initial Operating Capability*, IOC) para GPS se alcanzó en Diciembre de 1993, al estar disponibles 24 satélites combinados entre prototipos y satélites en producción, y los servicios de determinación de posición y de tiempo cumplían con las precisiones predecibles especificadas asociadas al sistema. GPS logró la Capacidad de Operación Completa (*Full Operational Capability*, FOC) a principios de 1995, cuando la constelación de los 24 satélites en producción estaba en su lugar y se habían completado las pruebas al sistema de control terrestre y de sus interacciones con la constelación⁷.

Los satélites orbitan la tierra con una velocidad de 3.9 km por segundo y tienen un periodo de 12 horas en tiempo sidéreo, lo cual corresponde a 11 horas con 58 minutos en tiempo terrestre. Cada satélite rodea la tierra 2 veces por día. Esto significa que el mismo satélite alcanza una posición determinada aproximadamente 4 minutos antes cada día. La altura en que los satélites orbitan la tierra es de 20200 km aproximadamente, la cual se considera una Órbita de Altura Media (*Medium Earth Orbit*, MEO). Los satélites orbitan con una inclinación de 55° con respecto al plano ecuatorial. Esta disposición de las órbitas evita que muchos satélites estén por demasiado tiempo sobre los polos, sin embargo, las órbitas van lo suficiente hacia el norte y sur como para garantizar la disponibilidad de GPS

⁷Id.: Space Segment, <http://www.gps.gov/systems/gps/space>, 12.09.11, 19:00 h.

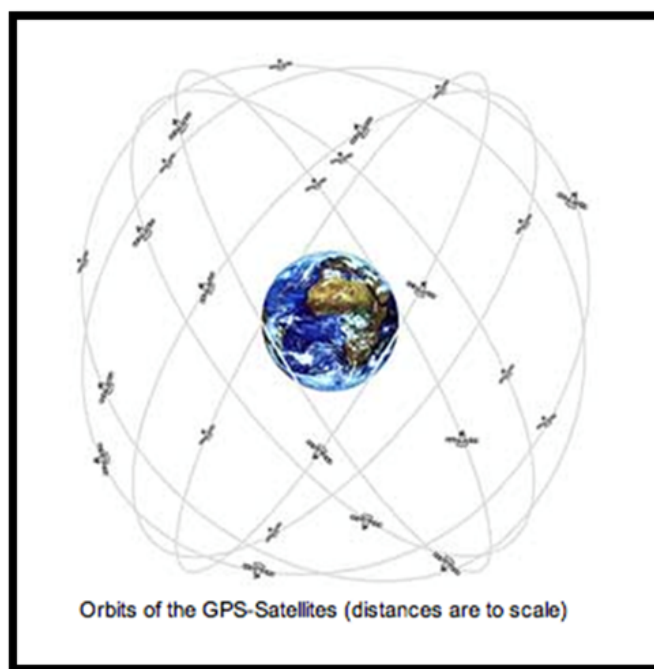


Figura 2.1: Órbitas de los satélites GPS a escala⁸

en las regiones polares. El número y disposición de los satélites garantiza que se puedan recibir por lo menos las señales de 4 satélites en cualquier momento en cualquier parte del mundo⁹. La Figura 2.1 muestra las órbitas de los satélites GPS, con las distancias representadas a escala.

2.2.2. GLONASS

La Federación Rusa también lanzó su proyecto de GNSS, controlado por las Fuerzas Espaciales Rusas, cuya constelación contiene 24 satélites GLONASS-M los cuales están

⁹No especificado: Space Segment (seenote 7).

dispuestos uniformemente en 3 planos aproximadamente circulares. La altitud de la órbita es de 19100 km, siendo el periodo de órbita de 11, 15 minutos y 45 segundos.

El proyecto comenzó a desarrollarse en 1976 y desde 12 de Octubre de 1982 se realizaron varios lanzamientos para llegar a completar el grupo de satélites en 1995. Sin embargo, y a pesar de que la constelación estaba completa, debido al colapso de la economía rusa, el proyecto se detuvo hasta que en el año 2000 se restauró bajo el mandato de Vladimir Putin. En el 2010, se logró la cobertura de todo el territorio ruso y en la actualidad se encuentran con cobertura global.

Veintitrés satélites GLONASS -M, la segunda generación de satélites de este sistema, se encuentran operacionales, y ya se están poniendo en órbita satélites de la próxima generación, los GLONASS -K, los cuales serán descritos posteriormente.

Señales:

- **GLONASS L1:** En esta banda se transmiten 2 tipos de señales: la de Precisión Estándar (*Standard Precision, SP*) y una señal encriptada de alta precisión (*Obfuscated high precision signal, HP*). El uso para usuarios civiles es gratuito. El uso de la señal HP debe ser aprobado por el Ministerio de Defensa de la Federación Rusa.
- **GLONASS L2:** El uso de esta señal comenzó con las operaciones de los satélites GLONASS-M el año 2001. Es una señal civil con el mismo código de precisión estándar como la L1.

El plan de modernización de GLONASS incluye buscar la interoperabilidad con otros GNSS.

Satélites en uso y a futuro

- **GLONASS-M:** Los Satélites GLONASS-M son la segunda generación de satélites y fueron lanzados originalmente en 2003. Tienen una vida útil de 7 años. Actualmente hay 22 satélites de esta generación operando.
- **GLONASS-K:** Los satélites GLONASS-K transmitirán mas señales de navegación para mejorar la precisión del sistema, incluyendo las señales nuevas CDMA (*Code Division Multiple Access*, CDMA) en las bandas L1 y L2. El equipo avanzado de estos nuevos satélites permitirá aumentar en un 100 % la precisión de GLONASS. El primer satélite de esta generación fue lanzado el 26 de Febrero de 2011.

Dos otros datos sobre GLONASS-K son el hecho de que los satélites pesan mucho menos que la generación anterior (750 kg versus 1450 kg de los GLONASS-M) lo cual permite que puedan ser lanzados de a dos y tiene una vida útil de 10 años, rebajando así el CAPEX y el OPEX.

Control Terrestre

El centro de Control Terrestre y de Estándares de Tiempo están localizados en Moscú y hay estaciones de seguimiento en Ternopil, San Petersburgo, Komsomolsk del Amur y Eniseisk.

2.2.3. Galileo

La Unión Europea tomó la decisión en 1998 de crear su propio sistema GNSS, independiente del estadounidense, el cual sería específicamente para uso civil y controlado por una entidad civil.

Al ofrecer servicios de acceso civil en tres bandas frecuenciales, Galileo tendrá la capacidad de entregar una precisión menor a un metro en tiempo real, proporcionando una alerta dentro de 6 segundos a los usuarios en caso de que no se pueda garantizar la precisión predeterminada, lo cual lo hace apto para aplicaciones relacionadas con la seguridad como aterrizajes de aviones.

La Constelación de Galileo comprende 27 satélites activos más 3 de repuesto, los cuales están distribuidos en 3 planos orbitales, con 9 satélites por órbita. La sección de control comprende de 30 a 40 estaciones de monitorización, 3 centros de control, 9 estaciones de subida de datos a los satélites y 5 estaciones de rastreo.

El plan de frecuencias para Galileo consta de 3 bandas: E1, E5 y E6¹⁰.

Durante el 2011 y 2012 se lanzarán 4 satélites (los dos primeros fueron lanzados el 21 de octubre de 2011 y ya están en servicio) y una vez terminado su periodo de validación en órbita, se lanzarán más satélites para completar la Capacidad Operativa Inicial a mitad de la misma década. Se espera que la capacidad operacional completa se alcance aproximadamente en 2020¹¹.

¹⁰C. Fernández-Prades/L. L.Presti y E. Falletti: Satellite Radiolocalization From GPS to GNSS and Beyond: Novel Technologies and Applications for Civil Mass-Market, en: Proceedings of the IEEE 99.11 (2011), págs. 1882-1904.

¹¹No especificado: What is Galileo?, <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>, 08.10.11, 18:20 h.

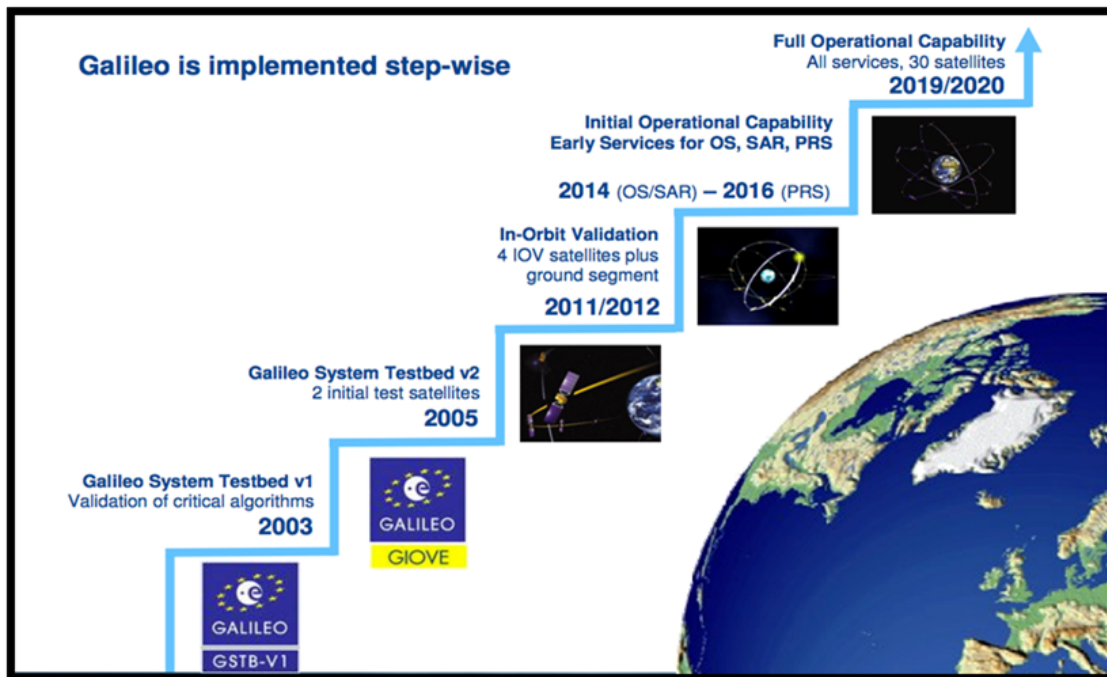


Figura 2.2: Desarrollo de la implantación de Galileo.

La Figura 2.2 muestra el desarrollo de la implementación de Galileo pasada, actual y a futuro.

2.2.4. COMPASS

COMPASS es el sistema Chino de navegación por satélite, el cual consistirá en 30 satélites más 5 satélites geoestacionarios (órbitas sobre el ecuador con la misma velocidad angular que la Tierra, es decir, permanecen aparentemente inmóviles desde la superficie terrestre). Los satélites no geoestacionarios estarán en órbitas de altura media en órbitas síncronas. El primer satélite fue lanzado el 31 de Octubre de 2000, el segundo el 21 de Diciembre del mismo año y el tercero el 25 de Mayo de 2003. Por otro lado, el primer

satélite de altura media (COMPASS M1) fue lanzado el 14 de Abril de 2007. El primer satélite geoestacionario (COMPASS-G2) fue lanzado el 15 de Abril del 2009 y el segundo, el G3, en Junio de 2010.

El área de control consistirá en una Estación de Control Maestra, dos estaciones de subida de datos y 30 estaciones de control.

Las bandas por las que transmitirá COMPASS serán 3: B1, B2 y B3¹².

En la Figura 2.3 vemos en la primera columna el nombre dado al satélite, en la segunda la fecha de lanzamiento, en la tercera el lugar de lanzamiento, en la cuarta el tipo de lanzadera espacial y en la última columna están los datos de la órbita de cada satélite.

2.3. Fundamentos Tecnológicos de GPS

2.3.1. Segmento Espacial

Las generaciones de satélites actualmente operacionales y las futuras son las siguientes

- **GPS Block IIA:** Block IIA es una versión mejorada de los GPS Block II que fueron lanzados en 1989-1990. El “II” se refiere a la segunda generación de satélites GPS, aunque Block II fue realmente la primera serie de satélites GPS operacionales. La “A” representa “avanzado”. El primer IIA fue lanzado en Noviembre de 1990 y el último en Noviembre 1997. Al 29 de Agosto de 2011 habían 10 satélites Block IIA

¹²Fernández-Prades/L.Presti y Falletti: Satellite Radiolocalization From GPS to GNSS and Beyond: Novel Technologies and Applications for Civil Mass-Market (**seenote** 10).

Public Name	Launch Date	Launch Centre	Launch Vehicle	Orbit
Beidou 1				
Beidou 1A	31 Oct 00	Xichang	CZ-3A	GEO 80°E
Beidou 1B	21 Dec 00	Xichang	CZ-3A	GEO 140°E
Beidou 1C	25 May 03	Xichang	CZ-3A	GEO 110.5°E
Beidou 1D	2 Feb 07	Xichang	CZ-3A	GEO 58.75°E
Beidou 2 (CNSS)				
Compass-M1	14 Apr 07	Xichang	CZ-3A	MEO ~21,500km
Compass-G2	15 Apr 09	Xichang	CZ-3C	GEO (failed)
Compass-G1	17 Jan 10	Xichang	CZ-3C	GEO 144.5°E
Compass-G3	2 June 10	Xichang	CZ-3C	GEO 84.7°E
Compass-IGSO1	1 Aug 10	Xichang	CZ-3A	GSO, 55° incl.
Compass-G4	1 Nov 10	Xichang	CZ-3C	GEO 160°E
Compass-IGSO2	18 Dec 10	Xichang	CZ-3A	GSO, 55° incl.
Compass-IGSO3	10 Apr 11	Xichang	CZ-3A	GSO, 55° incl.
Compass-IGSO4	27 July 11	Xichang	CZ-3A	GSO, 55° incl.

Figura 2.3: Lanzamientos de satélites de la constelación COMPASS¹³.

aun en la constelación de GPS, incluyendo dos que han operado por más de 20 años
 Sus características más importantes son:

- Código de Adquisición Primaria (C/A) para uso civil
- Código de Precisión P(Y) para usuarios militares
- Vida útil estimada de 7,5 años



Figura 2.4: Satélite del Bloque IIA

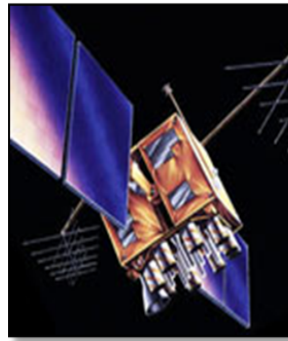


Figura 2.5: Satélite del Bloque IIR

- **GPS Block IIR:** La serie IIR fue producida para reemplazar a la Serie II/IIA debido a que los satélites de esta serie se degradaban gradualmente o excedían los años de vida útil previstos en el diseño. La “R” representa “Reposición”. El primer lanzamiento exitoso fue en Julio de 1997 y el último en Noviembre de 2004. En Agosto de 2011 había 12 satélites IIR en la constelación GPS, formando la columna vertebral de GPS junto con la Serie IIR (M). Mejoras principales:
 - Monitoreo de reloj a bordo.

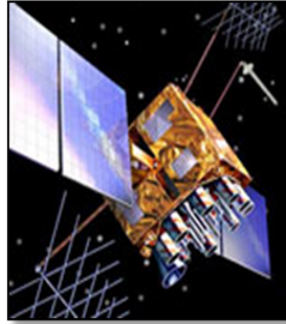


Figura 2.6: Satélite del Bloque IIR(M)

- **GPS Block IIR(M):** La serie IIR(M) es una versión mejorada de la serie IIR. La “M” en IIR(M) representa la palabra “Modernizado”, refiriéndose a las nuevas señales civiles y militares que se agregaron a esta generación de satélites. El primer IIR(M) fue lanzado en Septiembre de 2005 y el último lanzamiento se realizó en Agosto de 2009. En Agosto de 2011 hay 7 satélites IIR (M) en buen estado en la constelación GPS, con un último (SVN-49) que fue deshabilitado y declarado en estado residual el 6 de Mayo de 2011 debido a problemas técnicos. Mejoras principales:
 - Segunda señal civil de GPS (L2C) para mejorar el rendimiento en las aplicaciones comerciales.
 - Dos señales militares nuevas, lo cual provee mejor resistencia a bloqueos por interferencia.
 - Niveles de potencia flexibles para señales militares.
- **GPS Block IIF:** La serie IIF aumenta la capacidad de la serie IIR(M) añadiendo una tercera señal civil en una frecuencia protegida para su uso en transporte donde exista riesgo de pérdidas humanas. La “F” en IIF representa “*follow-on*”



Figura 2.7: Satélite del Bloque IIF

(continuación). En comparación con generaciones previas, los satélites IIF tienen una expectativa de vida útil mayor y más requerimientos de precisión. Esta serie mejorará la precisión, la potencia de la señal y la calidad de GPS. El primer satélite IIF fue lanzado en Mayo de 2010. En Agosto de 2011 ya había 2 satélites IIF operando en la constelación GPS. Mejoras importantes:

- Versión operativa de la tercera señal civil de GPS (L5) para seguridad en el transporte.
 - Vida útil de 12 años.
 - Relojes atómicos extremadamente precisos
- **GPS Block III:** Actualmente en desarrollo por Lockheed Martin, la serie III de GPS es el bloque más nuevo de satélites. GPS III proveerá señales más potentes junto con un aumento en la fiabilidad, precisión e integridad de la navegación y servicios de distribución de tiempo. Basado en los fondos dispuestos, se construirán dos GPS III con una opción de comprar hasta diez. Las versiones futuras aumentarán la capacidad de satisfacer las demandas de usuarios tanto civiles como militares. Mejoras importantes:



Figura 2.8: Satélite del Bloque III

- Cuarta señal civil (L1C) para interoperabilidad internacional.
- Vida útil de 15 años.
- A futuro: Sistema satelital de Alerta de Peligros (*Distress Alerting Satellite System*, DAAS) para búsqueda y rescate.
- A futuro: Enlaces intersatelitales para una rápida gestión y reducción de antigüedad de datos.

GPS puede ofrecer su servicio a un número ilimitado de usuarios ya que los receptores operan pasivamente (solamente reciben información). El sistema usa el concepto de Diferencias de Tiempo de Llegada (*Time Difference of Arrival*, TDOA), un método para calcular la posición basado en los distintos tiempos de propagación de señales sincronizadas provenientes de distintos emisores de posición conocida. Las transmisiones satelitales son referidas a estándares de tiempo atómico de alta precisión a bordo de los satélites, los cuales están sincronizados con la base de tiempos de GPS. Los satélites transmiten códigos de cálculo de distancia e información de navegación en dos frecuencias usando una técnica llamada “Acceso Múltiple por División de Código”; es decir, hay dos frecuencias

usadas por el sistema, llamadas L1 y L2. Cada satélite transmite en estas dos frecuencias, pero con códigos de cálculo de distancia diferentes a los usados por otros satélites.

La información de navegación provee los medios para que el receptor determine la localización del satélite al momento de la transmisión de la señal, mientras que los códigos de distancia permiten que el receptor del usuario determine el tiempo de tránsito de la señal, con lo cual determina la distancia entre el satélite y el usuario. Esta técnica requiere que el receptor del usuario también contenga un reloj. Usar esta técnica para medir la posición tridimensional requiere que las medidas de distancia del TDOA sean hechas con un mínimo de 4 satélites. Si el reloj del receptor estuviera sincronizado con los de los satélites, sólo tres medidas de distancia serían necesarias. Sin embargo, para minimizar el costo, la complejidad y el tamaño de los receptores, se utilizan relojes de cristal en los receptores de navegación, de menor precisión que la base de tiempos GPS. Por lo tanto, se requieren 4 medidas para determinar la latitud, longitud, altura del usuario y la diferencia entre el reloj del receptor con relación al sistema de tiempo interno de GPS.

2.3.2. Segmento de Control

El Sistema de Control Operacional (*Operational Control System*, OCS) está compuesto de 4 grandes componentes: Una estación de Control Maestra (*Master Control Station*, MCS), Estación de Control Maestra de Respaldo (*Backup Master Control Station*, BMCS), doce antenas de mando y control terrestres (*Ground Antennas*, GAs) y una red de 12 estaciones de monitoreo (*Monitor Stations*, MSs) distribuida globalmente. La Figura 2.9 muestra la distribución de esta red de control alrededor del mundo.

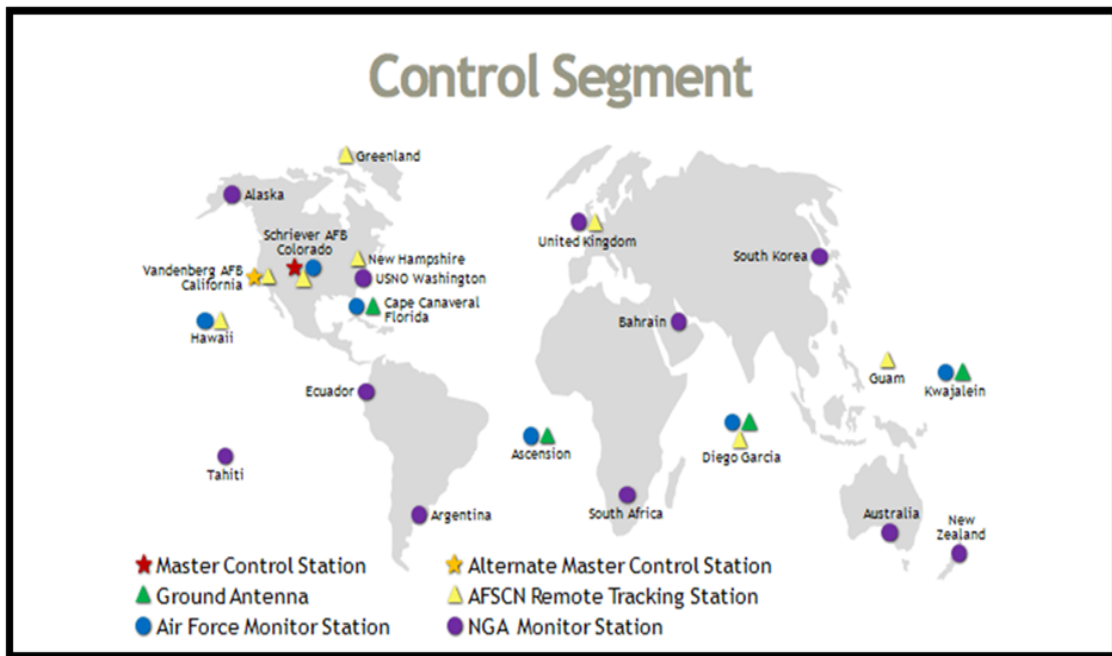


Figura 2.9: Representación geográfica del segmento de Control de GPS¹⁴.

La MCS está localizada en la Base de la Fuerza Aérea Schriever, en Colorado, y es el nodo central de control para la constelación satelital de GPS. Las operaciones se mantienen 24 horas al día, siete días a la semana a través del año. La MCS es responsable de todos los aspectos de mando y control, los cuales incluyen¹⁵:

- Transferencias de rutina a los satélites y monitoreo de los estados de las cargas útiles.
- Mantenimiento de los satélites y solución de anomalías.

¹⁵Department Of Defense - USA: Global Positioning System Precise Positioning Service Performance Standard, Washington, DC 2007.

- Monitoreo y administración del rendimiento del PPS y SPS, y responder a las posibles fallas.
- Subida de datos de navegación a los satélites para sostener los parámetros de rendimiento de acuerdo a los estándares de precisión e integridad.

En caso de que una falla prolongada en la MCS, las operaciones de GPS se trasladan a la BMCS. Cuando se requiere, personal de la MCS se traslada a la BMCS dentro de 24 horas. La BMCS se utiliza por lo menos 4 veces al año en ejercicios para garantizar la capacidad del sistema.

Los satélites de GPS dejan de proveer servicios automáticamente cuando experimentan algún tipo de falla a bordo. Esta desconexión se logra ya que en vez de transmitir los mensajes usuales transmiten señales en un código distinto no estándar. Cuando la falla no está incluida en el sistema automático de desconexión, el OCS desconecta el satélite manualmente, activando los satélites de respaldo.

2.3.3. Segmento de Usuario

El segmento de usuarios consiste en los equipos receptores de GPS, los cuales reciben las señales de los satélites y usan la información para calcular la posición y tiempo del usuario. GPS es un sistema de uso dual. Es decir, provee servicios separados para usuarios militares de EE.UU, sus aliados y agencias gubernamentales seleccionadas y otro para usuarios civiles. Estos servicios se denominan Servicio de Posicionamiento Preciso (*Precision Positioning System*, PPS) y Servicio de Posicionamiento Estándar (*Standard Positioning System*, SPS). El acceso al PPS se controla a través de criptografía.

Servicio de Posicionamiento Preciso

El objetivo de PPS es el uso militar y de usuarios de agencias gubernamentales seleccionadas. El uso civil está permitido, pero sólo con aprobación del Departamento de Defensa de EE.UU.

El Gobierno de EE.UU define Servicio PPS de GPS de la siguiente manera:

*“PPS es un servicio de posicionamiento y tiempo provisto como un medio de acceso autorizado a señales de distancia transmitidas en las frecuencias L1 y L2. La frecuencia L1, transmitida por todos los satélites Navstar, contiene una señal codificada de adquisición primaria (Coarse/Acquisition, C/A) con un mensaje de información de navegación que está disponible para uso civil pacífico, uso comercial y uso científico; y una señal con un código de precisión (P) con una información de navegación que está reservada al uso autorizado. El código P normalmente será criptográficamente alterado para convertirse en el código Y. El código Y no estará disponible para usuarios que no tienen claves criptográficas válidas. Los satélites Navstar también transmiten un segundo código de cálculo de distancia con mensajes de datos de navegación en la frecuencia L2. El mensaje de datos de navegación es idéntico en todos los códigos y frecuencias, pero ciertas porciones del mensaje normalmente serán alteradas de forma criptográfica para que no estén disponibles para usuarios que no tienen claves criptográficas válidas.”*¹⁶

La idea original de crear servicios separados es poder proveer con el servicio a la mayor cantidad de usuarios sin degradar los intereses de seguridad. La técnica utilizada para diferenciar los atributos de estos dos servicios se denominó Disponibilidad Selectiva (*Selective Availability, SA*), la cual degradaba la precisión para las señales no militares

¹⁶Department Of Defense - USA: Global Positioning System Precise Positioning Service Performance Standard (seenote 15).

<p>Single-Frequency P(Y)-Code:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ≤ 6.3 m 95% Global Average URE during Normal Operations over all AODs • ≤ 5.4 m 95% Global Average URE during Normal Operations at Zero AOD • ≤ 12.6 m 95% Global Average URE during Normal Operations at Any AOD 	<ul style="list-style-type: none"> • For any satellite marked as healthy in the NAV message • Neglecting single-frequency ionospheric delay model errors • Including group delay time correction (T_{GD}) errors at L1
--	--

Figura 2.10: Descripción de precisión de PPS.

al ser activado, otorgando una precisión inferior a aquella obtenida a través de PPS. Sin embargo, el 1 de Mayo del 2000, el presidente Bill Clinton ordenó que se desactivara la Disponibilidad Selectiva ya que el gobierno reconoció la creciente importancia de GPS para los usuarios comerciales y civiles.

Actualmente, la precisión del PPS es mejor de 6.3 metros en el 95 % de los casos, de acuerdo a los documentos vigentes publicados por el Departamento de Defensa de EE.UU.

Si bien la diferencia en precisión no es tanta con respecto al SPS, como se verá en la próxima sección, la ventaja que tiene PPS es la fiabilidad del servicio y de sus datos.

Servicio de Posicionamiento Estándar

El Servicio de Posicionamiento Estándar (*Standard Positioning Service*, SPS) consiste en señales de posicionamiento espacial, de navegación y tiempo (PNT) transmitidas gratuitamente para usuarios civiles, comerciales y científicos mundialmente. La definición oficial del DOD es la siguiente:

SIS Accuracy Standard	Conditions and Constraints
Single-Frequency C/A-Code: 7.8 m 95% Global Average URE during Normal Operations over all AODs 6.0 m 95% Global Average URE during Normal Operations at Zero AOD 12.8 m 95% Global Average URE during Normal Operations at Any AOD	For any healthy SPS SIS Neglecting single-frequency ionospheric delay model errors Including group delay time correction (T_{GD}) errors at L1 Including inter-signal bias (P(Y)-code to C/A-code) errors at L1

Figura 2.11: Descripción de precisión de SPS.

“El SPS es un servicio de posicionamiento y tiempo provisto a través de señales de calculo de distancia transmitidas en la frecuencia L1 de GPS. La frecuencia L1, transmitida por todos los satélites, contiene una señal codificada de adquisición primaria (Coarse/Acquisiton, C/A) con un mensaje de datos de navegación que esta disponible para uso civil pacífico, comercial y científico.”¹⁷

La precisión del SPS es mejor de 7,8 metros el 95 % de los casos.

¹⁷Department Of Defense - USA: Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard, Washington, DC 2008.

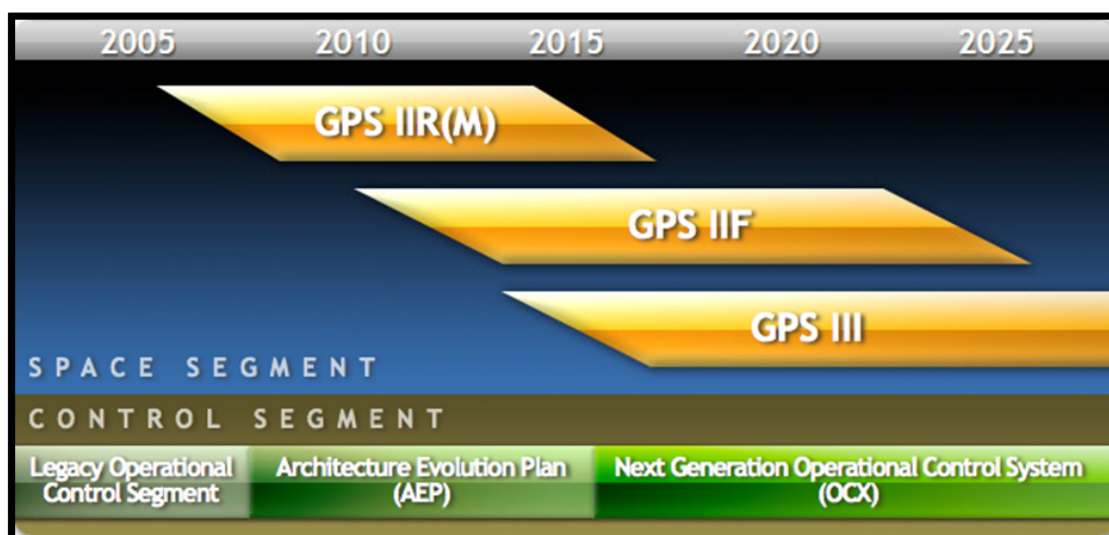


Figura 2.12: Línea de tiempo del plan de modernización del Segmento Espacial de GPS¹⁹

2.4. Novedades Inminentes en GNSS

2.4.1. Modernización de GPS

Segmento Espacial

El Programa de Modernización de GPS consiste en una serie de adquisiciones de satélites (incluyendo GPS IIR(M), GPS IIF, y GPS III), mejoras en el segmento de control de GPS, incluyendo el Plan de Evolución Arquitectónica (*Architecture Evolution Plan*, AEP) y el Segmento de Control Avanzado (*Advanced Control Segment*, OCX).

La Figura 2.12 representa gráficamente las fechas estimadas para estas mejoras.

Uno de los mayores enfoques del programa de modernización de GPS es el sumar nuevas señales de navegación a la constelación satelital. Las nuevas señales se están integrando

de manera incremental a medida que la Fuerza Aérea lanza nuevos satélites GPS para reemplazar a los más antiguos. La mayoría de las nuevas señales estarán en uso limitado hasta que sean transmitidas desde 18 a 24 satélites.

El gobierno está en el proceso de desplegar tres nuevas señales diseñadas para el uso civil: L2C, L5 y L1C. La señal original llamada L1 C/A o C/A en la L1 continuará transmitiendo en el futuro, con lo cual se completarán 4 señales civiles en GPS²⁰.

Segunda Señal Civil: L2C Esta señal de uso civil fue diseñada específicamente para suplir necesidades comerciales. Cuando se combina con la L1 en un receptor de frecuencia doble, la L2C activa la corrección ionosférica, una técnica que aumenta la precisión. Los civiles que tienen receptores de GPS de frecuencia doble pueden disfrutar de la misma precisión que un usuario militar o incluso mayor. El nombre “L2C” se refiere a la radiofrecuencia usada por la señal (L2) y la “C” al hecho de que es una señal civil. Sin embargo, hay 2 señales militares que también transmiten por la banda frecuencial L2.

Para usuarios profesionales con receptores de frecuencia dual, la L2C entrega adquisición más rápida de señal, fiabilidad mejorada y un rango de operación mayor. La L2C transmite con una potencia efectiva mayor que la señal original L1 C/A, lo cual la hace más fácil de recibir bajo árboles e incluso puertas adentro. El Departamento de Comercio de Estados Unidos (*U.S. Commerce Department*) estima que la L2C podría generar US\$5.8 billones en productividad económica para año 2030²¹.

²⁰No especificado: New Civil Signals, <http://gps.gov/systems/gps/modernization/civilsignals>, 13.09.11, 14:00 h.

²¹Íd.: Second Civil Signal: L2C, <http://gps.gov/systems/gps/modernization/civilsignals>, 14.09.11, 09:05 h.



Figura 2.13: Segunda Señal Civil: L2C.

Todos los satélites desde la generación del GPS IIR (M) incluyen un transmisor L2C. Actualmente la L2C transmite mensajes Tipo 0 que no contienen datos completos de navegación. Esta señal no estará completamente operacional hasta que el Segmento de Control Avanzado de GPS (OCX) esté en línea.

Tercera señal Civil: L5 La señal L5 fue diseñada para los requerimientos de seguridad de vidas humanas en el transporte y para otras aplicaciones de alta precisión. La L5 transmite en una banda frecuencial que es exclusiva para los servicios de seguridad de la aviación, la cual se caracteriza por su más alta potencia, mayor ancho de banda y un diseño avanzado de señal, respecto a otras señales GNSS. Los satélites lanzados a futuro



Figura 2.14: Tercera señal Civil: L5.

usarán la L5 en combinación con la L1 C/A para mejorar la precisión y la robustez de la señal a las interferencias. Además de aumentar la seguridad, la L5 aumentará también la capacidad y la eficiencia de combustibles dentro del espacio aéreo estadounidense, las vías férreas, las vías acuáticas y las autopistas. Pero mas allá del transporte, la L5 proveerá la señal civil de GPS más avanzada, ya que al usarse en conjunto con la L1 C/A y la L2C y al usar una técnica llamada triling, el uso de las 3 frecuencias permite una precisión de menos de un metro sin sistemas de aumento, y operaciones de largo alcance si se utilizan.

El primer satélite GPS IIF con transmisor L5 completo fue lanzado en Mayo de 2010. Al igual que la L2C, la L5 no estará en estado operacional hasta que el OCX esté en línea.



Figura 2.15: Cuarta Señal Civil: L1C.

Cuarta Señal Civil: L1C Esta señal ha sido diseñada para hacer posible la interoperabilidad entre GPS y otros sistemas de navegación satelital internacionales. Estados Unidos y Europa llegaron a un acuerdo en las modulaciones a usar en la Banda L1 para permitir la compatibilidad entre señales GPS y Galileo²². La señal L1C cumple con los acuerdos referidos. Estados Unidos comenzará el uso de la L1C con los satélites GPS IIIA.

²²USA/EU: Agreement On The Promotion, Provision And Use Of Galileo And GPS Satellite-based Navigation Systems and Related Applications, <http://www.gps.gov/policy/cooperation/europe/2004/gps-galileo-agreement.pdf>, 12.09.11 18:20 h.

Segmento de Control

Modernización del Segmento de Control de GPS Como parte del Programa De Modernización de GPS, la Fuerza Aérea de EE.UU. ha mejorado de manera continua el segmento de control y lo seguirá haciendo en los próximos años. A continuación se especifican algunos programas para mejorar este segmento de GPS²³:

1. **Iniciativa de Mejora de Precisión del Programa Original** (*Legacy Accuracy Improvement Initiative, L-AII*)

Esta iniciativa, completada en 2008 aumentó el número de sitios de monitoreo de seis a dieciséis, lo cual triplicó la cantidad de datos recolectados en las órbitas satelitales de GPS, provocando una mejora de 10% a 15% en la precisión de la información transmitida por la constelación.

2. **Plan de Evolución Arquitectónica** (*Architecture Evolution Plan, AEP*)

En Septiembre de 2007, la Fuerza Aérea de EE.UU. modernizó la MCS a una completamente nueva con tecnología actualizada. Se reemplazaron los computadores principales por una arquitectura IT moderna y distribuida, lo cual mejoró la flexibilidad y el grado de reacción de las operaciones de GPS.

Desde entonces se han realizado varias versiones de AEP cada una sumando nuevas capacidades. La versión final se declaró operativa en Abril de 2011.

3. **Fase de lanzamiento y primeras Operaciones, Solución de Anomalías y Operaciones de Eliminación** (*Launch and Early Orbit, ANomaly Resolution, and Disposal Operations, LADO*)

²³No especificado: Second Civil Signal: L2C, <http://www.gps.gov/systems/gps/modernization>, 13.09.11, 12:00 h.

La Estación Maestra de GPS puede controlar una constelación de hasta 32 satélites, por lo cual en 2007 se puso en marcha el sistema LADO para manejar los satélites que no pertenecieran a la constelación operacional. Esto incluye los satélites en revisión, satélites con anomalías de algún tipo, satélites en estado residual mantenidos en órbita y satélites que necesitan eliminarse.

En Octubre del 2010, la Fuerza Aérea de EE.UU. aprobó la última actualización.

4. Sistema de Control Operacional de Próxima Generación (*Next generation Operational Control System, OCX*)

El OCX añadirá muchas capacidades nuevas al segmento de control de GPS, incluyendo la capacidad de controlar las nuevas señales civiles L2C, L5 y L1C.

Este sistema se aplicará por partes. El Bloque 1 de OCX reemplazará la sección de mando y control actual y apoyará las operaciones de los satélites GPS III iniciales. Esta versión permitirá la operación total de la señal L2C. Se espera que este bloque esté funcionando en 2015.

El Bloque 2 de OCX respaldará, monitoreará y controlará otras señales de navegación, como la L1C y la L5. El bloque 3 respaldará las capacidades nuevas que se le agreguen a las versiones nuevas de los satélites GPS III. Si se decide implementar nuevos bloques, estos serán destinados a apoyar nuevas generaciones de satélites.

5. Sistema de verificación de Lanzamiento (*Launch Checkout System, LCS*)

Este sistema es un centro de control y mando que verificará todos los satélites GPS III. Reemplazará a LADO y estará completamente integrado con el OCX (a diferencia de LADO que era independiente), lo cual centralizará el sistema de control, haciendo que éste maneje los satélites desde el lanzamiento hasta la etapa residual.

LCS estará funcionando antes que el Bloque 1 del OCX para prestar soporte en el lanzamiento y verificación del primer satélite GPS III, el cual está programado para el 2014, permitiendo un lanzamiento a tiempo y que la disponibilidad de la constelación sea óptima y no sea afectada por las nuevas problemáticas que se puedan descubrir.

2.4.2. Sistemas de Aumento basados en Satélites

Los Sistemas de Aumento Basados en Satélites, (*Satellite-Based Augmentations Systems*, SBAS), complementan a los Sistemas Globales de Navegación por Satélite, compensando las faltas que puedan tener en cuanto a precisión, integridad, continuidad y disponibilidad. Un ejemplo de esto es el hecho de que ni GPS ni GLONASS cumplen con los requerimientos para las etapas más complejas de vuelo de aeronaves dispuesta por la Organización Internacional de Aviación Civil (*International Civil Aviation Organization*, ICAO), especialmente durante el aterrizaje, con lo cual se decidió establecer sistemas de aumento de GNSS, como SBAS²⁴.

SBAS reúne sistemas de aumentación que distintos países han implementado:

- **Europa:** *European Geostationary Navigation Overlay Service*, EGNOS.
- **Estados Unidos:** *Wide Area Augmentation System*, WAAS
- **Japón:** *Multi-functional Satellite Augmentation System*, MSAS
- **India:** *GPS and Geo Augmented Navigation*, GAGAN

²⁴No especificado: What is SBAS?, <http://egnos-portal.gsa.europa.eu/discover-egnos/about-egnos/what-sbas>, 15.09.2011, 8:30 h.

WAAS

Cubriendo la zona de EE.UU, este sistema consta de dos satélites geoestacionarios, los cuales transmiten mensajes similares a las de cálculo de distancia de GPS en las bandas L1 y L5 y una red terrestre de estaciones a través de EE. UU, Canadá y México. Un grupo de estaciones maestras recolectan medidas de estas estaciones de referencia y crean el mensaje SBAS y lo cargan en los satélites geoestacionarios.

WAAS mejora la precisión de dos maneras. Primero, reduce el error en el cálculo de distancia al enviar correcciones diferenciales para cada satélite GPS. En segundo lugar, mejora la geometría al agregar nuevas señales de cálculo de distancia a las medidas que ya tiene GPS.

El sistema también monitorea la integridad y alerta dentro de 6 segundos de cualquier cambio significativo sobre la probabilidad de que exista un error que traspase los límites permitidos²⁵

EGNOS

Consiste de tres satélites geoestacionarios y una red de estaciones terrestres, las cuales han operado desde 2009. Funciona complementando la información que transmite GPS con información adicional, lo cual permite corregir los errores de precisión que tenga el mensaje original. Esto permite que la precisión y la confiabilidad del mensaje sean mayores²⁶.

²⁵Íd.: Wide Area Augmentation System (WAAS), <http://www.gps.gov/systems/augmentations>, 02.10.11, 19:40h.

²⁶Íd.: What is EGNOS?, <http://www.esa.int/esaNA/egnos.html>, 15.09.11, 10:00h.

EGNOS cubre la zona de Europa Occidental y sus alrededores. Sus aplicaciones más relevantes son la aviación, la agricultura de precisión, el uso marítimo, el transporte terrestre y la estandarización del tiempo.

MSAS

El sistema Japonés de SBAS, al igual que los anteriores reporta sobre la confiabilidad y la precisión de las señales emitidas por los Satélites GPS. Cubre la zona Japonesa y sus alrededores. Fue puesto en marcha el 27 de Septiembre del 2007.

GAGAN

GAGAN es la versión de la India de los sistemas SBAS, funcionando de la misma manera, y con cobertura sobre el subcontinente Indio.

2.4.3. Sistemas de Aumento Terrestre (Ground Based Augmentation Systems, GBAS)

GPS Diferencial (Differential GPS, DGPS)

Los DGPS son redes de estaciones fijas de referencia. Funcionan recibiendo las señales en receptores propios y calculando la diferencia entre la posición calculada por el receptor con los datos entregados por los satélites y su posición fiducial (de referencia). El diferen-

cial lo comunica a los receptores de los alrededores para que puedan recalcular su posición con este dato nuevo, corrigiendo el sesgo en el error²⁷.

Real Time Kinematic positioning: Es el sistema de DGPS más avanzado actualmente. Consigue precisiones centimétricas basado en correcciones diferenciales enviadas al receptor mediante comunicaciones inalámbricas. Se trata del estado del arte en posición precisa.

GNSS Asistido (Assisted GNSS)

Esta iniciativa se refiere al uso de infraestructura inalámbrica existente para transmitir información que permitirá que el receptor sea más rápido en calcular la posición y sea más preciso. Por ejemplo, si a través de WiFi el receptor recibe información, el tiempo para el primer *fix* disminuye considerablemente. Esta técnica se ha popularizado mucho gracias a la gran cobertura de las redes de comunicaciones celulares y la estandarización de los dispositivos que se utilizan para este tipo de tecnología. En este sentido, se espera un auge importante²⁸ debido a su inclusión en el próximo sistema de telefonía celular que está empezando a implantarse alrededor del mundo llamado LTE-Advanced y su estandarización por parte de 3GPP (organismo internacional dedicado a estandarizar los protocolos de comunicaciones inalámbricas celulares).

²⁷Fernández-Prades/L.Presti y Falletti: Satellite Radiolocalization From GPS to GNSS and Beyond: Novel Technologies and Applications for Civil Mass-Market (**seenote** 10).

²⁸Ibíd.

Capítulo 3

Aplicaciones

3.1. Introducción

La definición de tecnología según la Real Academia Española es “Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”¹. Las aplicaciones tienen que ver con cómo se usa esa tecnología, como la misma RAE lo define: “Acción y efecto de aplicar o aplicarse”². Es importante hacer la diferencia ya que GNSS es una tecnología que puede aplicarse a distintas áreas, en algunas ocasiones siendo la tecnología principal, mientras que en otras sólo complementaria.

El conjunto de usuarios de GNSS se puede dividir en dos áreas: los que usan aplicaciones que necesitan alta precisión, generalmente para uso profesional, y los que usan aplicaciones que usualmente son una herramienta de apoyo a la vida cotidiana y que

¹Real Academia Española: Tecnología, <http://www.aopa.org/info/history.html>, 10.01.12, 12:50 h.

²Íd.: Aplicación, <http://www.aopa.org/info/history.html>, 23.02.12 , 13:00 h.

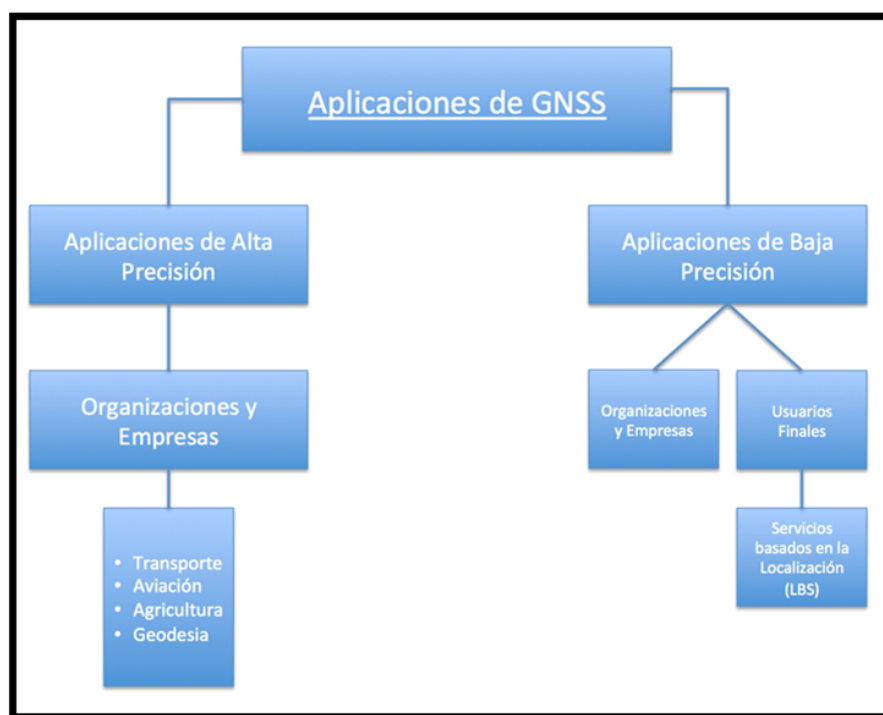


Figura 3.1: Tipos de aplicaciones y usuarios.

no necesitan alta precisión. Generalmente, las aplicaciones que estos últimos ocupan son gratuitas o de bajo costo y las pueden descargar fácilmente de internet.

La Figura 3.1 esquematiza la división de los tipos de usuarios y aplicaciones ofrecidas por GNSS

Las aplicaciones de alta precisión generalmente son utilizadas por organizaciones de investigación o empresas y el trabajo que desarrollan depende en gran manera del servicio entregado por los GNSS, no solo en precisión, sino en la fiabilidad, ya que una falla en el sistema o un bloqueo de la señal pueden provocar desde quiebres en recopilación de datos hasta accidentes. Alta precisión se refiere a precisiones a nivel de centímetros,

necesitadas principalmente para investigaciones científicas o aplicaciones profesionales. Sin embargo, existen distintas industrias para las cuales se están desarrollando aplicaciones que necesitarán alta precisión para ser implementadas, de las cuales se profundizará en tres a través de este análisis: transporte de carga (terrestre, marítimo y por ferrocarril), aviación comercial de carga y agricultura de precisión.

Por otro lado, con respecto a las aplicaciones que no requieren mayor precisión, las más relevantes son las denominadas Servicios Basados en la Localización (*Location Based Services*, LBS). Estos servicios están diseñados para usuarios finales y son aplicaciones fácilmente descargadas en *smartphones* desde la web o que vienen integradas en aparatos electrónicos o hasta en vehículos. Ya en el año 2010 las aplicaciones para iPhone basadas en la localización representaban el 6 % del total de las aplicaciones³, siendo las 6 de paga más vendidas aplicaciones de tipo LBS⁴. En el Capítulo 4 se profundizará en este tema con datos que confirman el crecimiento de esta industria.

Cabe destacar que la constelación de satélites, entendido como una infraestructura, proporciona señales que pueden ser recibidas en cualquier parte del Globo. La calidad de servicio, medible en términos de precisión y fiabilidad de la posición y tiempo, depende únicamente de cómo el receptor procese las señales que recibe de los satélites. La precisión y fiabilidad que proporciona cada receptor depende directamente de la complejidad del *hardware* y *software* que lo compone. Así, los receptores de alta precisión (errores de la magnitud de centímetros) requieren frontales de radiofrecuencia mucho más complejos y costosos que los de un receptor comercial como los que se encuentran en GPS de automóvil o en *smartphones*, que proporcionan posición con unos errores que pueden llegar a las decenas de metros.

³Laurent De Hauwere: Do you really mean Business in LBS?, Bruselas 2010.

⁴Galileo Application Days: Opportunities & Challenges for LBS Developers, Bruselas 2010.

El mundo de las aplicaciones basadas en GNSS tiene grandes proyecciones de crecimiento y en este capítulo se presentarán aplicaciones, actuales y en desarrollo, para cada área mencionada en los párrafos anteriores junto con su definición y en algunos casos la precisión que requiere la aplicación, siendo precisión baja un promedio de < 100 m, Mediana un de < 1 m, Alta a nivel de centímetros y Muy alta, a niveles milimétricos.

3.2. Aplicaciones en Transporte de Carga

3.2.1. Transporte Terrestre

De acuerdo al informe “Key Transport Statistics” de la OCDE⁵ el sector del transporte se está recuperando. Las exportaciones tuvieron un crecimiento del 14.5 % durante 2010 y el tráfico mundial de contenedores (TEUs) se estima que creció un 13 % el mismo año. El sector que fue fuertemente afectado por la recesión es el del transporte por ferrocarril. El informe muestra que los volúmenes de carga transportada a través de este medio cayeron en un 20 % en el 2009 con un crecimiento sólo de un 8 % en la Unión Europea y Rusia y un 10 % en Estados Unidos. Si bien son cifras de crecimiento, son números negativos con respecto al año anterior, por lo cual maximizar recursos, tiempo y mejorar el servicio en cualquier manera es importante dentro de una industria tan competitiva.

Se estima que los retrasos debido a la congestión en las carreteras y sistemas de tránsito generan pérdidas de billones de dólares anuales a través del mundo, resultando en daño

⁵International Transport Forum: Key Transport Statistics, [http : / / www . internationaltransportforum.org/Pub/pdf/11KeyStat2010.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/11KeyStat2010.pdf), 2011.

APLICACIONES EN TRANSPORTE TERRESTRE	
APLICACIONES ACTUALES	
Aplicación	Precisión
1. Gestión de Flotas	
- Navegación en vehículo	Baja
- Seguimiento de vehículos	Baja
- Seguridad y control de flotas	Baja
- Sistemas de detención remota de vehículos	Baja
- Guía dinámica en ruta	Baja
- Sistemas de Información Geográfica	Baja
- Diagnóstico mecánico	Baja
- Rastreo de Materiales Peligrosos	Baja
- Tiempo definitivo de entrega	Baja
- Recolección de datos logísticos	Mediana
APLICACIONES EN DESARROLLO	
1. Carreteras automatizadas	Alta
1. Control de Carril	Alta
1. Prevención de Colisiones	Muy Alta

Figura 3.2: Aplicaciones en Transporte Terrestre

de propiedad, daños personales, consumo ineficiente de combustible, etc⁶. Existen aplicaciones de GNSS que en la actualidad ayudan a controlar costos y procesos, maximizar recursos y evitar accidentes, cumplimiento de plazos, etc. A continuación se expondrán aplicaciones relacionadas al transporte de carga, su definición y necesidad de precisión.

- Aplicaciones actuales

- Navegación en vehículo: Como se ha visto anteriormente, la Navegación es la ciencia de trasladar un vehículo o persona de un lugar a otro⁷. Cuando se desconoce la ruta para llegar desde el punto A al B, un receptor GNSS puede indicar la forma de hacerlo, de manera eficiente y estimando el tiempo de

⁶No especificado: Roads and Highways, <http://www.gps.gov/applications/roads>, 30-11-2011, 17:00 h.

⁷Kaplan y Hegarty: Understanding GPS: principles and applications (seenote 1).

demora al identificar la velocidad actual. Esta aplicación funciona bien con baja precisión.

- Seguimiento de vehículos: Existe software a través del cual se puede hacer un seguimiento de múltiples vehículos con el fin de mantener la flota bajo control⁸.
- Seguridad y control de flotas: Estos sistemas también ofrecen el historial de la ruta del vehículo, y monitorear el uso del vehículo fuera de horas, excesos de velocidad y estimar el número de horas al volante del conductor, todo lo cual permite monitorear la seguridad de los trabajadores de la empresa, del vehículo y de la carga⁹.
- Sistemas de detención remota de vehículos: Esta aplicación se hace por radio, pero basada en la información de la localización entregada por el receptor del vehículo, a través de la cual se puede saber dónde está el vehículo, y cuándo es seguro provocar la detención del mismo.
- Guía dinámica en ruta: Consiste en tener un sistema de información constantemente actualizado que le aporte información al conductor de acuerdo a la localización de su vehículo sobre atascos de tránsito, indicándole las rutas alternativas en caso de bloqueos, etc.
- Diagnóstico Mecánico: Esta función recopila datos como consumo de combustible, velocidad y fallas mecánicas a través del computador del vehículo y el lugar en el cual se provocó el incidente a través de la información provista por el receptor, la cual es enviada a la compañía para su manejo.

⁸No especificado: Real Time GPS Vehicle Tracking Systems, <http://www.vehicle-tracking.com/category/real-time-gps-tracking.html>, 15.10.11, 17:15 h.

⁹Íd.: GeoManager GPS Fleet Management, <http://www.trimble.com/gps-fleet-tracking/Geomanager-gps-fleet-management.aspx>, 15.10.11, 17:15 h.

- Rastreo de Materiales Peligrosos: Consiste en poner receptores en equipo de traslado de materiales peligrosos, como gasolina, productos químicos, etc. El receptor funciona con baterías. De esta manera se puede saber si el material fue desplazado sin autorización, o si ha surgido un accidente, la posición del contenedor transportador.
 - Tiempo Definitivo de entrega: A través de tener un receptor GPS en los vehículos de la flota y un software de seguimiento se puede seguir el movimiento de la carga y predecir el tiempo final de entrega, a la vez que se controla que el vehículo no se aparte de la ruta dispuesta, con lo cual se le puede garantizar al cliente la entrega en una hora estimada bastante precisa.
 - Recolección de datos logísticos¹⁰: En caso de emergencia, recolectar información en la ruta tiene mucho valor, para lograr tener información actualizada del estado de las infraestructuras de transporte. Por lo mismo, existen empresas que entregan unidades de receptores de campo para la recolección de estos datos y así, las futuras unidades de la flota que tengan que hacer la ruta pueden tomar decisiones sobre cómo optimizar el viaje. Esto es muy útil para entidades que atienden emergencias. Ejemplo de esto son los casos de terremoto o derrumbes sobre caminos.
- Aplicaciones en Desarrollo
- Carreteras automatizadas: La idea de esta aplicación nace de la necesidad de usar de manera más eficiente la red de caminos debido a la alta cantidad de

¹⁰Íd.: Logistics data collection with GPS and assessment forms, http://www.logcluster.org/tools/mapcentre/gps/gps-data-collection/HowTo_GPS_data_collection_20100804.pdf, 17.10.11, 09:20 h.

vehículos que transitan por ellos cada día, lo cual provoca atascos de tránsito y por ende pérdidas de tiempo y consumo de combustible. Una idea es desarrollar carreteras automatizadas con uno o más carriles en los cuales vehículos con dispositivos especiales y sistemas de comunicación inalámbricos pudieran transitar, con una red de computadores instaladas en los vehículos a través de la cual se les puede coordinar y armonizar el flujo de tránsito, maximizando la capacidad del camino y asegurando la seguridad del pasajero¹¹. Sin embargo, la complejidad de esta alternativa ha puesto en espera esta aplicación y la industria se ha enfocado en desarrollar automóviles más automatizados, lo cual es más viable por el momento.

- **Prevención de Colisiones:** Algunos vehículos que han salido al mercado ya cuentan con un sistema para estacionar evitando colisiones y sistemas que avisan cuando el vehículo se encuentra muy cerca de algún objeto con el que pueda chocar. En la actualidad, VOLVO se encuentra desarrollando un sistema de frenado automático en caso de que el conductor no pueda frenar a tiempo¹². Sin embargo, estas aplicaciones se basan en el uso de radares y no de un sistema GNSS. El uso de estos sistemas en la prevención de colisiones está en desarrollo.

APLICACIONES EN TRANSPORTE MARÍTIMO	
APLICACIONES ACTUALES	
Aplicación	Precisión
-Navegación Marítima	Baja-Alta
-Navegación costera	Mediana-Alta
-Navegación por aguas interiores	Mediana –Alta
-Remolcadores	Alta
-Prevención automática de colisiones	Alta
-Dragado	Muy Alta
-Manejo de carga	Muy Alta
APLICACIONES EN DESARROLLO	
-Acercamiento a puerto	Alta
-Navegación en puerto	Alta
-Maniobra de Atraque a puerto automatizado	Alta
-Servicios de Tráfico de Navas	Alta

Figura 3.3: Aplicaciones en transporte marítimo.

3.2.2. Aplicaciones en Transporte Marítimo

- Aplicaciones Actuales:

1. Navegación Marítima: Los sistemas GNSS proveen información relevante para la navegación marítima, lo cual mejora el proceso disminuyendo tiempo de viaje y la cantidad de accidentes provocados por otras naves, témpanos y otras

¹¹Steven Ashley: Smart Cars and Automated Highways, Artículo para Mechanical Engineering, http://www.logcluster.org/tools/mapcentre/gps/gps-data-collection/HowTo_GPS_data_collection_20100804.pdf, 02.12.11, 13:00 h.

¹²No especificado: Sistema de frenado automático Volvo, <http://www.circulaseguro.com/seguridad-activa/sistema-de-frenado-automatico-volvo>, 10.10.11, 16:00 h.

obstrucciones. La navegación con soporte GNSS es aún más importante en situaciones de poca o nula visibilidad, por ejemplo, en medio de tormentas¹³.

Los chart plotters, que son dispositivos usados en la navegación marítima que integran información de GPS con una carta de navegación electrónica, proveen información vital como la localización de la nave, topografía, dirección y velocidad. Este sistema también es usado para localizar áreas mejores de pesca, mejorando la actividad.

2. Navegación costera: Se refiere a la navegación en las zonas próximas a la costa. Un ejemplo de esto es el puerto de Halifax, en Nueva Escocia, Canadá¹⁴. Las áreas exteriores de este puerto están expuestas a la fuerza del Atlántico del Norte. Debido a esto, los botes que recogen a los pilotos desde los barcos o el puerto debe utilizar receptores GNSS para poder maniobrar en condiciones climáticas adversas, las cuales afectan las mareas y hacen más difícil el manejo del bote. Esto se hace complementando radares.
3. Navegación en aguas interiores: Las aguas interiores se refieren a ríos, lagos, canales. En el caso de los canales, existen ciertos factores que determinan la navegabilidad del canal, como por ejemplo el ancho, la alineación, el tipo de capa que cubre las paredes y suelo del canal, los puentes que lo cruzan y las dimensiones máximas permitidas en naves. El ancho del canal afecta la intensidad de tráfico que está permitida. El uso de un receptor GNSS beneficia la navegación en casos de espacio limitado, cuando existe poca visibilidad por

¹³No especificado: Vital Tips on Marine GPS, <http://www.bestmarinegpsystems.com>, 16.11.11, 13:55 h.

¹⁴Íd.: Applying Marine GPS, http://www.sokkia.com.tw/novatel/gps/marine_navigation.html, 16.11.11, 13:30 h.

factores climáticos, cuando existe neblina, durante la noche y también ayuda a un mejor cálculo de la hora de llegada y para calcular si, por ejemplo, se alcanzará a llegar a tiempo a pasos que se cierran o a horarios donde los puentes se levantan¹⁵.

4. Remolcadores: El caso de los remolcadores es muy similar al de los botes de pilotos del caso de Helifax. Estos botes necesitan complementar sus equipos con un receptor GNSS para enfrentar situaciones de poca visibilidad o condiciones climáticas adversas.
5. Prevención automática de colisiones: Al estar en alta mar, es de vital importancia el saber cuáles son otras embarcaciones que se encuentran cerca y/o algún tipo de peligro como rocas u otros riesgos de colisión. Es por esto que existen sistemas que utilizan GNSS para evitar estas situaciones. Un ejemplo de esto es la empresa Vesper Marine¹⁶, quienes ofrecen un dispositivo que ofrece información sobre posición de naves, mensajes de seguridad Sistema de Identificación automática (*Automatic Identification System*, AIS), información de navegación, meteorológica y también tiene la capacidad de rastrear embarcaciones de personas registradas que se encuentren alrededor. La tecnología de radares detecta el objeto, y con GNSS se logra obtener la ubicación exacta del mismo.

¹⁵Íd.: Navigation in Canals, www.tifac.org.in/index.php?option=com_content&view=article&id=411&Itemid=205&limitstart=2, 16.11.11, 14:00 h.

¹⁶Íd.: Vesper Marine Debuts the Next Generation of Its Award-Winning AIS Collision Avoidance System, <http://news.thomasnet.com/fullstory/AIS-Collision-Avoidance-System-promotes-boating-safety-569891>, 17.11.11. 10:00 h.

6. Dragado: La mayoría de las actividades de dragado tienen que ver con canales, construcciones portuarias o construcciones de acercamiento a puerto, mantenimientos y el concepto de recuperación de tierra¹⁷. Un ejemplo de uso de GPS en el dragado es la empresa Aqua-Terra Construction & Engineering, que ha utilizado GPS para datos de posicionamiento en un proyecto de instalación de cableado submarino. La empresa adquirió un receptor DGPS de alta precisión que fue instalada en el arado, con lo cual se mejoró considerablemente el error de posicionamiento, resultando en un corredor más estrecho para la colocación de los cables, lo cual supone un importante ahorro económico.
7. Manejo de carga: En el manejo de carga, el uso de receptores GNSS es de mucha ayuda. Un receptor se puede utilizar para mantener control sobre el lugar de retiro y de entrega de cada contenedor, con lo cual se pueden detectar errores a tiempo para poder corregirlos al momento. Por otro lado, se puede controlar unidades y gestionar tanto su movimiento como el espacio terrestre utilizado para las unidades almacenadas en puerto¹⁸. Se profundizará más al respecto en el Capítulo 5.

- Aplicaciones en desarrollo:

1. Todas estas aplicaciones en desarrollo consideran el uso de GNSS en conjunto con otras tecnologías complementarias para no solo detectar en punto de colisión, sino para también posicionarlo en el mapa y así tener mayor posibilidad

¹⁷No especificado: Dredging & Coastal Works, <http://www.ashtech.com/gps-in-dredging-and-coastal-works-2846.kjsp>, 16.11.11, 17:30 h.

¹⁸Íd.: Using GPS technology to track the containers, http://www.chronos.co.uk/pdfs/sep/container_terminal_appnote.pdf, 16.11.11, 17:30 h.

de esquivarlo. En todos estos casos la necesidad de precisión es alta y se están perfeccionando las tecnologías para crear sistemas totalmente automatizados.

- Acercamiento al puerto.
 - Navegación en el puerto.
 - Maniobra automatizada de atraque.
2. Servicio de tráfico de naves: los dispositivos de gestión de tráfico de buques es muy útil en las zonas de mucha densidad de tráfico y al igual que en las aplicaciones anteriores, la idea es perfeccionar el uso de GNSS con otras tecnologías como el radar, la carta de navegación electrónica, datos meteorológicos, etc., y hacer del proceso uno lo más automatizado posible.

3.2.3. Transporte por Ferrocarril

El uso de GPS en el sistema ferroviario ha sido aplicado en distintos países. Cuando se combina con otros sensores, sistemas de comunicación y computadores, GPS aumenta la seguridad y la efectividad operacional, a la vez que se reducen accidentes, se aumenta la capacidad de las vías, se genera efectividad en los costos y como consecuencia se llega a la satisfacción de los usuarios.

Un claro ejemplo de la implementación de GPS en la industria ferroviaria es la Ley de Mejora de la Seguridad del 2008 en Estados Unidos (*Safety Improvement Act*). Esta ley promueve las mejoras en la seguridad en los trenes, incluyendo un sistema denominado Control Positivo de Trenes (*Positive Train Control, PTC*). PTC es un conjunto de requerimientos que están siendo instalados en trenes y vías. Se espera que estas mejoras estén completamente operacionales para el 31 de Diciembre de 2015. A continuación se

describirán algunas de las aplicaciones de PTC que utilizan GNSS y que están en uso o en desarrollo¹⁹ :

1. Recolección de datos de infraestructura: Un ejemplo del uso de GNSS en la recolección de datos de infraestructura es la Inspección de Infraestructura de Ferrocarriles de Victoria (The Victorian Rail Infrastructure Survey) realizada en 2007 a todas las vías de la zona para trazar el mapa de las vías férreas tanto del área urbana como de la rural. En este caso, se utilizaron receptores DGPS para trazar mapas de las zonas de poca información en los pasos anteriores, para verificarlas y validarlas. Al combinar esto más las imágenes aéreas, se logró una recolección mucho más precisa de los activos relacionados con las vías. Por otro lado, la red GPS de Victoria fue utilizada para verificar puntos muertos que necesitaran control adicional²⁰.
2. Autorización de movimiento y Fin de movimiento: Este concepto se refiere a llevar un control sobre el movimiento del tren. Por ejemplo, si el tren no está autorizado para comenzar una ruta, que se apliquen los frenos automáticamente. Si está autorizado, se desbloquean los frenos y se lleva un control sobre la dirección del movimiento (ruta). Las autorizaciones de movimiento aparecen en un panel para el conductor. GPS es muy importante en este aspecto ya que la aplicación de fin de movimiento, por ejemplo, debe aplicarse en el lugar correcto para no interrumpir la ruta o provocar un accidente.
3. Supervisión de Zona de Seguridad: Uno de los tres elementos claves de PTC es el costado de las vías (*wayside*) en cuyo espacio están los semáforos de las vías. Si la luz

¹⁹No especificado: Positive Train Control, http://en.wikipedia.org/wiki/Positive_train_control, 17.11.11, 11:00 h; íd.: Positive Train Control (PTC), <http://www.fra.dot.gov/Pages/784.shtml>, 17.11.11, 11:10 h.

²⁰David Petterson: The Victorian Rail Infrastructure Survey, Salt Lake City, UT 2008.

está verde, quiere decir que no hay otros trenes en las dos cuadras que siguen. Si es amarilla hay un tren en la segunda cuadra que sigue. Si es roja entonces hay un tren en la cuadra que sigue. Bajo la supervisión de PTC, estas señales y la localización del tren serán rastreadas a través de redes de comunicación y luego enviadas a la central de control. El controlador sabrá qué dicen estas señales y gracias al receptor GPS se sabrá la ubicación del tren y su velocidad. Usando GPS, PTC creará una zona de seguridad en movimiento delante de los trenes. Si por algún motivo el tren no reacciona antes las señales y entra en la zona de seguridad, el computador tomará control del tren y detendrá el tren para evitar accidentes²¹.

4. Localización de los trenes: Esto ya está en funcionamiento pleno gracias a la tecnología GNSS y consiste en rastrear la ubicación del tren y velocidad que lleva.
5. Control de velocidad: esta aplicación consiste en que cuando el tren corre el riesgo de no disminuir la velocidad para llegar a la velocidad meta de acuerdo a la curva de frenado, los frenos son activados automáticamente para bajar la velocidad. La unidad de control de velocidad también se usa para recopilar datos y poder calcular curvas de frenado. Por otro lado, si existen restricciones temporales de velocidad, se pueden subir esos datos al sistema antes de que el tren parta para regular la velocidad del tren.
6. Integridad del tren: Esta aplicación tiene que ver con la unión del tren. El sistema puede programar revisiones del estado de la unión de los carriles (se envía una señal tanto al conductor como a la central si el acoplamiento no está bien). Por otra parte, también puede considerar la revisión de otros aspectos de la máquina, como niveles

²¹No especificado: Positive Train Control, http://www.gettransportation.com/rail/rail_blog/positive_train_control_.html, 15.10.11, 21:10 h.

importantes o el estado de motores, etc. La idea es enviar esta información a la central con la ubicación exacta del tren y de la falla. Esto es importante no solo para ubicar el tren, sino también porque en caso de una falla, se puede calcular cuánto más puede recorrer el tren a la velocidad que lleva hasta llegar a una zona segura. El desafío más grande para los sistemas de integridad es la energía que gasta, ya que en los trenes de carga usualmente no tienen fuentes de poder, por lo cual es importante un sistema que utilice una baja cantidad de energía²².

3.2.4. Aplicaciones en Aviación

Por mucho tiempo, la aviación comercial se ha apoyado en radares para la navegación, sin embargo, de a poco se ha ido cambiando a GPS ya que la alta cantidad de tráfico aéreo le ha creado dificultades al sistema de radares. Un ejemplo es que los radares son lentos y no muy precisos, lo cual puede crear dificultades a los pilotos que quieran aterrizar en un aeropuerto lleno proviniendo de un espacio aéreo con mucho tráfico. La idea es hacer que la logística aérea sea lo más eficiente posible.

El posicionamiento espacial y la navegación ofrecen posicionamiento tridimensional en todas las etapas del vuelo, lo cual es muy importante ya que existen zonas donde no hay ayuda terrestre o equipos de vigilancia. Este avance permite a los pilotos volar por rutas más eficientes, sin tener que depender de la infraestructura en tierra. Todo esto provoca ahorro de tiempo y de dinero. En algunos casos, se ha logrado reducir la separación entre aviones, logrando que mas naves puedan volar en rutas eficientes, generando ahorro de combustible, tiempo, y generando mayores utilidades por transporte de carga.

²²No especificado: Train Integrity, <http://www.rdsintl.com/3.0/Train-integrity.php>, 15.10.11, 21:30 h.

Aplicaciones en Aviación	
Aplicaciones Actuales	
Aplicación	Precisión
Navegación en ruta	Baja
Acercamiento Inicial, acercamiento sin precisión y despegue	Baja
Aplicaciones en Desarrollo	
Acercamiento de alta precisión	Alta
Vuelo en Formación	Muy Alta (3d)

Figura 3.4: Aplicaciones en aviación.

1. Navegación en ruta: Se utilizan los satélites como puntos de referencia para el proceso de trilateralización del avión.
2. Acercamiento inicial: De la misma manera en que se usa para la navegación en ruta, se utiliza el GPS para conocer la posición del avión cuando se comienza a acercarse al aeropuerto y a descender como también para el despegue.

Aplicaciones en Desarrollo:

1. Acercamiento de alta precisión: El aterrizaje aun no se hace basado solo en GPS. Se está desarrollando esta aplicación gracias a los sistemas de aumento de las señales.
2. Vuelo en Formación: Esta aplicación consiste en formar grupos de aviones para que sobrevuelen una zona tomando imágenes para crear mapas automáticos de distintos tipos. El uso de GNSS en este tipo de aplicación es importante ya que es preciso tener buena información sobre la posición geográfica exacta que equivale a cada imagen para poder crear el mapa con precisión.

3.2.5. Aplicaciones en Agricultura de Precisión

La implementación de la agricultura de precisión ha sido posible gracias a la combinación de los Sistemas de Información Geográfica (*Geographic Information Systems*, GIS) y GNSS. Los GIS son sistemas de información geográfica que integran hardware, software y datos para lograr capturar, administrar, analizar y exponer todo tipo de información geográfica²³. Al combinarse estas dos tecnologías, se posibilita la recolección de datos con información precisa sobre posicionamiento. Algunas de las aplicaciones de agricultura de precisión se definirán a continuación²⁴:

1. Mapeo de rendimiento: Consiste en complementar receptores de GPS con monitores de rendimiento. Como resultado se obtienen las coordenadas espaciales para la información del monitor, con lo cual se pueden crear mapas de rendimiento.
2. Mapeo de maleza: con un dispositivo de recolección de datos con teclado conectado a un receptor GPS se pueden ingresar datos y crear mapas de maleza, los cuales pueden ser comparados con mapas de rendimiento, mapas de fertilización y de esparcimiento de pesticidas.
3. Límites y topografía: Se pueden crear mapas topográficos bastante exactos usando DGPS de alta precisión. Esto se puede utilizar cuando se interpretan mapas de rendimiento o de maleza. Con este sistema se pueden mapear límites de campos, caminos, patios, arboles, etc., lo cual ayudan a la planificación agrícola.

²³No especificado: What is GIS?, <http://www.gis.com/content/what-gis>, 24.02.2012, 1:36 h.

²⁴Íd.: What is Precision Farming?, <http://www1.agric.gov.ab.ca/departament/deptdocs.nsf/all/sag1951>, 24.02.12, 2:31 h.

4. Sistemas de guía: Ya se están produciendo sistemas de guía usando DGPS de alta precisión para guiar un vehículo en movimiento con una precisión de menos de 30 cm. Estos sistemas de guía pueden reemplazar equipo convencional.

3.3. Servicios Basados en la Localización

Los servicios basados en la localización buscan ofrecer un servicio personalizado en tiempo real basándose en la información de ubicación geográfica de los usuarios. Son servicios ya sea de información, entretenimiento o de medios sociales que están disponibles a través de aparatos móviles y que integran la ubicación del dispositivo con otra información para entregar un valor agregado al usuario.

Este servicio puede ser activo o pasivo. El servicio activo está diseñado principalmente para usuarios móviles y su fin es entregar información de servicios que se encuentran alrededor del usuario. Los sistemas pasivos están enfocados en empresas que necesitan gestionar recursos móviles, como por ejemplo, la fuerza de ventas en terreno y con esta información facilitar la toma de decisiones.

Debido a la naturaleza de la tecnología de la localización, existe un número indefinido de aplicaciones que se pueden desarrollar. A continuación se expondrán algunas aplicaciones que fueron creadas para diferentes áreas:

3.3.1. Entretenimiento

1. *Foursquare*: Es una red social orientada principalmente a los smartphones basada en la geolocalización a través de la cual los usuarios registran los lugares donde se



Figura 3.5: Foursquare.

encuentran (*check-in*) y buscan descubrir nuevos lugares, recibiendo recompensas. De acuerdo a la página oficial de la aplicación²⁵, esta red social cuenta con alrededor de 15 millones de usuarios alrededor del mundo y más de cien empleados entre dos sedes. También cuentan con un área de negocios donde los usuarios pueden registrar sus negocios o marcas, de lo cual se hablará un poco más en el capítulo 5.

2. *Geocaching*: Geocaching es un juego basado en la búsqueda de un tesoro en el mundo real al aire libre. La idea es localizar objetos escondidos, denominados *geocaches* usando receptores GNSS basándose en coordenadas GPS entregadas por quien escondió el objeto. Una vez que se encuentra, se debe dejar otro objeto de igual o mayor valor y escribir en un diario de navegación compartiendo la experiencia *online*²⁶.

²⁵No especificado: Acerca de Foursquare, <https://es.foursquare.com/about>, 30.01.12, 03:40 h.

²⁶Íd.: Geocaching 101, <http://www.geocaching.com/guide/default.aspx>, 30.01.12, 03:50 h.



Figura 3.6: Geocatching.

3.3.2. Seguridad Personal

El *geofencing* o geoperimetraje consiste en crear un perímetro virtual en un área geográfica real. Este perímetro puede generarse dinámicamente, como una distancia alrededor de un lugar, o ser predefinido por un conjunto de localizaciones, como los límites de un barrio. Otra forma de geofencing que se está popularizando es el personalizado, en la cual el usuario predefine los límites.

Esta aplicación puede utilizarse de diversas maneras. Una de ellas es la notificación a padres si sus hijos salen fuera del perímetro permitido o para evitar que personas se extravíen, como el caso de personas con alzhéimer.

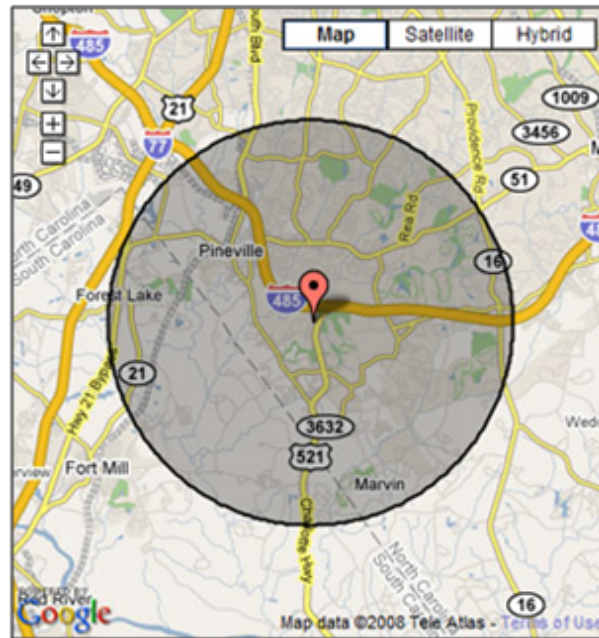


Figura 3.7: Geofencing.

3.3.3. Rastreo de Activos

Existen diversas empresas que ofrecen el servicio de rastreo de vehículos, como la empresa RSA²⁷ localizada en México en el estado de Aguas Calientes. Esta empresa ofrece receptores para el rastreo de vehículos particulares y de flota, además de personas. Aparte, cuenta con un software al cual se puede acceder *online* para hacer un rastreo en un mapa de la localización del vehículo que se está rastreando.

Este modelo se aplica también a objetos valiosos a los cuales se les quiera hacer un seguimiento.

²⁷No especificado: Rastradores Satelitales, <http://www.rastreadoressatelitales.com>, 17.11.11, 09:00 h.

3.3.4. Puntos de Interés

Existen bases de datos que contienen información sobre lugares de interés categorizados según la naturaleza del lugar, ya sean negocios, lugares históricos o lugares de servicio. Estos lugares son denominados *Points of Interest* (POI).

Los datos para las bases de datos de POI son recolectados de diversas maneras. Una es que las empresas de mapeo recolecten los datos. En otros casos, la información es provista por las empresas que quieren aparecer en los directorios POI como cadenas de multitiendas o restaurantes. Y por último, otra manera es a través de empresas especializadas en la creación de directorios empresariales o de negocios.

Los datos incluyen la dirección física del lugar, el nombre del lugar, la categoría en la cual está indexado en el servicio POI, el número telefónico, página web, y las coordenadas geográficas.

1. *Google Places*²⁸: Google Places es una función de Google Maps en la cual se pueden encontrar *points of interest* de distintas categorías dependiendo del lugar donde se encuentra el usuario. El servicio incluye encontrar el lugar a través de acceder a las categorías, la entrega de información detallada, la visualización en Google Maps y la posibilidad de puntuar el lugar de acuerdo a la experiencia que se haya tenido.
2. *Around Me*²⁹: Esta aplicación también ofrece el mismo tipo de Google Places. Los lugares de interés están categorizados y al buscar ofrece información sobre el lugar.

²⁸Íd.: Google Places, <http://http://www.google.com/places.com>.

²⁹Íd.: Around Me, <http://www.aroundme.com>.

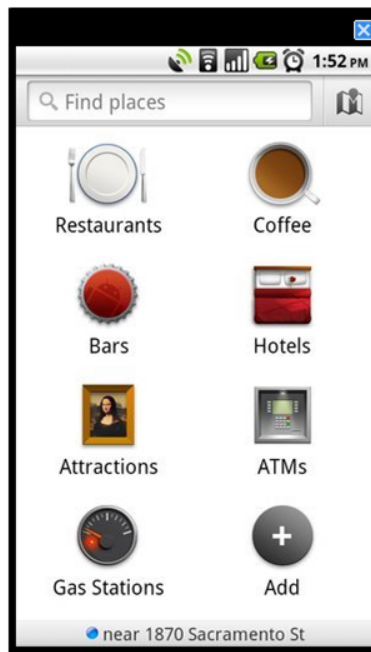


Figura 3.8: Captura de pantalla de Google Places: Categorías para la búsqueda

3.3.5. Seguimiento de Personas

1. *Google Latitude*

Google Latitude³⁰ es un servicio ofrecido por Google Maps a través del cual se puede saber dónde se encuentran amigos y familiares conectados a través de sus *smartphones* o de internet mostrando su localización sobre un mapa que se actualiza constantemente.

Google Latitude permite que manualmente un usuario se conecte si desea que otros usuarios puedan verlo. Por otro lado, permite que el usuario pueda escoger la lo-

³⁰No especificado: Google Latitude, <http://www.google.com/intl/es/mobile/latitude/>.

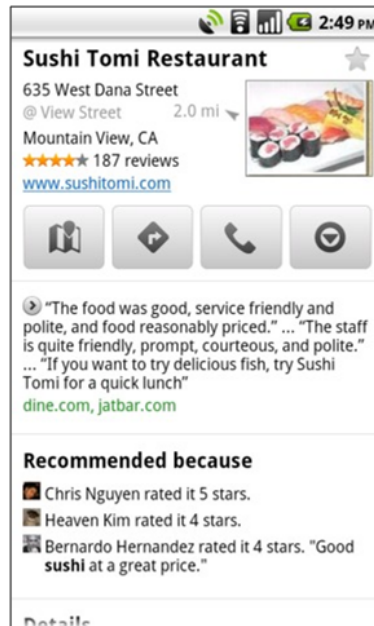


Figura 3.9: Captura de pantalla de Google Places: Información del lugar buscado

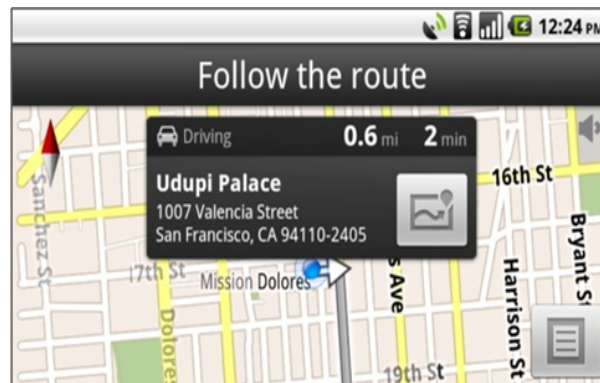


Figura 3.10: Captura de pantalla de Google Places: Localización del lugar en Google Maps

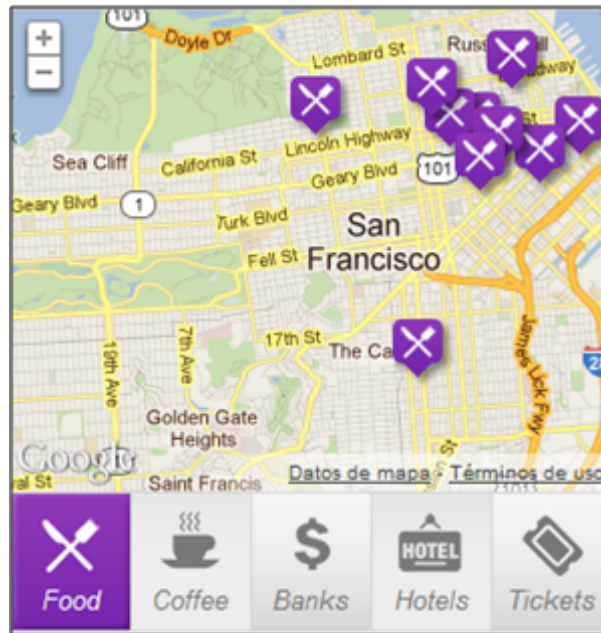


Figura 3.11: Vista de la etapa de posicionamiento en el mapa de Around Me.

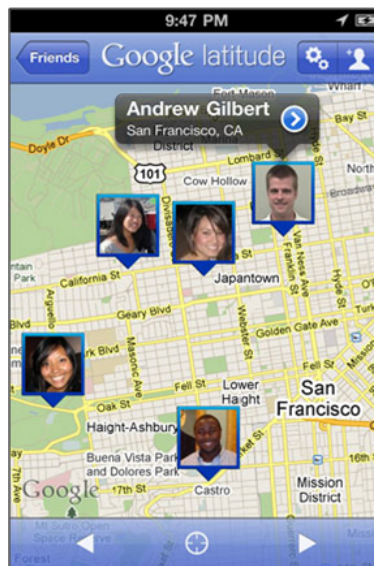


Figura 3.12: Captura de pantalla de Google Latitude para iPhone

calización en la que quiere ser visto, sin perjuicio de que pueda desplazarse a otro lugar.

3.3.6. Información Basada en el Contexto Geográfico

Mapping

1. Google Maps³¹: *Google Maps* es una herramienta disponible en internet y a través de smart phones con la cual se puede obtener la ubicación en un mapa de algún lugar en concreto que se busque y se pueden obtener instrucciones de navegación desde el lugar donde se encuentra el usuario.
2. Mapcity³²: Esta aplicación tiene la misma función que Google Maps. Se pueden crear categorías de búsqueda y paralelamente ofrece un servicio de POI.

Clima

1. The Weather Channel³³ ofrece información actualizada sobre el clima detectando el lugar donde se encuentra el usuario.
2. Rain Alarm³⁴: Rain Alarm es una aplicación de alerta de lluvias que se puede utilizar en smartphones o en un computador. En el caso de los smart phones, el primer paso es identificar la localización del usuario para que luego se reciba un mensaje cuando

³¹No especificado: Google Maps, <http://maps.google.cl>.

³²Íd.: Mapcity, <http://www.mapcity.cl>, 17.11.11, 09:10 h.

³³Íd.: Weather.com, <http://www.weather.com>, 17.11.11, 09:30 h.

³⁴C. Avilés and M. Diener: Rain Alarm, <http://www.rain-alarm.com>, 28.02.12, 09:00 h.

el sistema detecta lluvia a una distancia corta de la del usuario, dándole tiempo para prepararse.

3.3.7. Publicidad

La Publicidad Móvil está siendo adaptada a las nuevas tecnologías y los sistemas GNSS están ayudando. La idea de publicidad utilizando GNSS consiste en enviar un SMS cuando el usuario se encuentre cerca de una tienda que tenga contratados estos servicios. La idea es enviar información sobre ofertas o cupones al teléfono para atraer al cliente.

Un ejemplo de esto es McDonalds, que en el año 2010 participó en una campaña piloto en la cual promocionaba en Finlandia una hamburguesa a un euro enviándoles un SMS a usuarios de la aplicación Nokia Ovi Maps que se encontraran cerca de los restaurantes pertenecientes a la cadena. La campaña tuvo un resultado de un 7% de proporción de *clicks*³⁵.

3.3.8. Aplicaciones en Desarrollo

Los siguientes son proyectos de I+D del sector LBS que están recibiendo financiamiento de la Comisión Europea³⁶:

³⁵No especificado: McDonald's LBS mobile ads achieve 7 percent CTRs, <http://www.mobilecommercedaily.com/2010/04/14/mcdonalds-lbs-mobile-ads-achieve-7-percent-ctr>, 03.01.12, 10:00 h.

³⁶Íd.: Galileo: Applications for individual handsets and mobile phones (LBS), http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/applications/location-based-services/index_en.htm, 02.11.11, 8:25 h.

- OPTI-TRANS: Busca crear una plataforma GNSS que le entregue a la gente que viaja la posibilidad de planificar su viaje de manera eficiente.
- IEGLO: Busca desarrollar un sistema completo para aplicaciones de salud y seguridad, enfocándose especialmente en los adultos mayores y en pacientes que tengan Alzheimer.
- PERNASVIP: Desarrolla un servicio de movilidad basado en GNSS dedicado a los peatones con problemas de vista en un ambiente urbano.
- LS4P: Busca darle a los competidores de carreras de navegación marítima la oportunidad de mejorar su rendimiento usando el posicionamiento de alta precisión y las medidas de velocidad.
- INCLUSION: Busca construir una solución capaz de ayudar a las personas con movilidad reducida a desplazarse en condiciones seguras.

Como se puede apreciar, existe un gran número de aplicaciones para cada área. Si bien las definiciones hechas en este Capítulo se remiten solamente a la función que cumple cada aplicación, es relevante explicar que las necesidades que cubren son la motivación que puede tener una persona de negocios para adoptarlas. Por ejemplo, la mayoría de las aplicaciones en transporte están enfocadas en hacerlo más seguro y/o más eficiente o en poder ofrecer un servicio de seguimiento. Esto, para un empresario, significa poder entregar mejor calidad de servicio, gestionar mejor sus procesos y mantener control sobre una etapa que antes se escapaba de sus manos como es la etapa del transporte de una carga. En el caso de transporte, las aplicaciones de seguridad se traducen en mayores garantías para los empresarios, mientras que las de mejora de rendimiento, se traducen en ahorro. En el caso de la agricultura de precisión, el adoptar estas aplicaciones genera una

maximización de los recursos, con lo cual comercialmente se generan dos cosas: ahorro y/o la posibilidad de obtener mejor rendimiento de los campos al planificar mejor su uso, con lo cual aumentan las utilidades. En la aviación, la aplicación de GNSS genera una mejora en el rendimiento y en la logística, con lo cual las utilidades aumentan y se genera una mejor calidad de servicio. Los LBS posibilitan distintas oportunidades, tales como la de promocionar un negocio ya existente, ya sea a través de darse de alta en servicios dedicados a los POI, o a través de hacer publicidad en aplicaciones existentes o lograr hacer una campaña de marketing relacionada a la posición de los clientes *target* que la empresa tenga. Por otro lado, el mercado de las aplicaciones LBS para equipos móviles ha explotado en los últimos años, como demuestra el más de un millón de aplicaciones disponibles en las distintas plataformas existentes. Un estudio de la evolución del mercado entorno a GNSS se presentará en el Capítulo 4.

Capítulo 4

Una mirada a la Industria entorno a los GNSS

4.1. Definición de la Industria

La industria GNSS es la industria de productos y servicios que utilizan posicionamiento y navegación basada en GNSS como elemento principal.

El mercado núcleo incluye solo las partes del valor de mercado del producto y servicio que son atribuibles directamente a GNSS, como por ejemplo, los chips, mapas y los programas de navegación.

El mercado habilitado incluye el valor total de mercado de la plataforma equipada con GNSS, por ejemplo, el valor completo de un *smartphone*.

Se espera que la industria tenga un gran crecimiento durante esta década como se verá en los gráficos expuestos a continuación. Estos gráficos y datos tendrán relación a los cuatro sectores con los que se ha estado trabajando el presente análisis: Transporte (específicamente terrestre en el caso de este capítulo), Aviación, Agricultura de Precisión y LBS.

La información entregada a través de este capítulo está basada en la presentación Reporte de Mercado de GNSS de Octubre del 2010 de la Agencia Europea GNSS¹.

4.2. Expectativas de Crecimiento de la industria GNSS

El mercado GNSS está creciendo rápidamente y se espera que las utilidades aumenten a un 11 % CAGR (*Compound Annual Growth Rate*, Tasa de Crecimiento Anual Compuesto) durante la actual década. Se espera que este año (2012), las utilidades de la industria habilitada sea de 167 billones de euros, llegando a 244 billones en el 2020, como se puede ver en la Figura 4.1. Por otro lado, en la Figura 4.2 se puede observar la división de la industria con respecto a los sectores mencionados anteriormente de acuerdo a su participación en la creación de utilidades. Como se puede apreciar, la mayor cantidad de utilidades esperadas para la presente década es creada por dos sectores: LBS y transporte terrestre.

¹European GNSS Agency (GSA): GNSS Market Report - Issue 1, Bruselas 2010.

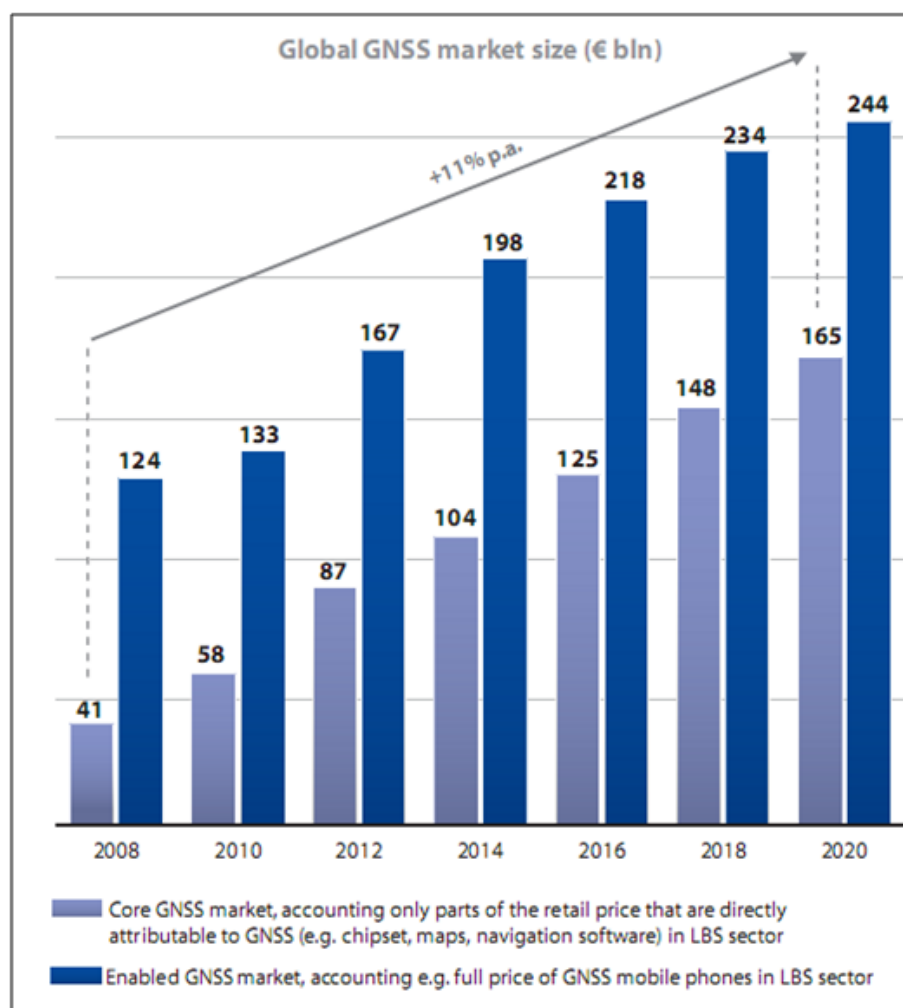


Figura 4.1: Tamaño global del mercado GNSS (en billones de Euros).

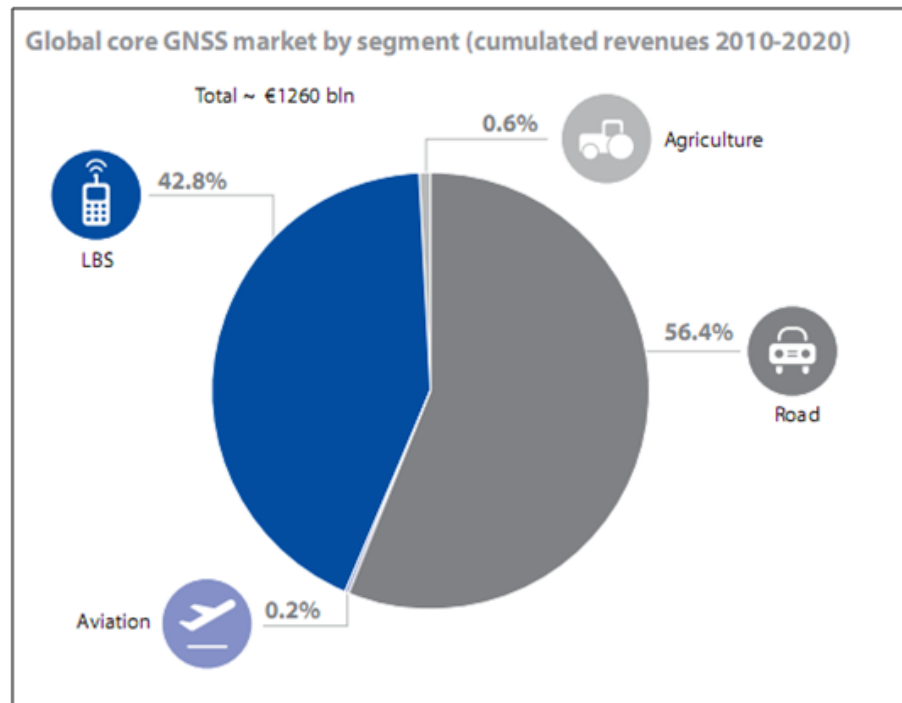


Figura 4.2: Mercado Núcleo de GNSS por mercado (de acuerdo a los ingresos acumulados entre 2010-2020)

La Figura 4.3 muestra la participación de mercado con relación a las áreas de origen de las empresas de la industria basado en la facturación de las 15 empresas más relevantes de la industria GNSS.

La Figura 4.4 muestra la proyección de la cantidad de dispositivos exportados , el sector de la industria al cual serán ingresados y el porcentaje de penetración que tendrán hacia el 2020.

Como se puede apreciar, las ventas de dispositivos con GNSS integrado seguirán creciendo, con una TCAC de 18%, llegando a los 200 millones de envíos en el año 2016. Los dispositivos utilizados para LBS componen la mayoría de las ventas de equipos con

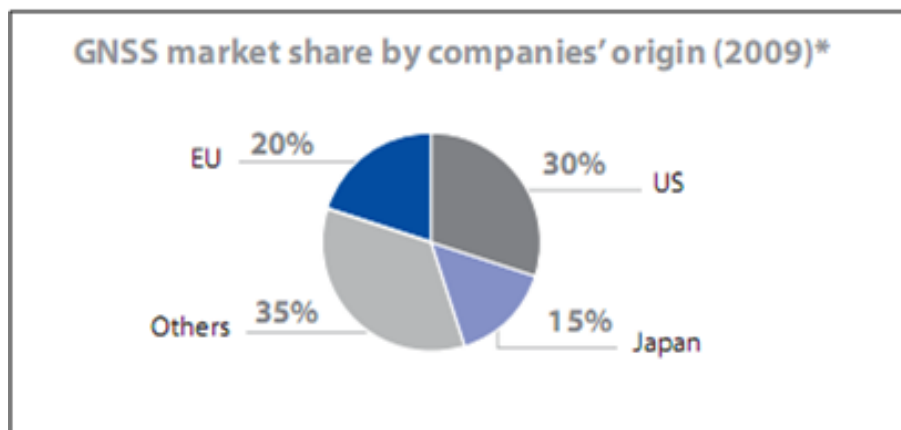


Figura 4.3: Participación del mercado GNSS de acuerdo al origen de empresas.

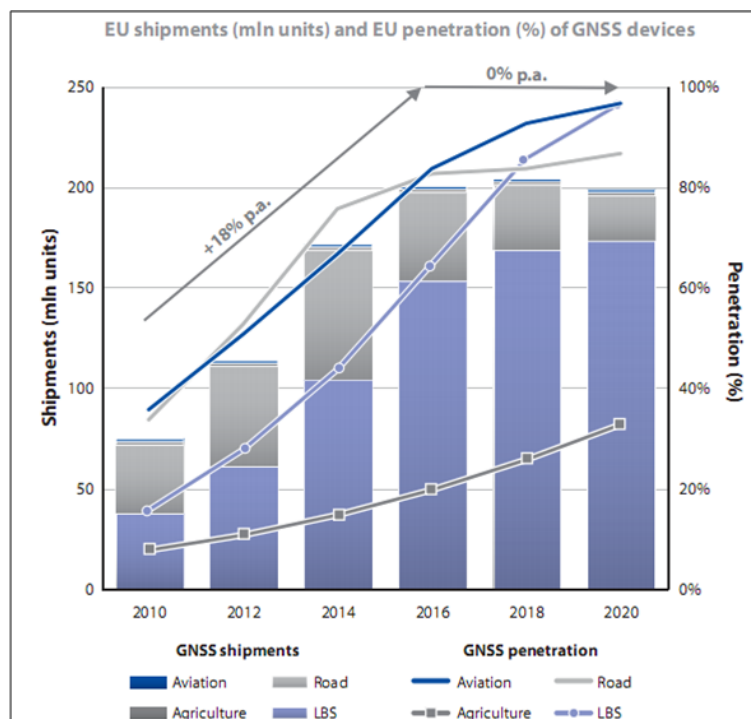


Figura 4.4: Envíos hacia la UE y penetración en la UE (%) de dispositivos GNSS.

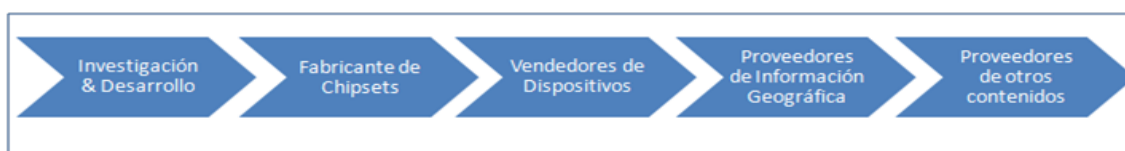


Figura 4.5: Cadena de Valor de PND.

GNSS, aumentando de 30 millones en el 2010 a un aproximado de 175 millones en el 2020. Es importante destacar que la penetración de estos aparatos aumentará desde menos de un 20 % en 2010 a casi 100 % en el 2020.

Los mercados de la aviación y de la agricultura de precisión son mucho más pequeños, por lo cual los envíos relacionados a estas industrias son menores. Sin embargo, en la aviación, la penetración de GNSS aumentará de un 36 % en el 2010 a una proyección del 97 % en el 2020, un aumento del 169 % en 10 años. En la agricultura, se espera que la penetración llegue al 33 % en el año 2020, un aumento de 17 puntos porcentuales respecto al año 2010.

4.2.1. Transporte terrestre

Los siguientes datos tienen que ver con la venta de dispositivos GNSS utilizados en medios de transporte terrestres. Si bien hay equipos integrados a los vehículos, en este caso, los datos se refieren a los dispositivos adquiridos por separado y se denominará a estos aparatos como PND (*Personal Navigation Devices*, Dispositivos Personales de Navegación).

Si bien en el estudio de la Comisión Europea no aparece la I+D como parte de la cadena de valor de los PND, es importante mencionarla debido a las altas cantidades de

dinero invertidas en el tema del procesamiento de la señal y del procesamiento de los datos, lo cual sí agregan valor al producto final ya que es debido a esos proyectos de investigación y desarrollo que la tecnología se ha desarrollado y mejorado a través de los años, con lo cual se agrega valor. Como ejemplo de avances que están teniendo un impacto económico se puede mencionar además de un aumento en la precisión, aspectos como la integridad y la confiabilidad, los cuales son claves para habilitar la creación de nuevas oportunidades de negocio.

Los chipsets están integrando cada vez más tecnologías (GSM, GPS, Wi-Fi). Un ejemplo de estos fabricantes es SiRF-CSR, que en 2008 obtuvo utilidades de €170 millones, siendo los proveedores del 45 % de los chipsets GNSS para transporte terrestre el mismo año.

Con respecto a los vendedores de dispositivos GNSS, cabe destacar que debido a la saturación del mercado y la competencia creada por los *smartphones* (que generalmente incluyen un sistema de navegación), las ventas de dispositivos sólo se han mantenido. Se utiliza la innovación como diferenciador, lo cual ha resultado en productos compuestos con funciones de comunicación y multimedia. Otra opción ha sido explotar otro canal como lo son los fabricantes de automóviles y las tiendas de aplicaciones de *smartphones*.

Dos ejemplos de vendedores de dispositivos son Garmin (EEUU) y TomTom (Holanda). Garmin tuvo una participación del mercado PND del 35 % en el 2008, con una facturación de €2.7 billones. TomTom tuvo una participación del 30 % el mismo año, con una facturación de €1.7 billones, y es líder en el mercado europeo.

Navteq es un líder en suministro de mapas digitales, con utilidades de €560 millones en 2008. La tendencia en este tipo de empresas es que sean adquiridas por las compañías

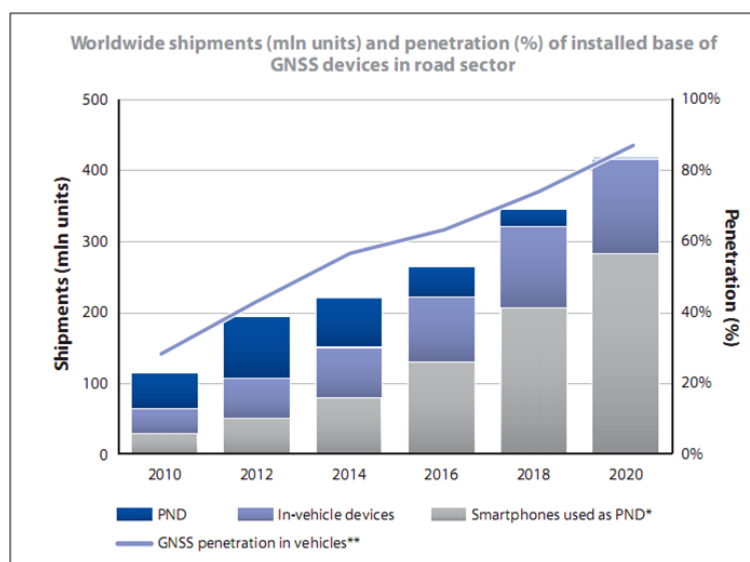


Figura 4.6: Envíos mundiales (en millones de Unidades) y penetración (%) de bases GNSS instaladas en el sector de transporte terrestre.

de ventas de dispositivos. Navteq mismo fue adquirida por Nokia el 2008, aunque continúa ofreciéndoles servicios a clientes externos.

Los proveedores de mapas están enfocados en mejorar sus productos agregándole más detalles a los mapas y algunas características especiales como el caso del 3D. Sin embargo, se necesita de mucha más precisión en los mapas para poder implementar más servicios.

En el caso de los “Proveedores de otros contenidos” se puede mencionar nuevamente a TomTom, quienes están suministrando información de tráfico a través de Europa, la cual obtienen de los mismos usuarios y es gratuita.

Como se puede apreciar en la Figura 4.6, en el 2020 la mayoría de los vehículos tendrán un sistema de navegación, ya sea un PND, un dispositivo integrado o a través de un sistema de navegación insertado en un *smartphone*. Se espera una penetración del 87% en el 2020,

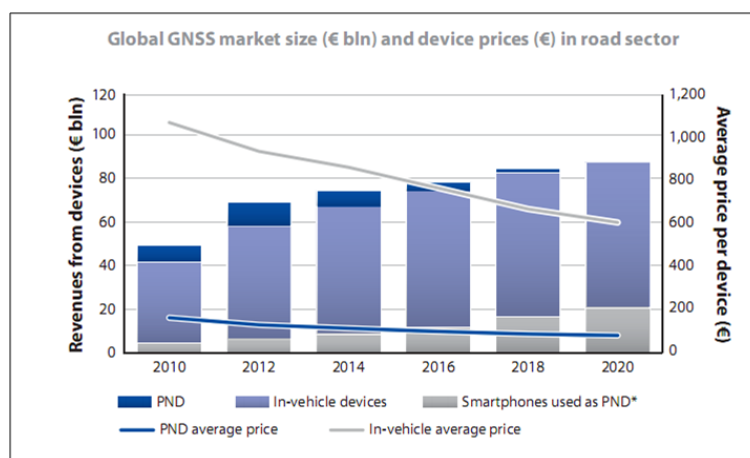


Figura 4.7: Tamaño global del mercado GNSS (en billones de euros) y precios de dispositivos (en euros) del sector terrestre.

comparado con un 28 % durante el 2010. Se estima que las ventas de PND lleguen a un punto máximo en el 2013, después de lo cual irían bajando debido al crecimiento de sistemas de navegación instalados en las fábricas automotrices y al crecimiento del uso de teléfonos con GNSS integrados.

Algunas conclusiones que se pueden apreciar de la Figura 4.7 es que el precio de los PND y de los dispositivos pre-instalados disminuirá durante la década. Se estima que los precios de los PND disminuirán al 6 % anualmente, mientras que los de los dispositivos integrados a los vehículos al 7 % anual. Sin embargo, las utilidades del segmento terrestre de GNSS crecerán rápidamente hasta el 2014 por el aumento de ventas. Desde el 2014 en adelante, se espera que la disminución de los precios causará que los ingresos crezcan con mayor lentitud. Se estima que para el 2020 los ingresos por ventas de dispositivos para transporte terrestre sean de €87 billones.



Figura 4.8: Cadena de valor del mercado de la Aviación.

4.2.2. Aviación

GNSS soluciona muchas de las deficiencias en la estructura de tráfico aéreo gracias al posicionamiento preciso y continuo, capaz de funcionar bajo cualquier circunstancia climática. A continuación se analizarán datos relevantes con respecto a esta industria.

En la Figura 4.8 se puede ver la cadena de valor del mercado de la aviación. Nuevamente se menciona I+D debido al vital aporte de valor que agrega a los productos y servicios basados en GNSS. A continuación en la cadena de valor están los fabricantes de dispositivos, entre los cuales se encuentran las empresas Honeywell (Canada), Rockwell Collins (EE.UU) y Thales Avionics (Francia), las cuales son las empresas más relevantes en la aviación comercial (transporte de pasajeros y carga). Con respecto a la aviación general (aviación relacionada a distintas actividades como entretenimiento, negocios, vigilancia, etc.) es importante mencionar a Garmin (EE.UU) y a Honeywell (EE.UU) como las empresas con mayor relevancia.

En el área de los fabricantes de aeronaves para la aviación comercial destacan empresas como Airbus (Unión Europea) y Boeing (EE.UU). En la aviación general se encuentran como participantes principales las empresas Cessna (EE.UU), Dassault (Francia), Embraer (Brasil) y Piper (EE.UU).

Las alianzas de aerolíneas comerciales como Oneworld, SkyTeam y Star Alliance son las principales agrupaciones de aerolíneas en la actualidad. En la aviación general la AOPA

(*Aircraft Owners and Pilots Association*, Asociación de Dueños y Pilotos de Aeronaves) destaca como la agrupación más grande a nivel mundial relacionada con la aviación general².

En cuanto a los proveedores de servicios de aeronavegación (ANSP, *Air Navigation Service Providers*), la organización más importante es la *Civil Air Navigation Services Organization* (CANSO), la cual representa a los ANSP a nivel mundial. Por otro lado, la ICAO (*International Civil Aviation Organization*, Organización Internacional de Aviación Civil) compila los principios de la aeronavegación internacional. Y en la categoría aeropuertos, éstos se pueden clasificar en Internacionales, regionales y privados.

Las tendencias en este mercado tienen relación con el aumento de la sofisticación de la aviónica, específicamente en los sistemas de navegación. La integridad y robustez de la señal siguen siendo una prioridad. Por otro lado, el disminuir la dependencia de la infraestructura terrestre de navegación también está en las tendencias de la industria, especialmente en la aviación general, de manera tal de poder evitar el depender de equipos de baja calidad de algunas partes del mundo. Por lo mismo, es importante pasar del control terrestre a GNSS, SBAS y otros sensores a bordo de la aeronave. Y por último, aumentar la dependencia de soluciones a bordo para acercamiento a aeropuertos.

A través de esta década, la penetración de GNSS se espera que crezca rápidamente de un 38 % en 2010 a un 75 % en el 2020 y que los envíos aumenten de 94000 a 147000 unidades con relación a los mismos años. De las ventas de los dispositivos para aviación, el 98 % será orientado a la aviación general, como vemos en la Figura 4.10

²No especificado: History and Mission of AOPA, <http://www.aopa.org/info/history.html>, 10.01.12, 08:10 h.

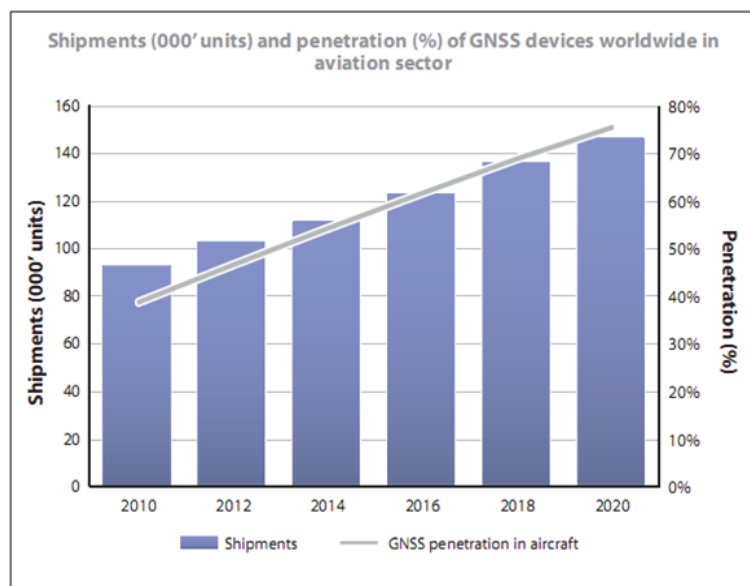


Figura 4.9: Envíos (en miles de unidades) y penetración (%) de dispositivos GNSS a nivel mundial en el sector de la aviación.

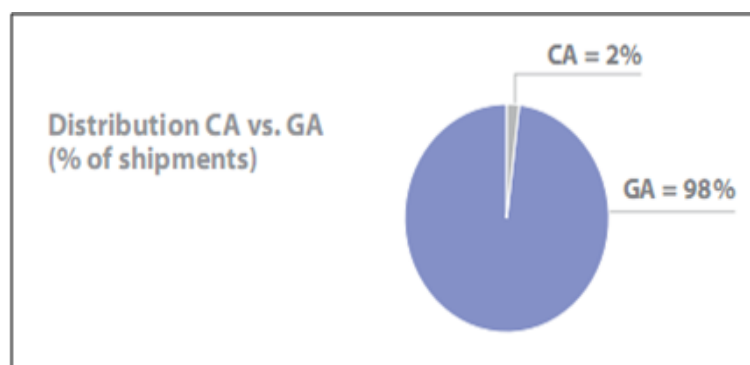


Figura 4.10: Distribución de Aviación comercial (CA) versus la Aviación General (% de envíos).

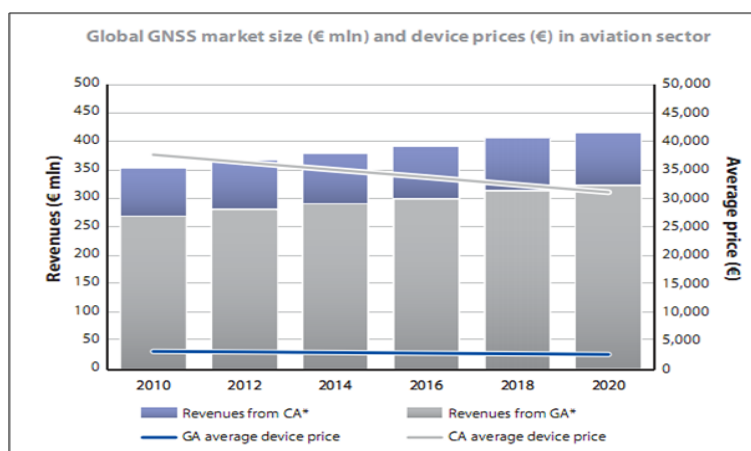


Figura 4.11: Tamaño del mercado global de GNSS (millones de euros) y precios de dispositivos (en euros) para el sector de la aviación.

En la Figura 4.11 se puede ver el tamaño del mercado GNSS en la aviación en millones de euros y los precios por dispositivo (en euros) en el mismo sector. Los ingresos acumulados de GNSS en el sector de la aviación para el periodo 2010-2020 serán de €4.2 billones. De esta cantidad, el 76 % vendrán de la aviación general, 19 % de aeronaves de gran tamaño, y 5 % de aeronaves regionales. Con respecto a la aviación comercial, el precio promedio del Sistema de Gestión de Vuelo que incluye receptores GNSS se espera que caiga de los €37000 en el 2010 a los €31000 en 2020, mientras que los dispositivos para la aviación general bajarán de los €3200 a los €2000 en el mismo periodo de tiempo, lo cual corresponde a una erosión de precio del 2 % anual.

Con respecto a las regiones y la penetración de GNSS en el área de la aviación, podemos ver en la Figura 4.12 que en la Unión Europea la penetración será del 80 % durante el 2015, alcanzando el 97 % el 2020 debido al programa SESAR, (*Single European Sky ATM Research*, Investigación de Gestión de Tráfico Aéreo Único para Cielos Europeos), proyecto

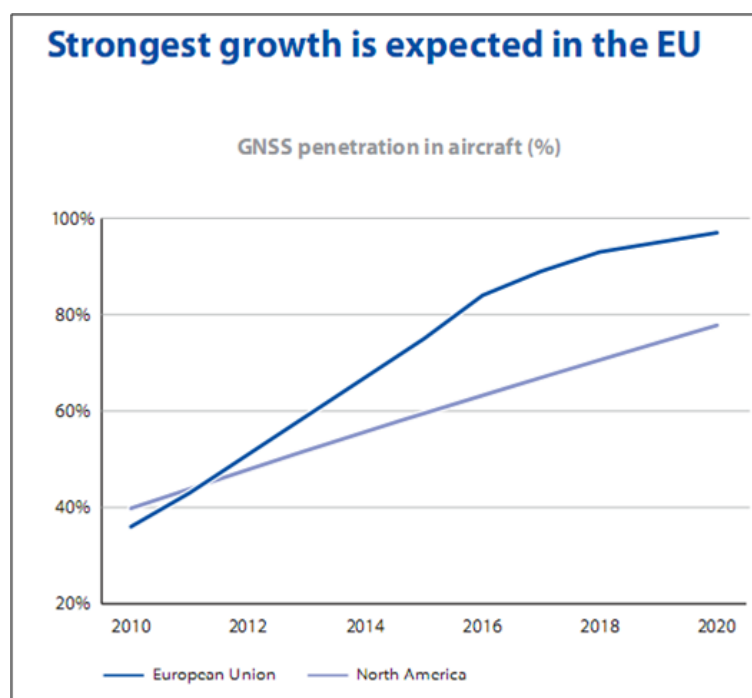


Figura 4.12: Penetración de GNSS en las aeronaves (%)

que busca mejorar el Espacio Aéreo Europeo y su Gestión de Tráfico Aéreo. En Estados Unidos se espera una penetración del 78% para el año 2020.

4.2.3. Agricultura

El mercado de la Agricultura con relación al uso de GNSS se divide en dos tipos de aplicaciones. Por una parte están las soluciones GNSS de baja tecnología, las cuales se utilizan en cultivos de bajo valor como los cereales y para aplicaciones de agro-logística, como medición de campos e identificación de parcelas. Usualmente estas técnicas usan receptores GNSS estándar y utilizan sistemas satelitales de aumento gratuitos como WAAS y EGNOS alcanzando precisiones bajo el metro. Las soluciones de alta tecnología son

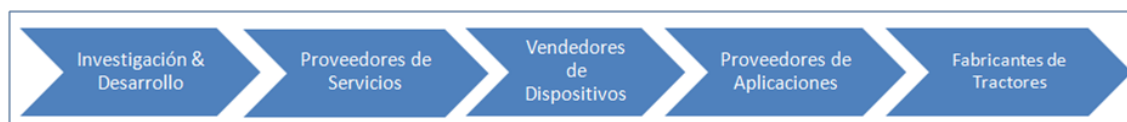


Figura 4.13: Cadena de Valor en la Agricultura de Precisión.

más caras y por lo mismo se usan para cultivos de alto valor (como papas y vegetales) o para operaciones que requieren precisión como sembrar. Para esto se utilizan tecnologías de posicionamiento más avanzadas como *Real Time Kinematics* (RTK) o servicios de aumento satelital comerciales (Omnistar, por ejemplo) alcanzando una precisión entre los 2 a 10 centímetros.

La Figura 4.13 muestra la cadena de valor relacionada al uso de GNSS en la agricultura. En el caso de este mercado, existen distintos modelos de negocio y la cadena de valor se ve modificada por los distintos grados de integración que existen. Por ejemplo, NavCom, una subsidiaria de la empresa John Deere (EE.UU) es el competidor más importante de Omnistar. NavCom provee tanto servicios de aumento a través de StarFire como también hardware tecnológico, lo cual la incluye en el área de Vendedores de Dispositivos. Por otro lado, John Deere (EE.UU) es líder en maquinaria y vehículos para la agricultura, pero su sucursal “*Intelligent Mobile Equipment Technologies*” desarrolla aplicaciones para la orientación GNSS y el control de maquinaria basado en los receptores desarrollados por NavCom. En el área central de la cadena de valor, se encuentran empresas que son ambos vendedores de dispositivos como también proveedores de aplicaciones.

Luego de distintas adquisiciones en los últimos años, las cuatro empresas más relevantes de esta área son: Triamble, Hexagon, Topcon y John Deere, la cual tiene presencia en toda la cadena de valor a través de NavCom. Por su parte, los fabricantes de tractores

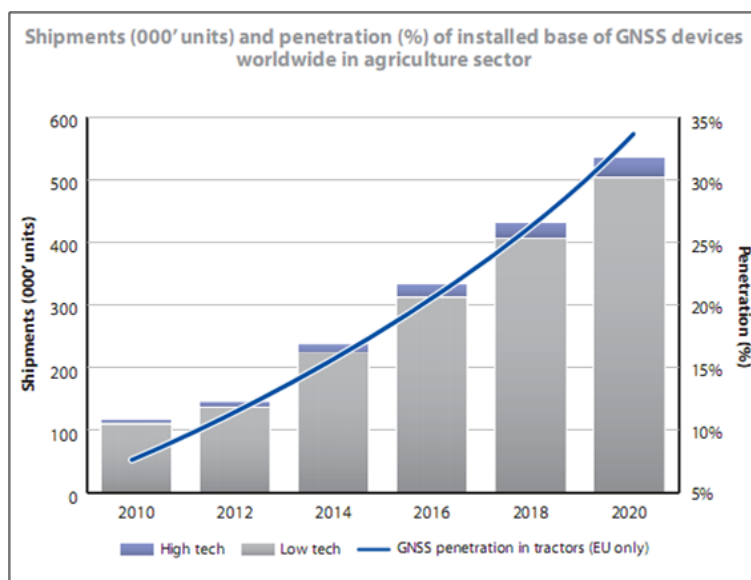


Figura 4.14: Envíos (en miles de unidades) y penetración (%) de GNSS instalado en dispositivos alrededor del mundo en el sector de la agricultura.

están integrándose hacia atrás adquiriendo proveedores de servicios y dispositivos ya que se estima que es la clave para el crecimiento.

En la Figura 4.14 se puede apreciar el importante aumento de envíos que se espera a través de esta década, desde poco más de 100 mil unidades a más de 500 mil en el 2020. Cabe destacar que la mayoría de estos envíos serán de dispositivos de baja tecnología, los cuales dominarán el mercado con un 93% de los envíos. La penetración también va en ascenso, logrando 33% en la Unión Europea en el 2020.

Se considera que el mercado al que se apunta son tractores de alto rendimiento y empresas agrícolas de más de 50 ha.

Por su parte, se estima que los ingresos provenientes del mercado de la agricultura aumentarán durante esta década debido al alza de venta de dispositivos, con ingresos de

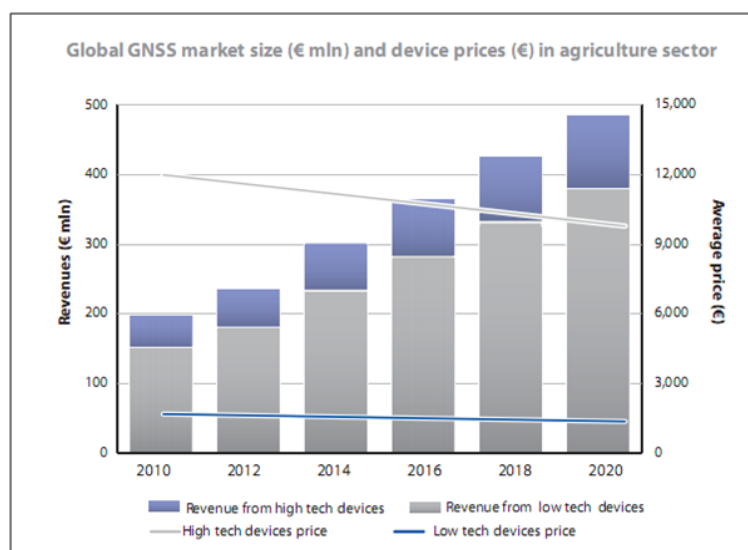


Figura 4.15: Tamaño del mercado global de GNSS (en millones de euros) y precios de dispositivos (euros) en el sector agrícola.

€486 millones en el 2020 en comparación a los €198 millones del 2010. De este total, el 77% de los ingresos vendrán de equipos de baja tecnología. Se espera que esta proporción se mantenga en el tiempo. También se puede apreciar de la Figura 4.15 que se espera que los precios de los dispositivos disminuyan un 2% anualmente, provocando que el precio de equipos de baja tecnología caigan de €1700 en el 2010 a €1400 en el 2020 y que los equipos de alta tecnología bajen sus precios de €12000 en el 2010 a €9800 en el 2020.

En cuanto a los envíos de dispositivos para el sector de la agricultura, se espera que éstos aumenten anualmente hacia todas las regiones hasta alcanzar las 75 mil unidades en el 2020 en la Unión Europea, 110 mil unidades en América del Norte y 350000 unidades en el resto del mundo. Este aumento en las ventas será impulsado por el crecimiento de flotas y el alza en la penetración de GNSS en los nuevos tractores.

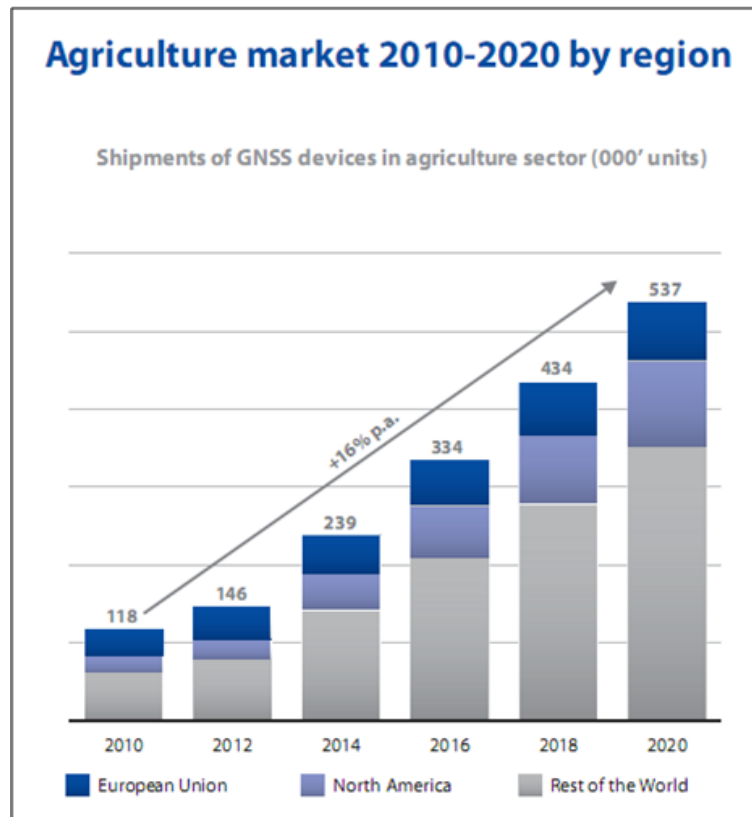


Figura 4.16: Envíos de dispositivos GNSS en el sector agrícola (miles de unidades) por región.

4.2.4. Location Based Services (LBS)

Los servicios basados en la localización han ido en ascenso debido a los avances que han permitido su uso. Uno de esos avances es la masificación de los smartphones. La Figura 4.17 muestra como el total de envío del año 2010 fue de 299.5 millones versus los 488.5 millones del 2011. Por otro lado, el número de de aplicaciones disponibles también ha aumentado. El número de aplicaciones para iPhone en 2008 era de 10000, lo cual aumentó a 100000 en 2009 (Figura 4.18). En el Reino Unido, Francia y Alemania, 5 de

Top three smartphone manufacturers, by 2011 global sales according to Strategy Analytics				
Vendor	Shipments 2011 (millions)	Market share 2011	Shipments 2010	Market share 2010 (millions)
Samsung	97.4	19.9%	23.9	8.0%
Apple	93.0	19.0%	47.5	15.9%
Nokia	77.3	15.8%	100.1	33.4%
Others	220.8	45.2%	128	42.7%
Total	488.5	100%	299.5	100%

Figura 4.17: Número de envíos (en miles de unidades) y participación de mercado de las 3 fabricantes de *smartphones* más grandes (2010 y 2011).

las 10 aplicaciones para iPhone más vendidas tienen que ver con la navegación y servicios de localización. Por su parte, Nokia experimento un volumen de 7 millones de descargas de su software de mapas en los 3 meses después de ofrecer navegación gratuita.

Por otro lado, los *smartphones* de últimas generaciones ofrecen tecnologías que mejoran el desempeño del posicionamiento. Se reduce el tiempo para el primer fix debido a GPS asistido, contienen chipsets GNSS altamente sensibles, Wi-Fi y posicionamiento celular para respaldar a GNSS, entre otras características.

La Figura 4.19 muestra la cadena de valor con relación a los LBS. Las cinco compañías fabricantes de chipsets más relevantes para este tipo de equipos son Broadcom (EE.UU), SIRF/CSR (EE.UU/ Reino Unido), Texas Instruments (EE.UU), Qualcomm (EE.UU)

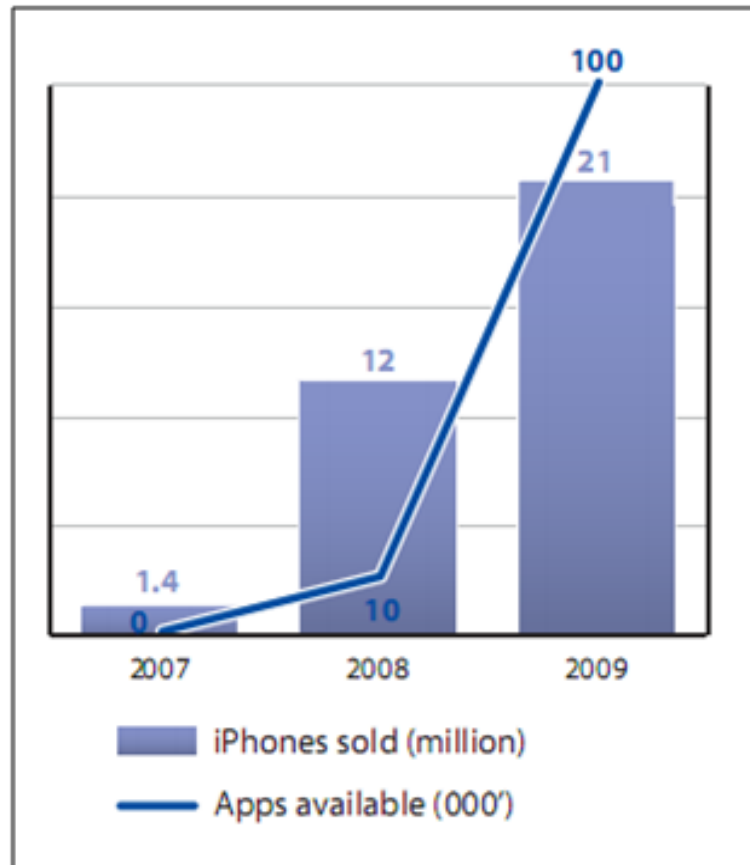


Figura 4.18: Ventas de iPhones (millones) y aplicaciones disponibles (en miles).

y ST Microelectronics (Suiza). Nuevamente, la tendencia en esta etapa de la cadena de valor es la integración de tecnologías complementarias (GNSS, GMS y Wi-Fi, por ejemplo). También se siguen haciendo mejoras con respecto a los costos, el consumo energético y el desempeño, impulsado por la integración y la miniaturización. También, se está diversificando el mercado, ya que se ha enfocado no solo en los *smartphones*, sino también en cámaras, consolas de videojuegos, entre otros dispositivos.



Figura 4.19: Cadena de Valor LBS.

Las compañías más importantes en el área de la venta de *smartphones* son Nokia (Finlandia), RIM/Blackberry (Canadá), Apple (EE.UU), HTC (Taiwán) y Samsung (República de Corea). Este mercado es altamente competitivo y de rápida innovación. Las empresas se están integrando en varias etapas de la cadena de valor para poder competir en todos los niveles. La navegación es una de las muchas funciones de los *smartphones* y GNSS es solo una de las tecnologías usadas para el posicionamiento.

Con respecto a los proveedores de información geográfica, destacan como proveedores globales Navteq/Nokia (EE.UU/Finlandia), TeleAtlas/TomTom (Holanda) y Google (EE.UU). Nokia y Google ofrecen el servicio de mapas gratuitamente. La tendencia es la innovación de producto, agregando efectos como el 3D. Nuevamente, a esta etapa de la cadena de valor también han entrado empresas que se dedican originalmente a la fabricación y venta de dispositivos.

Incrementar la importancia de las tiendas de aplicaciones es una ventaja competitiva y una forma de crear fidelidad en los clientes. Se ha generado un crecimiento explosivo en el número de aplicaciones disponibles, llegando a 200000 aplicaciones en el Appstore, por ejemplo. Por lo mismo, existen empresas grandes que están insertándose en la industria de las aplicaciones, en la cual la navegación es una de las categorías, junto con otras como juegos, servicio de información y redes sociales. La expectativa es crear buenas relaciones con la comunidad desarrolladora de aplicaciones a través de proveerle herramientas y motivar a través de competencias.

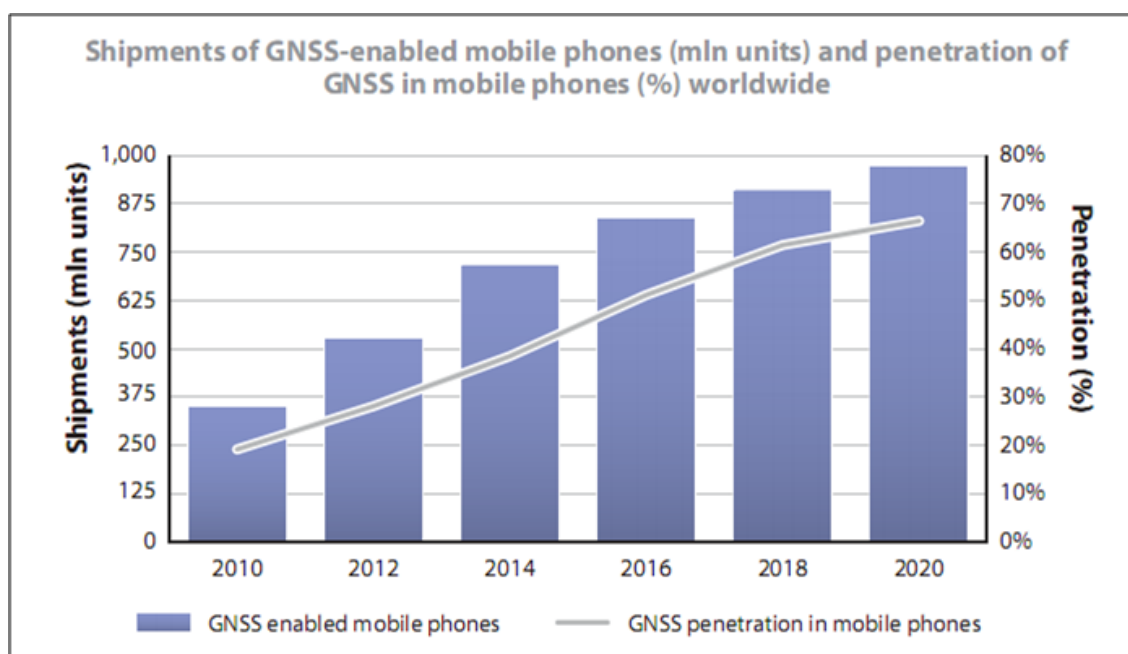


Figura 4.20: Envíos de celulares habilitados con GNSS (en millones de unidades) y penetración de GNSS en celulares a nivel mundial (%).

Para el 2020, la penetración de los celulares con GNSS integrados habrá alcanzado el 65 % (Figura 4.20). Se espera que ese crecimiento sea más lento después de ese año ya que en la mayoría del mundo los mercados estarán en una etapa madura. El desarrollo de este mercado se dará gracias al atractivo (nuevas aplicaciones aparte de la navegación, como los juegos basados en la localización) y el menor costo de los dispositivos LBS debido a la erosión de precios y el bajo consumo energético de los chipsets de GNSS (gracias a la integración y miniaturización) lo cual hará que sea más económico integrar GNSS a los celulares.

En la Figura 4.21 las barras azul oscuro representan el mercado habilitado para GNSS, considerando el precio completo de los celulares, mientras que la barra azul claro repre-

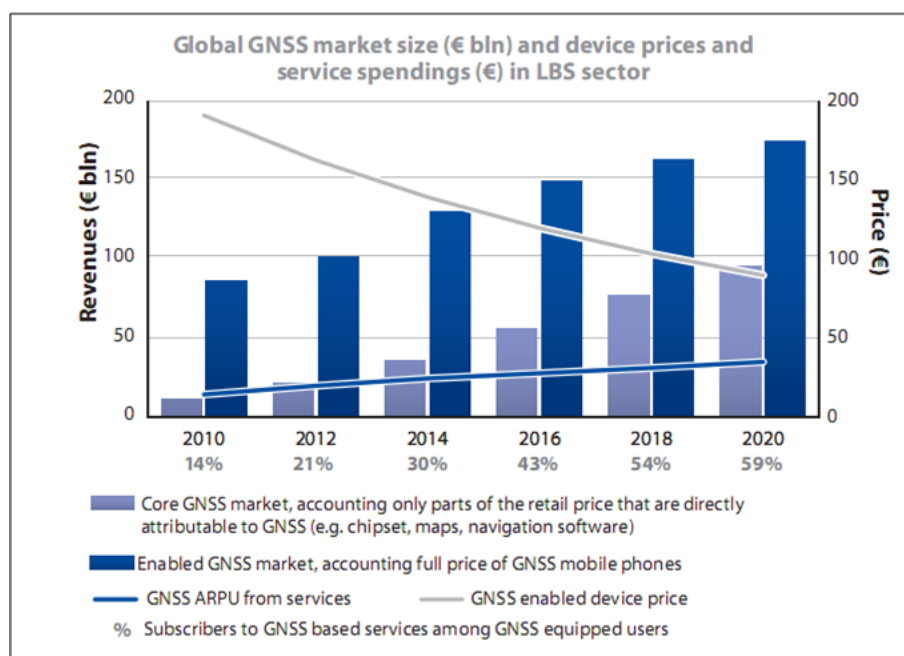


Figura 4.21: Tamaño del mercado global de GNSS (en billones de euros) y precios de dispositivos y gastos en servicios en el sector LBS (euros).

senta el mercado núcleo de GNSS (Core GNSS), es decir, sólo las partes del precio de retail que son atribuibles directamente a GNSS, como los chipsets, mapas y el software de navegación. La línea azul muestra el ARPU de GNSS derivado de los servicios. La línea gris muestra los precios de los dispositivos habilitados. El porcentaje mostrado en la parte de abajo se refiere al porcentaje de suscriptores a servicios basados en GNSS entre los usuarios con equipos habilitados con GNSS.

Al interpretar la Figura 4.21 se puede concluir que las utilidades totales anuales del Core GNSS en LBS se espera que crezcan entre 2010 y 2020 de €12 billones a €96 billones. De esta cantidad, más del 85% de las utilidades acumuladas provendrán de servicios basados en GNSS. El resto vendrá de las ventas de los dispositivos (Figura 4.22)

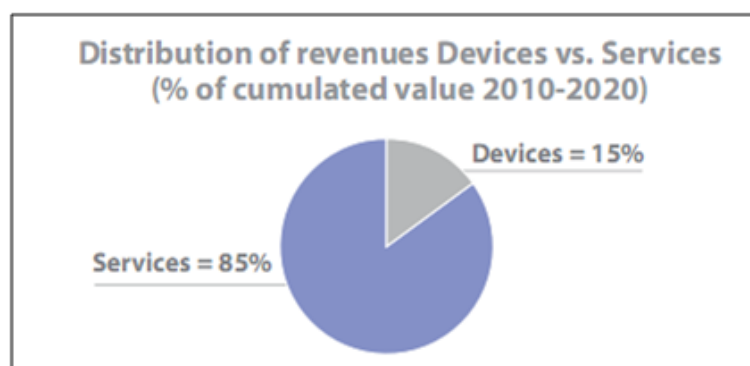


Figura 4.22: Distribución de ingresos: Dispositivos vs. Servicios (% de valor acumulado entre 2010 y 2020).

El ARPU de los servicios GNSS crecerá a un promedio de 9% anual. Las utilidades promedio aumentarán a medida que se desarrollen nuevos servicios basados en la localización. Por otro lado, los precios de los dispositivos bajarán de un promedio de €190 en el 2010 a €90 en el 2020. Cabe destacar que el incremento en utilidades también se debe al aumento de la penetración de GNSS en los equipos celulares, alcanzando 65% en el 2020 y también debido al crecimiento de la base de usuarios móviles (con un aumento del 11% entre el 2010 al 2020).

La Figura 4.23 muestra los porcentajes de penetración de GNSS en los teléfonos móviles en algunos mercados relevantes. Como se puede apreciar, la penetración en el 2010 es mucho más alta en América del Norte y Japón, lo cual se debe a que la disponibilidad de los teléfonos habilitados con GNSS se presentó antes. Se espera que la diferencia disminuya a través del tiempo, ya que para el 2015 la penetración de teléfonos habilitados con GNSS pasará el 50% en la Unión Europea y seguirá creciendo hasta alcanzar el 97% en el 2020. En cuanto a China, se espera una penetración del 82% para el mismo año.

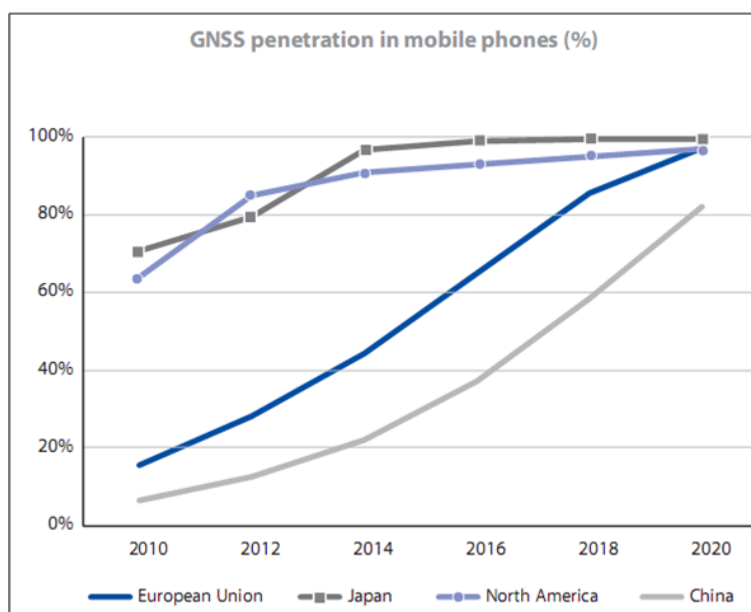


Figura 4.23: Penetración GNSS en teléfonos celulares.

Por otro lado, los envíos de equipos habilitados con GNSS también se espera que aumenten en todas las regiones en un promedio de 11 % anual y que se alcancen los 175 millones de unidades en la Unión Europea, 205 millones en América del Norte y casi 600 millones en el resto del mundo (Figura 4.24).

Los datos entregados a través de este Capítulo son contundentes para demostrar que la industria en torno a GNSS está en un crecimiento que es muy atractivo para la gente de negocios. Las cifras de crecimiento en cada área indican que un negocio relacionado con esta tecnología tiene altas probabilidades de ser exitoso. Los negocios satélites tienen grandes expectativas de crecimiento también paralelamente al crecimiento y madurez de la industria. El hecho de que la tecnología se esté integrando en nuevos tipos de dispositivos y que esta integración es factible con cada nuevo aparato que salga al mercado hace que las empresas relacionadas a ella puedan seguir subsistiendo en el tiempo. Por otro lado,

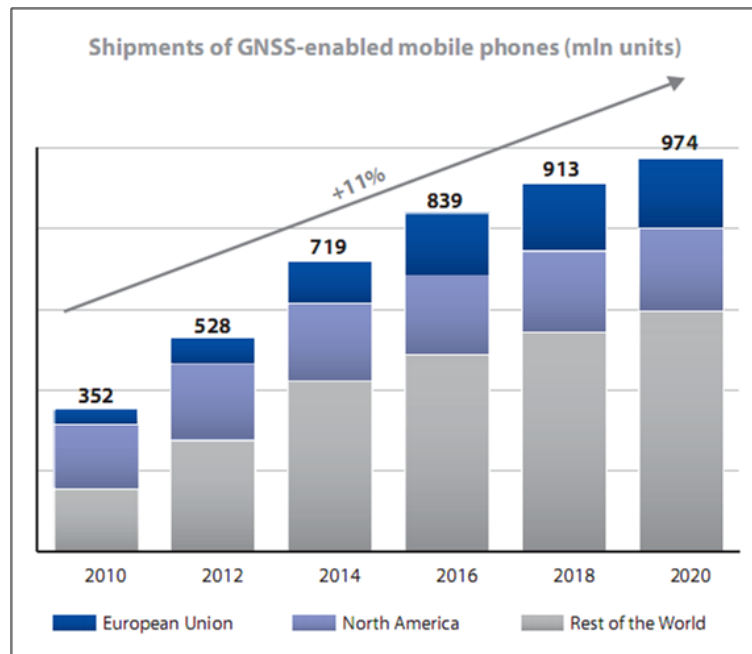


Figura 4.24: Envíos de celulares habilitados con GNSS (millones de unidades) por región.

el avance que está teniendo la investigación y el desarrollo de GNSS va a permitir que a futuro se integre completamente a industrias que requieren mayor precisión, como es el caso de la aviación, ya que a medida que GNSS se haga más preciso y fiable, esta tecnología puede pasar a ser el sistema principal de navegación aérea para la normativa internacional a largo plazo. También se permitirá su inserción en nuevas industrias y/o negocios. Todos estos datos son indicativos de que esta industria permanecerá en crecimiento por un largo plazo, con lo cual es más segura para la inversión. En el siguiente Capítulo se profundizará en algunas aplicaciones en torno a GNSS que pueden ser atractivas para empresarios y emprendedores nacionales.

Capítulo 5

Aplicaciones y orientaciones comerciales de GNSS

En este Capítulo se profundizará en algunas aplicaciones relacionadas con las áreas expuestas durante el presente documento. La idea de este análisis es poder demostrar las oportunidades que la tecnología GNSS presenta para el área de los negocios. Dentro de lo que se define como oportunidades, cabe destacar que no se refiere solamente a oportunidades de comenzar negocios nuevos, si bien es una posibilidad. Dentro de este concepto también se incluye el poder optimizar procesos para mejorar modelos de negocios ya existentes. Esto puede ser mucho más interesante ya que se puede utilizar GNSS para mejorar procesos en distintas industrias, lo cual hace que su alcance sea mayor. Por supuesto, se pueden establecer negocios que tienen que ver directamente con el mejoramiento de GNSS, pero es la aplicación de esta tecnología lo que presenta un abanico de posibilidades para quienes se dedican al emprendimiento o que ya tienen un negocio establecido. A continua-

ción se expondrán aplicaciones, negocios que ya están en funcionamiento y planteamientos de cómo se han aprovechado o se puede aprovechar las aplicaciones en torno a GNSS.

5.1. Transporte

5.1.1. Manejo de carga

Como se explica en el Capítulo 3 sobre las aplicaciones, el manejo de carga usando GNSS es muy beneficioso para mantener control sobre la carga en todo momento, pudiendo así tener mayor seguridad y entregar un mejor servicio a clientes, entre otros beneficios. Para poder ofrecer un servicio de calidad, se necesita una precisión de 1,7 m, lo cual corresponde a la mitad del ancho de un contenedor estándar. Esto es para no tener errores en la localización del contenedor.

Sin embargo, un terminal de contenedores es un ambiente complejo para los receptores debido a que éstos no pueden fallar considerando que el sistema de rastreo debe ser continuo las 24 horas del día, 7 días a la semana. Por otro lado, cuando las grúas están en uso en el muelle, la señal GPS puede ser bloqueada por la estructura metálica y por el barco acoplado en el muelle. Aparte de eso, la gran cantidad de superficies metálicas causan que se reflejen las señales, lo cual se denomina efecto multicamino. Para garantizar la continuidad del servicio, el receptor debe poder recuperarse rápidamente de esas interrupciones de señal y además debe contar con técnicas de mitigación del efecto multicamino, ya que sin esto se puede asignar el lugar equivocado en el terminal a los contenedores. Un ejemplo de esto es el receptor PolarRx, diseñado por la empresa belga Septentrio, el cual provee una precisión desde 1,2 - 2 m hasta de 2 - 5 cm dependiendo

de la técnica usada. Este receptor trabaja con el sistema de aumento EGNOS, con cuya información se calculan correcciones, las que son transmitidas a los usuarios, mejorando la precisión.

Un ejemplo de sistemas basados en GNSS para el manejo de carga es el presentado por Andreas Kahmann de OECON GmbH, empresa dedicada a las soluciones de almacenamiento y espacio. El proyecto, llamado GALAPAGOS (*Galileo Based Seamless and Robust Positioning Applications for Logistics Optimization Processes*, Aplicaciones de Posicionamiento Fluidas y Robustas Basadas en Galileo para la Optimización de Procesos Logísticos) fue financiado por el Programa de Estructuras de la Comunidad Europea (*European Community Framework Programme*). El proyecto consiste en un sistema de rastreo de contenedores de manera fluida y robusta, como lo indica su nombre, entendiéndose por “fluida” el que exista continuidad tanto al aire libre como en ambientes cerrados, y por “robusta” el que la recepción sea estable independiente de los problemas de interferencia. Todo esto debido a que los receptores masivos están diseñados para funcionar en condiciones normales como en el techo de los vehículos, o en espacios abiertos, lo cual no sucede en los terminales de contenedores por los rebotes de la señal, los bloqueos de señal y por el apilamiento de contenedores. Por otro lado, el uso de GPS se ve interrumpido cuando se está puertas adentro, por lo cual GALAPAGOS funcionaría con otras tecnologías inalámbricas como GSM y WiFi. En cuanto a los equipos, GALAPAGOS considera una mejora en los equipos no solo en cuanto a poseer compatibilidad para trabajar con EGNOS, sino también contempla la reducción de tamaño de los receptores al menor posible y el uso de baterías de larga duración.

Con respecto al software de manejo de carga, GALAPAGOS considera una interfaz para crear reportes de los movimientos de los contenedores y del uso del área de los

terminales, los tiempos de retenciones en cada terminal, lista de contenedores por área determinada en un momento determinado, número de contenedores transportados, etc.

Todo esto provoca un ahorro para el usuario ya que se optimiza el proceso de utilización, la mano de obra (debido a que el rastreo manual de contenedores ya no es necesario) y minimiza los retrasos ya que se informa de antemano sobre alguna deficiencia en el proceso, lo cual da la posibilidad de solucionar la situación¹.

Hacer seguimiento a la carga es muy beneficioso para una empresa que se dedique a exportar. Algunos de estos beneficios son los siguientes:

- Seguimiento de cargas en tiempo real.
- Reportes y estadísticas.
- Medición de kilómetros recorridos.
- Tiempos de carga.
- Tiempos de parada.
- Planificación de rutas, transporte y distribución.
- Cálculo de costos.
- Informe de inicio y fin de recorrido.
- Notificación de eventos en zonas específicas.

¹No especificado: GALAPAGOS. GALileo-bAsed seamless and robust Positioning Applications for loGistics Optimization proceSses, <http://www.galapagos-project.eu/wb/index.php>, 28.02.11, 01:50 h.

- Notificación fuera de ruta.

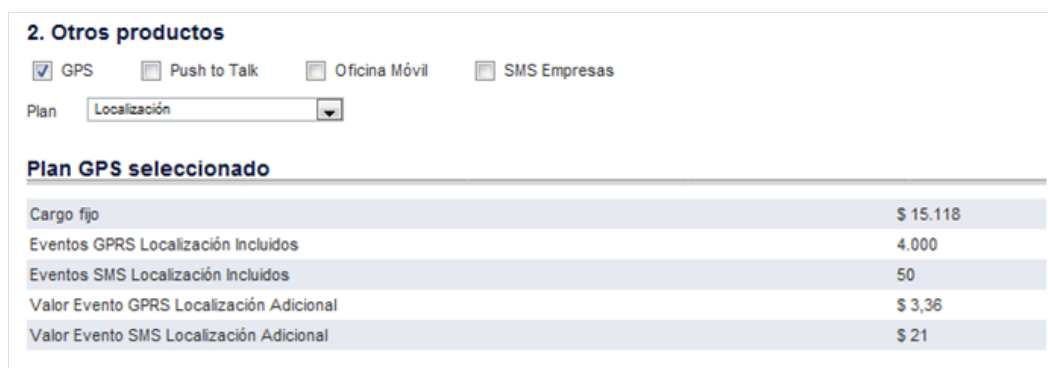
El manejo de carga es una forma de control de gestión que aporta mucha seguridad y posibilidades de lograr a distancia un dominio completo sobre la carga. Como vemos en los beneficios, es un aporte estadístico cuando se agrupan los datos obtenidos, lo cual permite una mejora en la toma de decisiones futuras basándose en esa información, lo cual conlleva un mejor manejo de los recursos y su posible ahorro. Por otra parte, se transforma en un resguardo el tener un registro, sobre todo cuando existen problemas con la carga debido a un incumplimiento, lo cual puede servir como prueba ante una compañía de seguros.

5.1.2. Gestión de flotas

En el Capítulo 3 se puede apreciar con bastante claridad el concepto de gestión de flotas y las aplicaciones en torno a este servicio. Sin embargo, podría parecer que sólo alguien con una gran cantidad de vehículos pudiese necesitar de un servicio como este. Obviamente, para una empresa con una gran flota, esta aplicación le es de mayor ayuda, como el caso de los *Rent-a-car*, como para dar un ejemplo. No obstante, existen servicios de seguimiento de vehículos que no requieren una gran flota para ser contratados. Entel, por ejemplo, ofrece en su división de empresas el servicio ENTEL GPS, el cual consiste en un seguimiento con las siguientes características:

- Configuración básica²
 - Envío de coordenadas cada 20 minutos y 5.000 metros.
 - Notificación de exceso de velocidad a los 96 km/h.

²Íd.: Cómo funciona, <http://www.entelgps.cl/>, 27.02.11, 02:50 h.



2. Otros productos

GPS Push to Talk Oficina Móvil SMS Empresas

Plan

Plan GPS seleccionado

Cargo fijo	\$ 15.118
Eventos GPRS Localización Incluidos	4.000
Eventos SMS Localización Incluidos	50
Valor Evento GPRS Localización Adicional	\$ 3,36
Valor Evento SMS Localización Adicional	\$ 21

Figura 5.1: Extracto de página web Entel para solicitud de producto Entel GPS.

- Detenciones mayores a 10 minutos (con motor encendido o apagado).
- Notificación de pérdida de señal GPS por más de 60 s.

La empresa ofrece planes con un cargo fijo desde los \$ 15.118, como vemos en la Figura 5.1, la cual es un extracto de la página web de Entel en la sección Entel GPS³:

La idea de mostrar este plan, sin la intención de promover a una empresa en concreto, es ejemplificar cómo un pequeño empresario también puede beneficiarse de las aplicaciones que ofrece GNSS. Una persona que trabaje un camión, por ejemplo, manejado por un chofer distinto a sí mismo, puede mantener control sobre su vehículo a un precio moderado, pudiendo así generar ahorro, mejorando las utilidades o permitiéndole la reinversión, ayudándole a crecer. Por supuesto, existen otras empresas que ofrecen el servicio en Chile, como Inducom. La Figura 5.2 muestra un ejemplo de seguimiento de flota que aparece en su página web. Cabe destacar, que Inducom utiliza el sistema de mapas de Google para mostrar la ubicación de los vehículos:

³No especificado: Seleccione sus productos, <http://www.entelpcsempresas.cl/compra/formulario-c.iws?mq=1>, 27.02.11, 02:55 h.

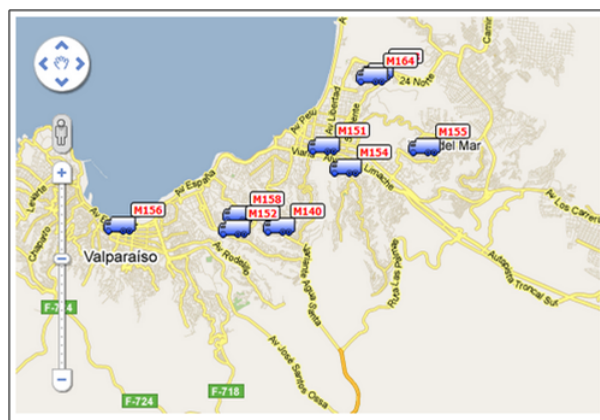


Figura 5.2: Extracto de página web Inducom, muestra de seguimiento de flota en Google Maps⁵

Nuevamente, la idea no es promover empresas específicas, sino mostrar que existen empresas que ofrecen este tipo de servicio y que empresarios de distintas áreas pueden tomar provecho de estas aplicaciones para mejorar sus rendimientos.

5.2. Agricultura de precisión

La aplicación en Chile de los conceptos de Agricultura de Precisión (AP) sería una ventaja competitiva muy grande con respecto a otros países productores agrícolas en la región. Sin embargo, es un tema que aun está iniciándose en nuestro país y, como se verá más adelante, hacen falta más herramientas para que se establezcan ciertos aspectos.

Una de las desventajas de la agricultura de precisión es la falta de capacitación y profesionales dedicados a potenciar estos temas. Hay demasiado desconocimiento en el área sobre las aplicaciones que hay y sus beneficios, lo cual hace mucho más difícil que un agricultor priorice estas herramientas. Por otro lado, la prestación de servicio técnico

es baja. Esto provoca un desincentivo a la compra ya que no es fácil para los productores la interpretación de la información para gestionarla. A esto también se le puede agregar la inercia del sistema tradicional, en la cual se basan empresas a las cuales les incomoda el cambio hacia la AP ya que sus sistemas actuales tienen falencias⁶.

Si bien existen programas para acceder a la modernización de procesos, no son suficientes como para llegar al pequeño empresario agrícola. Esto es otra desventaja, pero a la vez, un desafío a solucionar. Si se plantea la idea de subsidios, el aporte de la AP podría ayudar a avanzar a negocios más pequeños.

La idea de la AP consiste en la aplicación de procesos en forma variable en lugar de la forma tradicional que consistía en manejos fijos, por ejemplo, de aplicación de siembra, fertilización, etc. Con la AP, todos estos procesos se realizan de acuerdo a resultados obtenidos a través de equipos especializados, los cuales entregan datos diversos como humedad, salinidad, etc. a través de sensores. Esto permite un mejor conocimiento de las condiciones del campo y por lo mismo, su mejor aprovechamiento de acuerdo a estas condiciones. Como se menciona en el capítulo 3, las tecnologías que han hecho posible la AP son GNSS y GIS. Estos últimos dan acceso al manejo de la información recolectada en terreno a través de mapas georreferenciados a través de GNSS.

En Chile, de acuerdo al estudio “Desarrollo Tecnológico para la Gestión y el Manejo Predial: Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030”⁷, por el autor Stanley Best, existen programas de Desarrollo para Emprendedores de la CORFO que fomentan y financian desarrollo tecnológico aplicable a la AP, sin embargo, éstos solo realizan diagnósticos

⁶Stanley Best: Desarrollo Tecnológico para la Gestión y el Manejo Predial: Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030, Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

⁷Ibíd.

que permiten medir la variabilidad de un huerto y no se ha avanzado suficiente en la interpretación de datos debido a la falta de profesionales capacitados y la falta de I+D para desarrollar soluciones a los problemas detectados por las tecnologías involucradas en la AP. Esto es si, si bien es una carencia, en primera instancia presenta una oportunidad para profesionales del área que se interesen en la investigación de este tipo y el desarrollo de tecnología asociada ya que como se puede apreciar, se necesita para poder avanzar en la aplicación de la AP. Es una oportunidad que puede interesar a centros de investigación relacionados con procesos agrícolas.

A modo de ejemplo comparativo, en una encuesta realizada anualmente por la Universidad Estatal de Ohio, en EE.UU, se solicitan datos a los agricultores del mismo estado con respecto a su uso de herramientas de agricultura de precisión. De un total de 1163 encuestas completadas el 2010, un 28 % declara tener Beneficios significativamente mayores con respecto a la inversión en los costos del sistema, y un 47.7 % dijo tener beneficios un poco mayores. Es decir, más del 75 % de los encuestados dice obtener beneficios por el uso de la AP⁸. El estudio también concluye que 38.7 % de los agricultores encuestados ha adoptado por lo menos una aplicación de agricultura de precisión. Sin embargo, sólo un 3.6 % planea adoptar esta tecnología para sus campos dentro de los 3 años que vienen, lo cual demuestra que aun en un país como EE.UU la adopción de la AP es baja, en la mayoría de los casos debido a su alto costo de inversión.

En Chile, existe apoyo a través de la CORFO para promover la inserción de tecnología en la agricultura. Una de las convocatorias realizadas con anterioridad pertenece al Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del BIO-BIO, que fue realizada el año 2011. De acuerdo a la convocatoria, el objetivo de la misma es el siguiente: “El apoyo consiste en el

⁸No especificado: Ohio State study about Precision Farming.

Proyecto	Fuente financiamiento	Nombre beneficiario	Región	Ámbito	Proveedor Servicio
Programa Desarrollo de Proveedores (PDP)	CORFO	Greenvic	VI	Pomáceas y carozos	Dayenú Ltda.
Programa Desarrollo de Proveedores (PDP)	CORFO	Viña San Rafael	VII	Viñas	Integral Chile / U. Talca
Programa Desarrollo de Proveedores (PDP)	CORFO	Trinidad Export	VII	Manzanos y Kiwis	Agroprecisión
Programa Desarrollo de Proveedores (PDP)	CORFO	Hortifrut S.A.	VIII	Arándanos	Agroprecisión
Programa Desarrollo de Proveedores (PDP)	CORFO	Molino el Globo	IX	Trigo	AgroSat
Programa Desarrollo de Proveedores (PDP)	CORFO	Agroinversiones	IX	Cebada	NeoAG
Programa de Difusión Tecnológica	INNOVA Bio Bio	Agricultores en general	VIII	Frutales, cultivos, ganadería	INIA
Programa de Infraestructura Tecnológica	INNOVA Bio Bio	Agricultores en general	VIII	Frutales, cultivos, ganadería	INIA

Figura 5.3: Fondos para la difusión de tecnología en la agricultura

cofinanciamiento de los gastos asociados a inversiones en equipamiento y entrenamiento técnico del recurso humano asociado a la explotación del proyecto de infraestructura tecnológica.”. Si ya no se puede acceder a las bases del concurso debido a que la convocatoria fue cerrada, cabe destacar que uno de los requisitos era tener ventas anuales entre 2400 y 100000 UF. Nuevamente, se puede ver que son fondos que no son para microempresarios, pero a los que una PYME si puede optar. A continuación, se puede ver un listado de fondos dispuestos para la difusión de nuevas tecnologías⁹:

Existe un gran número de empresas que pueden beneficiarse de estos fondos. De acuerdo a PROCHILE: “Las PyMEX chilenas son empresas que presentan ventas anuales entre 50 mil y 7,5 millones de dólares”¹⁰. Por otra parte, en el VII Censo Agropecuario y Fores-

⁹Stanley Best: Desarrollo Tecnológico para la Gestión y el Manejo Predial: Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030 (seenote 6).

¹⁰No especificado: Informe PyMEX ProCHILE, Año 2006, http://www.prochile.cl/documentos/pdf/informe_pymex_nov_05.pdf, 27.02.11, 09:00 h.

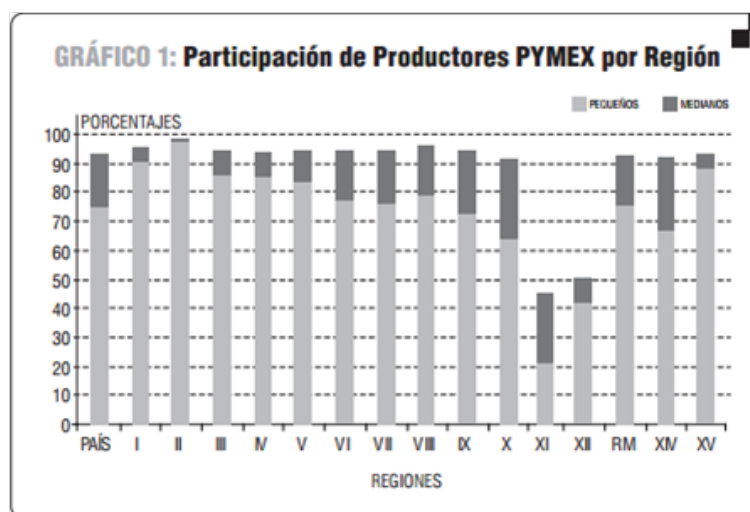


Figura 5.4: Participación de Productores PYMEX por región.

tal realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas, INE, se puede apreciar el número de PyMEX por región presentes en el rubro agropecuario a través de la Figura 5.4¹¹. Como se puede apreciar, existe un gran porcentaje de PYMEX cumplen con el requisito de ingresos anuales y que pueden concursar por estos fondos.

En cuanto a qué aplicaciones específicas son las más populares, el estudio hecho en Ohio, la aplicación más adoptada es la tecnología GPS, con un nivel de adopción del 30.2%. La tecnología de guía para conducción de precisión es la segunda más adoptada con un 27.4%, la cual utiliza GPS para ofrecer dirección a tractores (por ejemplo) para llegar desde la dirección manual a la automatizada. Las aplicaciones más relevantes en cuanto a esta herramienta son la pulverización de líquidos (85%), plantar (59.2%), fertilizar (56.4%), labranza (39.6%) y cosecha (32.2%). La tercera aplicación más adoptada era la tecnología de monitoreo de rendimiento: el 25.3% de los encuestados tiene un monitor de

¹¹Pedro Tejo Jimenez: Las Pequeñas y Medianas Explotaciones. VII Censo Agropecuario y Forestal 2006-2007, Santiago de Chile 2009.

rendimiento. En las empresas más grandes la adopción es de un 79.7 %, y la mayoría tenía su monitor conectado a un sistema GPS. Otras aplicaciones adoptadas a menor escala fueron la tecnología de mapeo georeferenciado de la tierra, la de aplicación variable de fertilizante.

Una empresa en Chile que ofrece soluciones de Agricultura de Precisión es NEOAG. Dentro de sus servicios están Estudios de factibilidad productiva de predios, Estudios de mapeo y zonificación de suelos para nuevos proyectos de plantación, Estudios de mapeo y zonificación de suelos para plantaciones establecidas, Servicio integral de muestreo, análisis y recomendación de fertilización de precisión y Mapeo de suelos para proyectos de producción orgánica¹². Esta empresa fue fundada en el año 2004, siendo su objetivo: “la implementación de prácticas de agricultura de precisión a nivel productivo, a través de productos y servicios especializados, de manera que nuestros clientes puedan acceder a sus beneficios económicos y ambientales, con un soporte adecuado y permanente, a un costo razonable.”¹³

Nuevamente, se menciona una empresa como ejemplo de entidades que se dedican a ofrecer servicios del tipo que se está analizando, sin el ánimo de promoción de la misma. Sin embargo, a través de este ejemplo, se puede apreciar que la AP es una opción que se puede ir implementando en las empresas agrícolas nacionales y tomar ventaja de sus beneficios.

Si bien existen desafíos para poder implementar la AP dentro de la agricultura Chilena a mayor escala, los beneficios que puede otorgar pueden ser llamativos como para llevar

¹²No especificado: Area servicios, <http://www.neoag.net/es/servicios>, 27.02.11, 00:35 h.

¹³Íd.: Quienes somos, <http://www.neoag.net/es/empresa>, 27.02.11, 00:45 h.

a una empresa grande a invertir al respecto y a empresas más pequeñas a optar a fondos para poder aplicar algunas herramientas tecnológicas de acuerdo a sus necesidades.

5.3. Aviación

El mercado de la aviación comercial de carga se desarrolla a gran escala y además, se rige por normativas internacionales, ya que las empresas deben regirse por las reglas tanto nacionales como internacionales. Sin embargo, cabe tener en cuenta la importancia del transporte aéreo en la economía del país y el impacto que una buena gestión del espacio aéreo puede tener gracias a la aplicación de la tecnología GNSS. En este contexto, las empresas de esta industria pueden verse limitados al rol que le dan a GNSS en sus servicios y dependen más directamente de los avances que se hacen a través de la Investigación y el Desarrollo de GNSS. Chile, en el marco de la modernización de la aviónica, el año 2004 publicó la normativa “Utilización Operacional del Sistema GPS”¹⁴. A través de este documento, se establecen los criterios operacionales del uso de GPS en espacio aéreo chileno como medio de navegación aérea primario o complementario. La normativa quedó de la siguiente manera¹⁵:

- “El Sistema GPS puede ser utilizado como un medio suplementario de navegación en los espacios aéreos de nuestro país en vuelos VFR, exceptuando su uso en áreas terminales, zonas de control y en procedimientos de aproximación” (VFR: *Visual Flight Rules*, Reglas de Vuelo Visual, en los cuales el piloto mantiene contacto visual

¹⁴Íd.: Utilización Operacional del Sistema GPS, ED. 3, Chile 2004.

¹⁵Ibíd.

con tierra en todo momento, aunque se permite el uso de instrumentos de navegación suplementarios).

- En los vuelos IFR (*Instrument Flight Rules*, Reglas de vuelo instrumental), “El Sistema GPS podrá continuar siendo utilizado como medio suplementario a la navegación en vuelos IFR, en todas aquellas rutas no indicadas en párrafo 3.1.2.2.1, con excepción de ser empleado en áreas terminales, zonas de control y en procedimientos de aproximación. Para estos efectos, se deberá tener presente que los vuelos IFR deben seguir realizándose basados en los sistemas de navegación vigentes, y que en ninguna condición se reemplazan los sistemas primarios de navegación apropiados a la ruta a volar y a lo dispuesto en la reglamentación vigente.”
- (Apartado 3.1.2.2.1) “Se establece el uso del Sistema GPS como medio Primario de navegación para vuelos IFR en aquellas zonas geográficas en las que no se dispone de cobertura de las radioayuda (VOR, VOR/DME, NDB), en las rutas de navegación de área publicadas (RNAV), en el espacio aéreo oceánico clase “A” y en otras rutas no especificadas del espacio aéreo oceánico clase “G”, con excepción de ser utilizados en áreas terminales, zonas de control y en procedimientos de aproximación y salidas IFR, a menos que la aeronave posea las certificaciones correspondientes emitidas por la Dirección General de Aeronáutica Civil.”

A nivel internacional, Chile participa en el proyecto SACCSA. La definición de este proyecto es la siguiente: “SACCSA, Sistema de Aumentación para Caribe, Centro y Sudamérica, es un proyecto de OACI, RLA/02/903, basado, en sus distintas fases, en ensayos en vuelo, los análisis de viabilidad técnica, financiera, operacional e institucional, y en el desarrollo de un prototipo de un centro de proceso del sistema y una red de monitorización que muestre las prestaciones de un sistema SBAS sobre el continente. El objetivo final es, por

tanto, la implantación de un sistema de aumentación basado en satélites para satisfacer los requisitos de precisión, integridad, continuidad y disponibilidad en la navegación por satélite de los usuarios de aviación, principalmente, en el espacio aéreo de las regiones CAR/SAM.”¹⁶ Por otro lado, en el informe final de la 14^a reunión del Equipo de Implementación de GNSS de la APEC (GIT/14) realizada en Seattle, Washington, EE.UU entre el 21 y 24 de Junio del 2010, el Sr. Jorge Carrasco, Director de la Dirección General de Aeronáutica Civil reportó al equipo que Chile está trabajando en desarrollos en el área de la implementación de GNSS a través de crear alianzas con la comunidad de usuarios, lo cual ha tenido un impacto positivo en el país por el aumento de seguridad, reducción de emisiones de CO₂ y reducción de ruido¹⁷. Como se puede apreciar, Chile está tomando los pasos para no quedarse atrás en los avances que presenta GNSS para la aviación a nivel global.

5.4. Servicios basados en la localización

Como se menciona en el Capítulo 3 y se corrobora a través de los análisis financieros en el Capítulo 4, el mercado de los LBS está en un crecimiento de mucha potencia. Es por esto, que es una buena fuente de oportunidades de negocio. De hecho, un informe de IE Market Research Corp. indica que el gasto total en el Mercado LBS en Chile alcanzará los US\$ 16.1 millones en el 2016¹⁸. La creación de aplicaciones LBS es una forma que está disponible

¹⁶No especificado: Qué es SACCSA, http://www.rlasacsa.com/page_index.php?menu=100&page_id=33, 28.02.11, 01:40 h.

¹⁷Íd.: Final Report, The 14th Meeting of the APEC GNSS Implementation Team (GIT/14), Seattle, Washington, USA 20XX.

¹⁸Íd.: 4Q.2011 Chile GPS Navigation and Location Based Services Forecast, 2008 - 2016: Total spend in the LBS market in Chile to reach \$16.1 million in 2016, 2011.

para generar un negocio a partir de esta tecnología. En el exitoso modelo de negocio de *smartphones* y tabletas, han emergido dos ecosistemas liderados por Apple y Google, basados en sus respectivos sistemas operativos (iOS y Android) que ofrecen herramientas gratuitas para sus desarrolladores. Así mismo, ofrecen un mercado *online* (App Store y Android Market) visible por millones de potenciales clientes. Tanto Google como Apple se quedan con una parte de las utilidades ya sea del valor de venta de la aplicación o de los ingresos generados por concepto de publicidad. A continuación se expondrá una entrevista con el Sr. Carlos Avilés, desarrollador de la aplicación Rain Alarm¹⁹, quien compartirá detalles de su experiencia en este modelo de negocios:

1. ¿Tuviste que hacer alguna inversión inicial?

“La inversión inicial fue marginal, en torno a los 200 €. Básicamente gastos burocráticos. En un caso más general habría que incluir los gastos del equipo informático de desarrollo (el ordenador) y quizá un lugar de trabajo, si no se da el caso de trabajar en casa. Entonces hablaríamos de una inversión inicial de unos 1.500 o 2.000 €.

Aparte de la inversión en dinero, hay que tener en cuenta la inversión en tiempo. Tiempo que inviertes en el desarrollo y por el cual no recibes dinero alguno. Ese tiempo, que no sólo es el tiempo que tardas en desarrollar la aplicación sino el tiempo que tardas en generar ingresos lo suficientemente altos como para financiarte completamente, se ha de tener en cuenta también como inversión inicial. En mi caso fueron 10 meses hasta que empecé a generar ingresos más altos que los gastos. Si cuentas unos 1.000 € mensuales como gastos personales de tu existencia, hablamos de 10.000 € que también invertí inicialmente.

¹⁹C. Avilés and M. Diener: Rain Alarm (seenote 34).

Esos 10.000 € los cubrí con unas ayudas del estado alemán a las pequeñas empresas que empiezan.”

2. Cuánto tiempo te tomó desarrollar la aplicación?

“La primera versión de la aplicación la desarrollé en tres meses dedicándole en total unas 500 horas.”

3. ¿Cuál fue tu mayor desafío, fuera de lo técnico, para hacer disponible tu aplicación?

“Todo lo que quedaba fuera de lo técnico ha sido un desafío para mí. La burocracia, tanto estatal como de Apple, la atención al usuario, la gestión de diferentes idiomas, la gestión del tiempo y de las prioridades.”

4. ¿Cómo funciona el sistema de repartición de utilidades con Apple y Google?

“Apple funciona como una discográfica y yo como una banda de rock. Ellos hacen la distribución y promoción (en parte), montan el mercado en el que se vende, hacen la venta con el usuario, ofrecen promociones, etc. Yo hago aplicaciones (las bandas de rock hacen álbumes) y mediante un contrato no exclusivo te permiten cederles el derecho a venderlas y promocionarlas en el App Store. Por cada venta se llevan el 30 % y por los ingresos por publicidad se llevan el 40 %. El trato es justo porque Apple cumple con su parte, pagan puntualmente, y el servicio que recibo de ellos merece ese 30 % que se llevan.

El problema que tiene Apple es la revisión de las aplicaciones. No porque me puedan quitar la aplicación del mercado por las buenas sino porque el proceso de revisión retrasa todo mi proceso de negocio de una manera que no siempre es previsible. La revisión dura una semana más o menos. Pero puede durar más. Si se encuentran

problemas, pues hay que empezar desde el principio. Si tengo que solventar un problema con mi aplicación, un fallo grave por ejemplo, el arreglo no lo reciben los usuarios hasta que haya pasado por la revisión.

Google no lo conozco tanto. La versión de RainAlarm para Android la realiza mi socio Michael Diener. Lo que sí sé es que no hay proceso de revisión. Esto facilita mucho el proceso para el desarrollador. Por otro lado, el mercado de aplicaciones de Android parece estar lleno de aplicaciones basura. Digamos que el Android Market se parece más a internet, dónde hay de todo, App Store es más un mercado filtrado y curado a la idea y semejanza de las aspiraciones de Apple.”

5. **¿Piensas que con respecto al momento en que tu desarrollaste tu aplicación, las cosas están más fáciles hoy para los desarrolladores en cuanto a las herramientas que ofrecen Google y Apple?**

“No, no. Están mucho mejor. El mercado de smartphones está creciendo enormemente. Para un desarrollador hay un montón de oportunidades y un montón de empresas tremendas (Google, Apple, Microsoft, etc) que están invirtiendo un montón de dinero y recursos en hacer que las cosas funcionen.”

6. **¿En cuántos países ofreces tu servicio?**

“En estos momentos lo ofrecemos para USA, Canadá, Puerto Rico, España, Alemania, Irlanda, Reino Unido, Noruega, Islandia, Eslovenia, Taiwán, Malaysia, Singapur, Australia y Guam.”

7. **¿En promedio, cuántos ingresos genera tu aplicación?**

“Los ingresos de la aplicación son bastante variables y no tan curiosamente dependen de la época del año, de la región y del tiempo. La aplicación genera entre 30 y 400

€ por día, siendo el verano, la primavera y el otoño (por ese orden) las épocas más rentables y el invierno el periodo en el que hay menos actividad.”

8. **Se sabe que tienes una versión de pago y una con publicidad. ¿Cuál de las dos te genera mayores ingresos y cuál es la relación de ingresos entre ambas, aproximadamente?**

“La publicidad. Se generan unos ingresos más estables y que dependen casi linealmente del número de usuarios. La versión gratuita genera también otro tipo de emociones en el usuario. Al no haber pagado son menos estrictos en la valoración y tienden a estar más satisfechos. Dicho esto, tampoco me importaría vender 500.000 copias de golpe.”

9. **¿Cuánto vale la versión de pago y cuánto paga la empresa de publicidad por cada vista?**

“La versión de pago cuesta en estos momentos \$5. Entre Apple y otros servicios que he de pagar me quedan \$2,5 para mí. Luego hay que descontar impuestos.

El precio de la publicidad varía. Es como con un programa de televisión, cuantos más espectadores tienes más puedes pedir por los anuncios. Y dependiendo del anunciante y del tipo de anuncio, se pagará más o menos. Como los programadores tenemos ya bastantes problemas con gestionar las aplicaciones, normalmente se deriva ese trabajo (el seleccionar anuncios, contratar anunciantes, etc) a otras empresas. Yo colaboro con dos, iAd (que es en realidad Apple) y AdMob (que es realidad Google). Esos dos servicios hacen de puente entre los anunciantes y mi aplicación. La ventaja es que no tengo que ocuparme de nada más a parte de dar mi cuenta bancaria de manera correcta. La desventaja es que no tienes mucho control sobre qué anuncios se muestran ni qué precios se negocian. Sólo puedo decir que estoy satisfecho.”

Las fuentes de ingresos en el área de los LBS pueden provenir de cargos por uso (ya sean por un periodo definido o por cada uso), por la compra, ya sea de una aplicación o de algún producto promocionado a través de una aplicación LBS, publicidad y/o campañas de marketing.

Otra oportunidad que ofrecen los LBS es la de mostrarse a través de las aplicaciones de POI. Esto es gratuito y permite la visibilidad de la información de la empresa de manera catalogada para el cliente, además de tener un *rating* dependiendo de la opinión de clientes anteriores. Por ejemplo, en el caso de un restaurant, los dueños lo pueden dar de alta en empresas como Google Places y/o Foursquare. Google Places ofrece la oportunidad de ingresar toda la información sobre el negocio y categorizarla. Además para destacar, se pueden agregar fotografías o videos que al hacer la búsqueda los usuarios pueden ver. En el caso de Foursquare, también permite lanzar promociones para atraer clientes.

La clave de este sistema es la opinión de los usuarios, ya que este tipo de “publicidad gratuita” es mucho más confiable para las personas, debido a que se basa en opiniones de gente real que han recibido el servicio o adquirido el producto y muestran a través de sus comentarios la satisfacción percibida. En vez de que la empresa del mensaje publicitario que quiere promover, lo da a través de sus productos, siendo esto percibido como un método mucho más honesto por los posibles nuevos clientes. En un entorno saturado por la publicidad masiva, es refrescante tomar una decisión de compra o uso basada en la agregación de opiniones de muchos usuarios y no en lo que la empresa quiere que se piense de ellos, otorgando una sensación de mayor control sobre la decisión.

Otra opción para potenciar negocios es publicitar en aplicaciones para *smartphones*. En una investigación realizada por Lab 42²⁰, se concluyó que a un 80 % de los usuarios de

²⁰No especificado: Lab 42, <http://lab42.com>, 02.03.12, 01:50 h.

smartphones no le molesta recibir publicidad en aplicaciones descargables gratuitamente. Otra encuesta realizada por el sitio Puromarketing²¹ concluye que a los usuarios incluso utilizan esa publicidad a su favor para descargar otras aplicaciones o para visitar sitios relacionados con la aplicación²². En otras palabras, si la publicidad es no invasora y está bien diseñada, tiene una alta tasa de clicks. La forma de poder hacer este tipo de publicidad es a través de redes de publicidad en aplicaciones. Una de ellas es AdMob. Una de las opciones que ofrece AdMob son los llamados “*click to call*” que son *links* donde el cliente pincha y se realiza una llamada al negocio que publicita. Por otro lado, para los negocios que no venden *online*, existe la opción de enfocar la publicidad a clientes que buscan ese tipo de negocios en el área de su ubicación, ofreciéndole al usuario información relevante como dirección, teléfono, etc. En el caso de las empresas que venden *online*, existe un formato para que al hacer click, el sistema lleve al usuario al sitio donde puede hacer la compra. Es un tipo de publicidad donde se alcanza al cliente meta de manera mucho más certera. Como se puede apreciar, publicitar en aplicaciones puede ser una excelente manera de darse a conocer y facilitarle al posible cliente el acercamiento al negocio. La idea de hacer marketing de acuerdo a la posición del cliente a través del envío de mensajes con información u ofertas cuando estén cerca del negocio es algo que en Chile no se ha desarrollado aun en profundidad. Sin embargo, a medida que pase el tiempo, lo más probable es que se establezca ese tipo de marketing se potencie ya que las empresas pueden atraer a muchos clientes que no tenían en mente pasar por ese establecimiento.

²¹Íd.: Puromarketing, <http://www.puromarketing.com>, 02.03.12, 01:50 h.

²²Mercurio: Publicidad en aplicaciones de smartphones, <http://www.elmercuriomediacenter.cl/publicidad-en-aplicaciones-de-smartphones-usuarios-la-prefieren-mientras-puedan-hacer-uso-de-ellas-gratis>, 02.03.12, 01:50 h.

Como se puede concluir, existen diversas aplicaciones que pueden ofrecer oportunidades de negocio. En este capítulo sólo se han mencionado algunas para ejemplificar y mostrar a posibles emprendedores o empresarios que GNSS ofrece un abanico de posibilidades para mejorar negocios y crear nuevos en base a las aplicaciones creadas alrededor de esta tecnología. Estas oportunidades pueden ser formar un nuevo negocio para potenciar aplicaciones ya existentes como puede ser el caso de la AP, utilizar aplicaciones para mejorar procesos como en el caso de la gestión de flotas, o utilizar las aplicaciones como un medio masivo de publicidad que ofrece una especificación muy alta en los clientes a los que enfoca el mensaje publicitario. Las posibilidades de negocio en una industria que crece a los niveles de la que se ha formado en torno a GNSS son innumerables y sólo limitados por la imaginación.

Conclusiones

Luego de exponer distintas áreas relacionadas con GNSS como lo son el estado del arte, las aplicaciones que existen, el estado de los mercados, y cómo se puede tomar ventajas de algunas de estas aplicaciones, se puede concluir lo siguiente:

1. Se están realizando importantes esfuerzos para mejorar la tecnología de GNSS con el propósito de hacer que el servicio sea aún más preciso y fiable, sobre todo para el uso civil.
2. Las mejoras que están siendo realizadas a nivel tecnológico permiten el desarrollo de aplicaciones más especializadas y precisas, lo cual hace que sean más aplicables en distintas industrias.
3. Existen aplicaciones que se aplican a industrias tan importantes como la del transporte.
4. Se ha generado un mercado nuevo a través de GNSS denominado Servicios Basados en la Localización y en torno a este se han creado modelos de negocio que son exitosos.

5. El éxito de las aplicaciones de GNSS es comprobable a través del análisis financiero de los ingresos que genera esta industria y de la tasa de crecimiento que experimenta.
6. La industria alrededor de GNSS presenta oportunidades para empresas existentes y emprendedores en busca de iniciativas en las cuales profundizar.
7. La importancia de GNSS en los negocios es creciente, y por lo mismo no tener conocimiento de las particularidades de esta tecnología representa una desventaja frente a otros profesionales.

Por otro lado, cabe mencionar un tema que ha sido omitido en esta Tesis debido a su multitud de implicaciones técnicas, legales y éticas, que hubieran requerido un análisis más extenso. Se trata de la privacidad en el tratamiento de datos personales, como en este caso la posición del usuario. Es información sensible que puede ser usada de manera malintencionada, y es vital una profunda reflexión a todos los niveles. Recientemente se han descubierto programas que se ejecutan silenciosamente en dispositivos móviles y reportan sus movimientos. Estos datos son usados de manera agregada para obtener estadísticas con fines comerciales sin el consentimiento expreso del usuario. Por lo tanto, el extenso uso de la tecnología GNSS previsible en los próximos años requiere una ordenación en conceptos como la protección de la privacidad y otros aspectos éticos relacionados.

En conclusión, se trata de una tecnología habilitadora de negocios a nivel global y por supuesto, también locales, con lo cual su difusión es necesaria ya que es de gran interés en el ámbito de los negocios internacionales.

Bibliografía

- C. Avilés and M. Diener: Rain Alarm, <http://www.rain-alarm.com>, 28.02.12, 09:00 h.
- Department Of Defense - USA: Global Positioning System Precise Positioning Service Performance Standard, Washington, DC 2007.
- Íd.: Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard, Washington, DC 2008.
- European GNSS Agency (GSA): GNSS Market Report - Issue 1, Bruselas 2010.
- Fernández-Prades, C., L. L.Presti y E. Falleti: Satellite Radiolocalization From GPS to GNSS and Beyond: Novel Technologies and Applications for Civil Mass-Market, en: Proceedings of the IEEE 99.11 (2011), págs. 1882-1904.
- Galileo Application Days: Opportunities & Challenges for LBS Developers, Bruselas 2010.
- Hauwere, Laurent De: Do you really mean Business in LBS?, Bruselas 2010.
- International Transport Forum: Key Transport Statistics, [http : / / www . internationaltransportforum.org/Pub/pdf/11KeyStat2010.pdf](http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/11KeyStat2010.pdf), 2011.
- J. Proc: LORAN-C Introduction, [http : / / jproc . ca / hyperbolic / loran _ c . htm](http://jproc.ca/hyperbolic/loran_c.htm), 12.09.11, 18 h.
- Kaplan, E. D. y C. J. Hegarty: Understanding GPS: principles and applications, Boston, MA. 2006.

Mercurio: Publicidad en aplicaciones de smartphones, <http://www.elmercuriomediacenter.cl/publicidad-en-aplicaciones-de-smartphones-usuarios-la-prefieren-mientras-puedan-hacer-uso-de-ellas-gratis>, 02.03.12, 01:50 h.

No especificado: 4Q.2011 Chile GPS Navigation and Location Based Services Forecast, 2008 - 2016: Total spend in the LBS market in Chile to reach \$16.1 million in 2016, 2011.

Íd.: Acerca de Foursquare, <https://es.foursquare.com/about>, 30.01.12, 03:40 h.

Íd.: Applying Marine GPS, http://www.sokkia.com.tw/novatel/gps/marine_navigation.html, 16.11.11, 13:30 h.

Íd.: Area servicios, <http://www.neoag.net/es/servicios>, 27.02.11, 00:35 h.

Íd.: Around Me, <http://www.aroundme.com>.

Íd.: Astrolabio, definición del diccionario de la Real Academia Española, http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=astrolabio, 06.03.12, 20:50 h.

Íd.: Cartografía Google, http://inducom.cl/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=33, 27.02.11, 03:17 h.

Íd.: Compass Navigation Satellite System (Beidou 2), <http://www.sinodefence.com/satellites/compass-beidou.asp>, 10.10.11, 12:30 h.

Íd.: Control Segment Modernization, <http://gps.gov/systems/gps/control>, 14.09.2011, 14:20 h.

Íd.: Cómo funciona, <http://www.entelgps.cl/>, 27.02.11, 02:50 h.

Íd.: Dredging & Coastal Works, <http://www.ashtech.com/gps-in-dredging-and-coastal-works-2846.kjsp>, 16.11.11, 17:30 h.

Íd.: Estr@tegia Magazine, ¿Qué es GPS?, <http://www.estrategiamagazine.com/tecnologia/que-es-gps-sistema-de-posicionamiento-global>, 12.09.11, 19:15 h.

Íd.: Final Report, The 14th Meeting of the APEC GNSS Implementation Team (GIT/14), Seattle, Washington, USA 20XX.

Íd.: GALAPAGOS. GALileo-bAsed seamless and robust Positioning Applications for Logistics Optimization procesSes, <http://www.galapagos-project.eu/wb/index.php>, 28.02.11, 01:50 h.

Íd.: Galileo: Applications for individual handsets and mobile phones (LBS), http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/applications/location-based-services/index_en.htm, 02.11.11, 8:25 h.

Íd.: Geocaching 101, <http://www.geocaching.com/guide/default.aspx>, 30.01.12, 03:50 h.

Íd.: GeoManager GPS Fleet Management, <http://www.trimble.com/gps-fleet-tracking/Geomanager-gps-fleet-management.aspx>, 15.10.11, 17:15 h.

Íd.: Google Latitude, <http://www.google.com/intl/es/mobile/latitude/>.

Íd.: Google Maps, <http://maps.google.cl>.

Íd.: Google Places, <http://http://www.google.com/places.com>.

Íd.: History and Mission of AOPA, <http://www.aopa.org/info/history.html>, 10.01.12, 08:10 h.

Íd.: Informe PyMEX ProCHILE, Año 2006, http://www.prochile.cl/documentos/pdf/informe_pymex_nov_05.pdf, 27.02.11, 09:00 h.

Íd.: Lab 42, <http://lab42.com>, 02.03.12, 01:50 h.

Íd.: Logistics data collection with GPS and assessment forms, http://www.logcluster.org/tools/mapcentre/gps/gps-data-collection/HowTo_GPS_data_collection_20100804.pdf, 17.10.11, 09:20 h.

Íd.: LORAN, <http://es.wikipedia.org/wiki/LORAN>, 12.09.2011, 17:25h.

Íd.: Mapcity, <http://www.mapcity.cl>, 17.11.11, 09:10 h.

No especificado: McDonald's LBS mobile ads achieve 7 percent CTRs, <http://www.mobilecommercedaily.com/2010/04/14/mcdonalds-lbs-mobile-ads-achieve-7-percent-ctr>, 03.01.12, 10:00 h.

Íd.: Navigation in Canals, www.tifac.org.in/index.php?option=com_content&view=article&id=411&Itemid=205&limitstart=2, 16.11.11, 14:00 h.

Íd.: New Civil Signals, <http://gps.gov/systems/gps/modernization/civilsignals>, 13.09.11, 14:00 h.

Íd.: Ohio State study about Precision Farming.

Íd.: Positive Train Control, http://en.wikipedia.org/wiki/Positive_train_control, 17.11.11, 11:00 h.

Íd.: Positive Train Control, http://www.gettransportation.com/rail/rail_blog/positive_train_control_.html, 15.10.11, 21:10 h.

Íd.: Positive Train Control (PTC), <http://www.fra.dot.gov/Pages/784.shtml>, 17.11.11, 11:10 h.

Íd.: Program Schedule, <http://gps.gov/systems/gps/modernization/#schedule>, 13.09.11, 13:50 h.

Íd.: Puromarketing, <http://www.puromarketing.com>, 02.03.12, 01:50 h.

Íd.: Quienes somos, <http://www.neoag.net/es/empresa>, 27.02.11, 00:45 h.

Íd.: Qué es SACCSA, http://www.rlasacsa.com/page_index.php?menu=100&page_id=33, 28.02.11, 01:40 h.

Íd.: Rastradores Satelitales, <http://www.rastroadoressatelitales.com>, 17.11.11, 09:00 h.

Íd.: Real Time GPS Vehicle Tracking Systems, <http://www.vehicle-tracking.com/category/real-time-gps-tracking.html>, 15.10.11, 17:15 h.

Íd.: Roads and Highways, <http://www.gps.gov/applications/roads>, 30-11-2011, 17:00 h.

Íd.: Second Civil Signal: L2C, <http://gps.gov/systems/gps/modernization/civilsignals>, 14.09.11, 09:05 h.

Íd.: Second Civil Signal: L2C, <http://www.gps.gov/systems/gps/modernization>, 13.09.11, 12:00 h.

Íd.: Seleccione sus productos, <http://www.entelpcsempresas.cl/compra/formulario-c.iws?mq=1>, 27.02.11, 02:55 h.

Íd.: Sextante, definición del diccionario de la Real Academia Española, http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=astrolabio, 06.03.12, 20:50 h.

Íd.: Sistema de frenado automático Volvo, <http://www.circulaseguro.com/seguridad-activa/sistema-de-frenado-automatico-volvo>, 10.10.11, 16:00 h.

Íd.: Space Segment, <http://www.gps.gov/systems/gps/space>, 12.09.11, 19:00 h.

Íd.: Train Integrity, <http://www.rdsintl.com/3.0/Train-integrity.php>, 15.10.11, 21:30 h.

Íd.: Transit (satellite), [http://en.wikipedia.org/wiki/Transit_\(satellite\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Transit_(satellite)), 12.09.11 18:20 h.

Íd.: Using GPS technology to track the containers, http://www.chronos.co.uk/pdfs/sep/container_terminal_appnote.pdf, 16.11.11, 17:30 h.

Íd.: Utilización Operacional del Sistema GPS, ED. 3, Chile 2004.

Íd.: Vesper Marine Debuts the Next Generation of Its Award-Winning AIS Collision Avoidance System, <http://news.thomasnet.com/fullstory/AIS-Collision-Avoidance-System-promotes-boating-safety-569891>, 17.11.11. 10:00 h.

Íd.: Vital Tips on Marine GPS, <http://www.bestmarinegpsystems.com>, 16.11.11, 13:55 h.

No especificado: Weather.com, <http://www.weather.com>, 17.11.11, 09:30 h.

Íd.: What is EGNOS?, <http://www.esa.int/esaNA/egnos.html>, 15.09.11, 10:00h.

Íd.: What is Galileo?, <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>, 08.10.11, 18:20 h.

Íd.: What is GIS?, <http://www.gis.com/content/what-gis>, 24.02.2012, 1:36 h.

Íd.: What is PNT?, <http://www.pnt.gov/101>, 14.10.11, 10:45 h.

Íd.: What is Precision Farming?, <http://www1.agric.gov.ab.ca/department/deptdocs.nsf/all/sag1951>, 24.02.12, 2:31 h.

Íd.: What is SBAS?, <http://egnos-portal.gsa.europa.eu/discover-egnos/about-egnos/what-sbas>, 15.09.2011, 8:30 h.

Íd.: Wide Area Augmentation System (WAAS), <http://www.gps.gov/systems/augmentations>, 02.10.11, 19:40h.

Pedro Tejo Jimenez: Las Pequeñas y Medianas Explotaciones. VII Censo Agropecuario y Forestal 2006-2007, Santiago de Chile 2009.

Petterson, David: The Victorian Rail Infrastructure Survey, Salt Lake City, UT 2008.

Real Academia Española: Aplicación, <http://www.aopa.org/info/history.html>, 23.02.12 , 13:00 h.

Íd.: Tecnología, <http://www.aopa.org/info/history.html>, 10.01.12, 12:50 h.

Stanley Best: Desarrollo Tecnológico para la Gestión y el Manejo Predial: Línea de Base 2010 y Prospectiva 2030, Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

Steven Ashley: Smart Cars and Automated Highways, Artículo para Mechanical Engineering, http://www.logcluster.org/tools/mapcentre/gps/gps-data-collection/HowTo_GPS_data_collection_20100804.pdf, 02.12.11, 13:00 h.

USA/EU: Agreement On The Promotion, Provision And Use Of Galileo And GPS Satellite-based Navigation Systems and Related Applications, <http://www.gps>.

gov/policy/cooperation/europe/2004/gps-galileo-agreement.pdf, 12.09.11
18:20 h.