

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PROYECTO DE UNA RED DE GEOLOCALIZACION PARA EL
SISTEMA DE COMUNICACIONES MOVILES CDMA – 1X**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

JORGE JULIO MIRANDA VERASTEGUI

**PROMOCIÓN
2000 – II**

**LIMA – PERÚ
2006**

**PROYECTO DE UNA RED DE GEOLOCALIZACIÓN PARA EL SISTEMA
DE COMUNICACIONES MÓVILES CDMA**

*Dedico este trabajo a:
Mis padres Benjamín y María, fuentes de mi
inspiración y fortaleza,
Y mi Hermano César, por su apoyo
incondicional en mi proyecto de vida.*

SUMARIO

En este trabajo se intenta describir el concepto de geolocalización, especialmente aplicada a la red celular de tecnología CDMA 2000-1X, el cual hasta la fecha ha demostrado buenos resultados a las aplicaciones móviles de tercera generación (3G), más aún por la importancia que últimamente están tomando aplicaciones con la tecnología GPS. Luego, se presenta una descripción de las comunicaciones móviles CDMA 20001X, su funcionamiento y diagrama de red celular asociado.

También se describen las diversas técnicas de geolocalización para las diferentes tecnologías celulares existentes, haciendo referencia al impacto de costos de implementación en red que tendrían cada una de estas.

Finalmente se describen en diagramas modulares la plataforma de geolocalización propuesta para una red celular CDMA2000 1x así como la rentabilidad que tendría este proyecto.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

COMUNICACIONES MOVILES CDMA-1X

1.1 Conceptos generales en CDMA	3
1.1.1 Espaciamiento de canales CDMA	3
1.1.2 Estructura del canal adelanto (forward channel) IS-95	4
1.1.3 Estructura del canal atraso (reverse channel) IS-95	6
1.2 CDMA 2000-1X	7
1.2.1 Elementos de red en CDMA2000-1X	8
1.2.2 Ventajas de la red CDMA2000-1X	9
1.2.3 Estándar en CDMA2000-1X (IS2000)	10
1.2.4 Capas IS2000	11
1.2.5 Mejoras en IS2000	13
1.3 CDMA2000 1x-EVDO	22
1.3.1 Introducción	22
1.3.2 Ventajas de una red CDMA2000 1x-EVDO	24
1.3.3 Diferencias de una red CDMA2000 1x-EVDO en comparación a la red CDMA2000 1X	24
1.3.4 Similaridades de una red CDMA2000 1x-EVDO en comparación a la red CDMA2000 1X	25
1.3.5 Protocolo de interfaz aérea IS-856	26
1.3.6 Operaciones en el enlace forward	30
1.3.7 Operaciones en el enlace reverse	35

CAPÍTULO II

SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN (LBS: LOCATION BASED SERVICES)

2.1 Introducción	39
2.2 Clasificación y tipos de LBS	39
2.2.1 Quién invoca el servicio	40
2.2.2 Precisión requerida	40
2.2.3 Fin o utilidad de la localización	40
2.2.4 Segmento de mercado: gran público y empresa	41
2.3 Factores importantes en el despliegue de estos servicios	41
2.3.1 Agentes que intervienen	41
2.3.2 El operador y los WASP	43
2.3.3 Regulación	44
2.4 Localización	44
2.4.1 Introducción	44
2.4.2 Tecnologías de localización	45
2.4.3 Roaming	55
2.4.4 Status actual de tecnologías de localización	55
2.4.5 Análisis comparativo de tecnologías de localización	57
2.4.6 Redes LBS existente	62
2.4.7 Proveedores de aplicaciones y vendedores de tecnologías de localización	64

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 Introducción	66
3.2 Arquitectura de la plataforma de localización	66
3.2.1 Servidor de localización (LES: Location Enabled Server)	67
3.2.2 Subsistema GMLC-SMLC	68
3.2.3 Subsistema MPC-PDE	69
3.2.4 GeoServer	69
3.2.5 El terminal	70
3.2.6 Integración en red	71
3.2.7 Integración en la arquitectura de servicios	72

3.3 Descripción de la plataforma de localización (Plataforma GPP)	73
3.3.1 Características básicas	73
3.4 Descripción del servidor de localización (Servidor MPS-G 3.0)	75
3.5 Modelos de servicio	75
3.5.1 Servicios ofrecidos por un WASP externo	76
3.5.2 Servicio ofrecido por el operador	77
3.5.3 Servicios de emergencia	78
3.6 Modelos de negocio	78
3.6.1 Rol de operador	78
3.6.2 ¿A quién se cobra?	79
3.6.3 ¿Qué se cobra?	79
CAPÍTULO IV	
RENTABILIDAD DEL PROYECTO	
4.1 Resumen ejecutivo	80
4.2 Herramientas utilizadas y criterios asumidos	80
4.3 Ingresos considerados en el proyecto	82
4.4 Inversiones (CAPEX) considerados en el proyecto	84
4.5 Gastos (OPEX) considerados en el proyecto	85
4.6 Rentabilidad del proyecto	85
CONCLUSIONES	87
ANEXO A	88
GLOSARIO DE TERMINOS	
BIBLIOGRAFÍA	

PRÓLOGO

El desarrollo de las redes de telefonía móvil es el instrumento clave para la extensión de la sociedad de la información a toda la población. El éxito de sus servicios, su alta capacidad de rápida penetración, la dimensión social de sus prestaciones, ponen las comunicaciones de voz y datos a la disposición de sectores de la población y áreas geográficas cada vez más amplias que en algunos casos no tenían acceso a las telecomunicaciones. Mejoran constantemente los intercambios de información, la calidad de vida de los ciudadanos, aseguran las comunicaciones en situaciones de emergencia y ofrecen a particulares y a empresas un gran y creciente abanico de innovadores servicios que incrementan sus opciones de comunicación, información y ocio, así como la productividad de sus actividades laborales y empresariales, y, por lo tanto, la competitividad de sus países.

Para aproximadamente un billón de personas a nivel mundial, el teléfono móvil ha comenzado a ser parte integral en sus prioridades. Inicialmente, este desarrollo hizo que los abonados celulares puedan contactarse unos con otros, pero poco a poco varios factores tuvieron un rol principal en la industria celular de forma tal que sea un factor clave en una oportunidad comercial.

La evolución de los servicios basados en localización está comenzando a formar un elemento principal en el campo de los nuevos servicios móviles, permitiendo ampliar las alternativas de negocio existentes hoy en día así como generar nuevos productos y/o servicios de valor agregado.

Es por ello, que muchos analistas coinciden en que el auge de estos servicios crecerá rápidamente durante los siguientes años, tal es así que según ciertas proyecciones de mercado, por especialistas como Ovum Research, calcula que a finales del año 2005, cerca del 50% de los clientes móviles estarán suscritos a algún tipo de servicio basado en localización.

En el capítulo I se describen los conceptos generales en la tecnología CDMA y su evolución hasta la tecnología CDMA2000 1x, adicionalmente a una breve descripción de las ventajas y desventajas y el impacto que tendría sobre la red.

El capítulo II se refiere a los servicios basados en localización (LBS), su clasificación y despliegue de estos servicios, así como las diversas técnicas de geolocalización aplicables a diferentes redes celulares.

El capítulo III describe en diagrama de bloques, las plataformas de geolocalización así como otros que muestran la integración en una red CDMA. Así mismo se describen los modelos de servicio y de negocio que se ofrecerían en una red de geolocalización.

El capítulo IV describe las herramientas usadas y criterios asumidos para los cálculos de ingresos por servicios de localización que se estaría brindando principalmente en tramos de carretera panamericana norte (lima-paramonga), sur (lima-cañete) y tramo en carretera central (lima-matucana), adicionalmente a los ofrecidos en lima metropolitana, con excepción en los ambientes de interior.. Así mismo, en este capítulo se anexan cuadros que muestran los valores de costo por sms y equivalencias de Kb por transmisión de datos por paquete, que son usados durante las sesiones de peticiones de localización a la red.

Finalmente se comparan los valores de los ingresos con los gastos para poder evaluar el periodo de recuperación de la inversión en este proyecto.

CAPÍTULO I

COMUNICACIONES MOVILES CDMA – 1X

1.1. Conceptos generales en CDMA

El diseño de los sistemas celulares CDMA esta basado en 3 criterios básicos: cobertura, capacidad y calidad. La cobertura se relaciona al área donde existe la suficiente señal RF (radio frecuencia) para asegurar el establecimiento de una llamada con una buena calidad. La capacidad esta relacionada a la cantidad de llamadas simultaneas que pueda manejar el sistema y finalmente la calidad esta relacionada a la reproducción fiel de la voz en un sistema digital.

El diseño RF implica conjugar estos tres criterios, por ejemplo una mejora de cobertura implica sacrificar en parte la capacidad y calidad y así sucesivamente.

Para lograr un equilibrio en el diseño RF, se debe lograr un balance de enlace, el cual permitiría uniformizar las hipótesis de diseño RF por cobertura, es decir las ganancias y pérdidas del trayecto RF que permite una estimación de las pérdidas básicas de propagación. Así mismo, los modelos de propagación, permitirían evaluar el rango de cobertura de la estación base o repetidor celular, y en consecuencia cuantificar el CAPEX y OPEX de un sistema RF.

1.1.1 Espaciamento de canales CDMA

CDMA (IS-95 A/B y IS-2000) es una tecnología de banda ancha el cual usa un ancho de banda de 1.2288 Mhz por canal CDMA (a menudo redondeado a 1.23 Mhz). Para lograr esto, se comienza con el despliegue del primer canal CDMA (portadora CDMA), así mismo, el espectro deberá estar permitido para este canal y también las bandas de guarda requeridas para este canal. Después para el despliegue del segundo canal CDMA, se deberá determinar el espaciamento del primer y segundo canal respectivamente.

a) Mínimo Espaciamiento entre portadoras CDMA

Esta condición surge cuando existe un incremento en el número de abonados, y por tanto un incremento en el tráfico cursado en la red. Para ello es necesario adicionar una portadora adicional. Si la portadora adicional es adyacente a la primera portadora existente, es necesario determinar el espaciamiento entre estas portadoras (centro a centro).

Para sistemas basados en 800 Mhz IS95 A/B y IS-2000 con un incremento de canal de 30 Khz., el espaciamiento de canal mínimo recomendado entre portadoras CDMA es de 1.23 Mhz, ver figura 1.1.

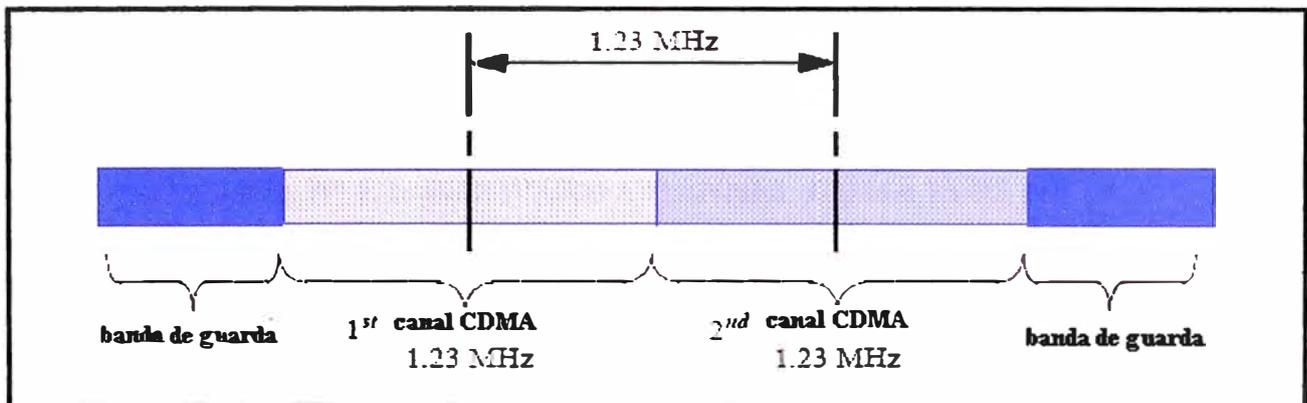


Fig. N° 1.1: ESPACIAMIENTO ENTRE PORTADORAS CDMA [1]

b) Especificaciones EIA/TIA y Limitaciones de la Interfaz Aérea RF

Las especificaciones de la interfaz aérea RF para CDMA, definen las estructuras de los canales forward y reverse, los cuales operarían por una frecuencia CDMA.

1.1.2 Estructura del forward channel IS-95 [1]

La figura 1.2 muestra un ejemplo de los canales usados en la transmisión de una estación base. Fuera de los 64 códigos de canal disponibles para uso, se pueden observar los canales: Pilot (Piloto siempre requerido), el Sync (Sincronismo), Paging (máxima cantidad requerida de 7 canales) y 55 canales de tráfico (Tch).



Fig. N° 1.2: FORWARD CHANNEL CDMA IS-95 [m]

Los códigos de canal en el enlace forward son direccionados por los denominados walsh code [av]. Cada uno de estos códigos de canal es manejado por una secuencia apropiada de pseudo-ruido a una tasa fija de 1.2288 Mchip/s. La utilidad de la estructura del canal forward es el uso del canal Piloto, el cual es transmitido por cada estación base y es usado como una referencia de portadora para la demodulación por todas las estaciones base. La señal del canal piloto es remodulada y usa el código Walsh 0, el cual consiste de 64 ceros. Por tanto el piloto solamente contiene los códigos I y Q, cuya finalidad es mejorar el tiempo de acceso al sistema de abonado. Los códigos Walsh son generados por medio de una matriz denominada Hadamard [s].

De esta manera, la cantidad máxima de códigos de canal es de 64 por portadora, el cual consiste de un canal piloto, el canal de sincronismo, 7 canales de Paging como máximo y un mínimo de 55 canales de tráfico, denominados Tch [ap].

El equipamiento CDMA requiere una frecuencia de portadora, un canal piloto y un código walsh para codificar y decodificar el canal. El sistema de estación base, denominado BSS [d], mantiene un grupo de canales de tráfico y códigos walsh en cada sector para nuevas originaciones de llamada y soft/softer handoffs [am]. El canal de tráfico para nuevas originaciones de llamada y soft handoffs requieren la asignación de un canal de tráfico físico y un código walsh, mientras que el softer handoff requiere solamente la asignación

de un código walsh y ningún elemento de canal de tráfico para ser asignado. La asignación de códigos walsh y canales de tráfico es separado para permitir las diferentes necesidades durante los procesos de soft y softer handoff. Para reducir el riesgo de fallas de asignación de soft/softer handoff, durante la conversación, la BSS niega la asignación de canales de tráfico y códigos walsh para nuevos establecimientos de llamadas si los canales de tráfico o códigos walsh no se encuentran disponibles o están siendo usados para soft/softer handoffs.

El número de canales de tráfico esta definido por el hardware en servicio en la BSS. Estos Tch podrían ser menos que el número configurado si alguno del hardware está fuera de servicio. El numero de códigos walsh asignados para un sector esta configurado a 64, el cual es el máximo especificado por el estándar EIA/TIA [i].

1.1.3 Estructura del reverse channel IS-95 [1]

El canal reverse en CDMA, esta compuesto de canales de acceso y canales de tráfico en reverse, los cuales comparten la misma asignación de frecuencia CDMA. Cada canal de tráfico es identificado por una distinta secuencia de código de usuario y cada canal de acceso esta identificado por una distinta secuencia de código, ver figura 1.3.

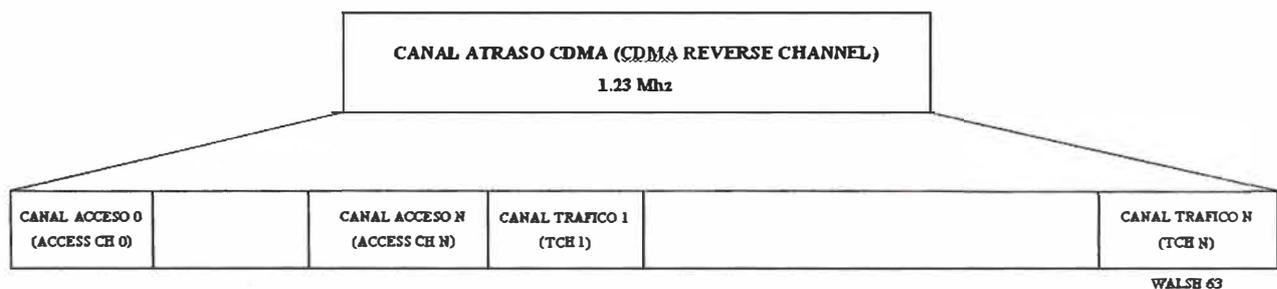


Fig. N° 1.3: REVERSE CHANNEL CDMA IS-95 [ak]

El canal reverse emplea los mismos 32768 secuencias cortas de PN de longitud binaria, los cuales son usados para el enlace forward. Sin embargo, a diferencia del enlace forward, es usado un código de fase fijo. Una larga secuencia de PN ($2^{42} - 1$) con un tiempo determinado por el usuario para identificar al abonado.

La unidad de abonado, codifica de una manera convolucional la data transmitida por el canal de tráfico de atraso (reverse channel) y el canal de acceso. La información digital transmitida es codificada convolucionalmente usando una tasa de 1/3 de longitud constante para el canal de acceso y un Rate Set 1 del canal de tráfico en reverse.

Para Rate Set 2 del canal de tráfico en reverse la tasa de codificación convolucional es $\frac{1}{2}$.

1.2 CDMA2000-1X

La red CDMA2000-1X implementa el estándar IS-2000 [aa] para redes celulares inalámbricas digitales y el estándar IS-835 [y] para redes inalámbricas IP por paquete, usando la tecnología de espectro ensanchado para brindar servicios avanzados de telecomunicaciones a los dispositivos inalámbricos móviles.

Así mismo la red CDMA2000-1X brinda mejoras en capacidad sobre los existentes sistemas actuales de CDMA, con lo cual en una red CDMA2000-1X, se pueden realizar datos por conmutación de paquetes hasta velocidades de 144 Kbps, alargando el tiempo de vida de la batería para los nuevos terminales móviles.

En la figura 1.4, se observa los diferentes elementos o componentes de red encontrados en una red CDMA2000-1X.

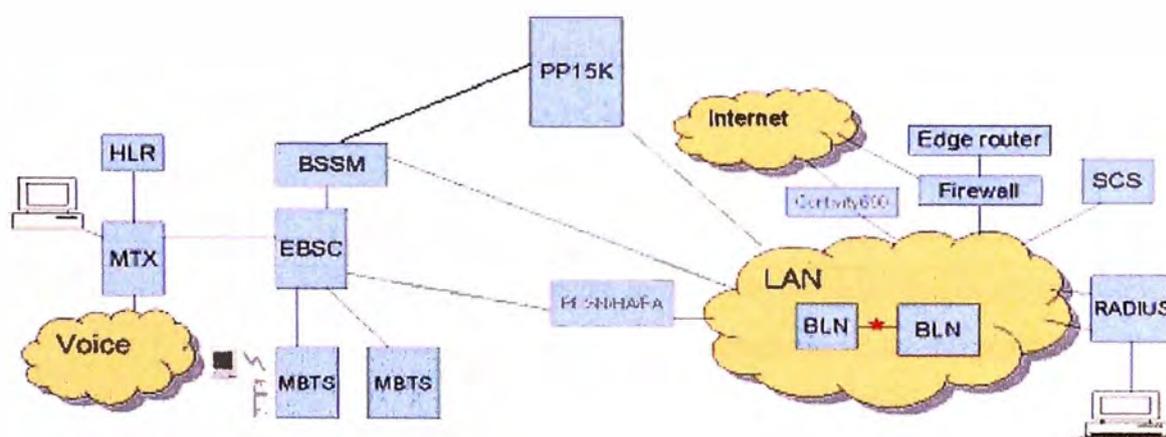


Fig. N° 1.4: DIAGRAMA DE LA RED CDMA2000-1X [2]

1.2.1 Elementos de Red en CDMA2000-1X

En la tabla N° 1.1, se lista los diversos elementos en una red CDMA2000-1X, los cuales son brevemente explicados.

TABLA N° 1.1: ELEMENTOS DE RED (CDMA2000-1X) [2]

Elemento	Función
Metro Cell (BTS)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Provee la interfaz aérea (enlace radio frecuencia) entre los abonados móviles y la red CDMA2000-1X. ➤ Desarrolla funciones adicionales tales como pilot, sync, paging y canales de control. ➤ Desarrolla funciones de procesamiento de llamadas para controlar la operación de la unidad del abonado sobre los canales de paging y access. ➤ Envía y recibe información del abonado hacia y desde varios destinos. ➤ Controla y administra la comunicación entre la Metro Cell y otros subsistemas de estación base.
Base Station Controller (BSC)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Provee la interfaz entre la MTX y el equipo de estación base. ➤ Provee la interfaz del sistema, por ejemplo la interfaz de voz PCM/IS-95A. ➤ Administra el handoff intrasystem e intersystem, control de potencia y servicios adicionales.
Packet Data Serving Node (PDSN)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Administra la interfaz de radio paquetes que conecta el BSC a la red de transporte IP de las portadoras. ➤ Provee el enrutamiento y administración de servicios por paquetes. ➤ Aplica servicios IP para conexiones IP. ➤ Recolecta la data de facturación ➤ Soporta Mobile IP (MIP)
Home Agent (HA)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Almacena el seguimiento de la ubicación de los abonados packet data a medida se mueven de una

	<p>ubicación a otra dentro de la red CDMA2000-1X.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Brinda servicios de home agent para abonados móviles IP dentro de una red CDMA2000-1X.
Service Creation System	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Una plataforma grafica que permite configurar, operar y administrar el PDSNO y elementos del HA. ➤ Permite al PDSN y elementos del HA comunicarse con un protocolo de acceso a directorio (LDAP)
AAA Server (Metasolv Radius Server)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprueba o deniega el acceso a la red packet data.
Base Station Subsystem Manager (BSSM)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interfaz que permite el acceso a los elementos de la red (Metro Cell, BSC o EBSC) para configuración, supervisión y solucionar problemas.
Mobile Telephone Exchange (MTX)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sirve como punto de acceso a la red de telefónica publica conmutada y abonados de telefonía móvil. ➤ Responsable para la determinación de la llamada entrante o saliente a su destino correspondiente.
Home Location Register (HLR)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simplifica la operación de la red y mantenimiento para la base de datos de abonados. ➤ Manipula la seguridad de la red removiendo la funcionalidad del HLR desde el MSC.
Passport 15K ATM Switch	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Provee el backbone para el intersystem soft handoffs (ISSHO) e Inter. BSC Soft handoffs (IBSHO). ➤ Provee la conectividad para la plataforma de operación, administración y mantenimiento (BSSM) al BSC.

1.2.2 Ventajas de la Red CDMA2000-1X

A continuación se presentan los beneficios más importantes en una red CDMA2000-1X.

- a) Una red CDMA2000-1X, usa el espectro más eficientemente que la red IS95. Las unidades móviles pueden interactuar rápidamente a la potencia en forward de la estación base y la nueva estructura del canal IS2000, reduce los requerimientos de potencia en reverse (nuevo canal de piloto en reverse).

- b)** Alargamiento en la vida de la batería del móvil en modo desocupado (stand by o idle). El uso del nuevo canal quickpaging reduce la cantidad de potencia que el móvil usa en modo idle. De esta manera los abonados pueden lograr un tiempo de stdby más largo.
- c)** Alta velocidad de datos por paquetes, debido a que el sistema CDMA2000-1X usa canales suplementarios en la dirección forward y dirección reverse, así como códigos turbo especiales para hacer posible las tasas de velocidad mas altas. De esta manera se pueden lograr tasas de velocidad de hasta 144 Kbps, el cual es competitivo con varios servicios de datos a nivel residencial.
- d)** Compatible con existentes sistemas CDMA. El equipamiento RF usa las mismas frecuencias RF y técnicas de codificación, tanto el existente hardware de la estación base que puede ser usado con mínimas actualizaciones.

1.2.3 Estándar en CDMA2000-1X (IS-2000) [2]

IS-2000 es un nuevo estándar para sistemas inalámbricos de 3ra Generación, la cual describe mejoras en la interfaz aérea CDMA y sus asociadas mejoras de red.

a) El proceso del estándar

El comité de Ingeniería TR-45 (Mobile and Personal Communications Systems) de la TIA/EIA ha desarrollado el estándar CDMA2000, llamado IS-2000, como el conjunto de estándares inalámbricos para 3ra generación, los mismos que son para la sgte generación, después de los estándares CDMA de 2da generación 2G, conocidos como IS-95.

b) Propósito de los estándares IS-2000

El estándar IS-2000 asegura que una estación móvil es capaz de ubicar y recepcionar llamadas en cualquier sistema CDMA 2G o 3G.

Para asegurar la compatibilidad del servicio, el estándar especifica los parámetros del sistema de radio y los procedimientos del procesamiento de llamada. En adición, los niveles de potencia radiada son completamente especificados para controlar la interferencia RF entre estaciones móviles. La interferencia entre estaciones móviles es controlada por la arquitectura de la red. Los procedimientos de la estación base el cual no afectan las operaciones de las estaciones móviles, no son especificados por los estándares, estos son opciones de diseño.

Cabe mencionar que la familia de estándares IS-2000, incluye a los sgtes:

- IS-2000-1-A: Introducción a los estándares CDMA2000 para sistemas de espectro ensanchado (spread spectrum) (REVISION A)
- IS-2000-2-A: Capa física (una capa OSI) estándar para sistemas de espectro ensanchado de CDMA2000 (REVISION A)
- IS-2000-3-A: Estándar de control del acceso al medio (MAC: Media Control Access), para sistemas de espectro ensanchado CDMA2000 (REVISION A).
- IS-2000-4-A: Estándar para control de acceso a enlace de señalización (LAC), para sistemas de espectro ensanchado CDMA2000 (REVISION A)
- IS-2000-5-A: Estándar de señalización de la capa mas alta para sistemas de espectro ensanchado CDMA2000 (REVISION A)

c) El estándar inalámbrico IP IS-835

El estándar de red inalámbrica IP, IS-835-A, contiene los requerimientos que la red inalámbrica 3G debe encontrar para proveer datos por paquete. Las versiones iniciales (borradores) de este estándar fueron llamados el estándar TSG-P.

El TSG-P IS-835-A, define las capas de red y transporte que usa una red CDMA2000 para el transporte y administración del tráfico de datos por paquete. El estándar IS-835-A, se adapta a los existentes estándares IP del grupo de trabajo de ingeniería en internet (Internet Engineering task Force – IETF) para el uso de una portadora inalámbrica, brindando servicios de datos por paquete a abonados inalámbricos.

1.2.4 CAPAS IS-2000 [2]

El estándar IS-2000 es un protocolo con capas, similar al modelo OSI, pero con funcionalidad definida para las capas 1 a 3; las otras capas son nulas.

a) Capa 1 - Física

La capa 1 brinda la interface de conexión física tal como el canal de RF. Esta es la responsable del empaquetamiento de los datos en bits, codificando los bits, ubicándolos en canales, y modulándolos sobre el medio de transmisión.

IS-2000 introduce varias mejoras sobre el Standard IS-95. La codificación turbo (una variante de la codificación convolucional) es usada en velocidades de datos por paquete sobre los 9600 para una mejor protección de la data. Altas velocidades significan menores

Walsh codes con pocas repeticiones de bit y la codificación turbo trabaja más de cerca al límite de shanon que los demás codificadores convolucionales tradicionales.

Nuevos canales, mejor control de potencia sobre el enlace forward y nuevos Walsh Codes son las otras principales mejoras en la capa 1.

b) Capa 2 - Enlace

La capa 2, adiciona confiabilidad por medio del control de flujo y error, y provee el medio para activar, mantener y desactivar la conexión lógica. Es la responsable para el empaquetamiento de datos en tramas (data + header + trailer) desde una estación a la siguiente y para el procesamiento de las tramas de conversación (agradecimiento).

En IS-95, la capa de enlace es nula. En IS-2000, la capa 2 es provista para maximizar el uso del recurso y para optimizar la calidad de servicio (QoS) en un ambiente paquetes/circuitos.

La capa 2 es dividida en 2 subcapas: La capa MAC (medio control access) y la capa LAC (link access control).

- MAC coordina y reserva los recursos de la interface aérea, requeridos para mantener un QoS dado.
- LAC controla los errores y establece, mantiene y libera conexiones lógicas..

c) Capa 3 - Red

La capa 3 controla la operación de la subred, así como el enrutamiento para la conexión a la red o trayectoria de señalización para por medio de paquetes o data gramas (header + frame) = (cabecera + trama).

En IS-2000 la capa 3 controla la operación de la red por medio de los mensajes de señalización y procesamiento, tales como conexiones y desconexiones de llamadas, registracion, procedimientos de hand-off y redirección de servicio. También se incluyen el control de recursos físicos y lógicos.

d) Capas más Altas

IS-2000 solamente direcciona las capas 1 y 2 (transporte y señalización) y la capa 3 de servicios de señalización. Sin embargo para proveer servicios al usuario punto a punto, el protocolo IS-2000 debe de comunicarse con las capas mas altas, incluyendo la capa de aplicación.

IP (protocolo internet) es un protocolo de la capa de red común, fuera de IS-2000 el cual se comunica directamente con la capa 2 del IS-2000 a través de un intercambio de unidades de datos de protocolo. Los nuevos servicios para datos por paquetes en 3G, usan la capa 3 para los paquetes IP y también usan la capa 4 para el protocolo de control de la transmisión (TCP = transmisión control protocol) para servicios orientados a conexión o protocolo de datos de usuario (UDP = user data protocol) para servicios de menor conexión.

Algunas aplicaciones requieren los protocolos de la capa de sesión, tales como: HTTP, FTP, H.323 y Telnet. VoIP y E-mail, son protocolos de la capa de aplicación el cual pueden usar la capa mas baja de los servicios de IS-2000.

1.2.5 MEJORAS EN IS2000 [2]

Mejoras considerables en IS2000 incluyen, nuevos canales, nuevas configuraciones de radio para soportar altas velocidades, mejora en el control de potencia (especialmente en la dirección forward), nuevos Walsh Codes y un esquema de codificación turbo.

a) Nuevos Canales

El estándar IS-2000 incorpora todos los canales de IS-95 para asegurar la compatibilidad con esta ultima red, pero introduce varios canales nuevos, incluyendo un canal suplementario para forward y reverse para datos por paquetes a altas velocidades, un canal quick paging para ayudar a conservar la batería del móvil y un canal de piloto en reverse para facilitar la corrección de la sincronía en el enlace reverse.

A continuación se listan los principales canales nuevos.

a.1) Canal forward suplementario (F-SCH: Forward Supplementary Channel)

En el estándar IS-2000, se pueden asignar hasta 2 F-SCH a un simple móvil para datos de alta velocidad, desde 9.6 Kbps a 153.6 Kbps en CDMA2000-1X RC3 y RC4 (RC: Configuración de radio). Los dos F-SCH pueden se asignados a diferentes tasas negociadas.

El canal F-SCH en CDMA2000-1X usa longitudes de código walsh variables de 4 a 128 chips, dependiendo de la tasa de datos y la tasa de chips.

Para la implementación, del F-SCH en CDMA2000-1X, un móvil puede tener un máximo de de 1 F-SCH en un tiempo dado. El F-SCH esta únicamente disponible en las

configuraciones RC3 y RC4 en la dirección forward. Datos por paquete no esta disponible en la configuración RC5.

Debido a que un F-SCH debe tener también otro canal asignado para mantener continuidad y control de potencia, un F-FCH debe ser asignado con el F-SCH en la red CDMA2000-1X.

a.2) Canal reverse suplementario (R-SCH: Reverse Supplementary Channel)

Se requiere este canal cuando las tasas de velocidad son mayores a 9.6 Kbps. Así mismo este canal debe de tener otro canal asociado para mantener la continuidad y control de potencia, para ello se asigna el R-FCH con el R-SCH antes mencionado.

Nota: en la dirección reverse, los códigos walsh se diferencian de los canales. Mas de un canal en la dirección reverse es posible en 3G: fundamental, suplemental, pilot reverse y otros

R-SCH usa códigos walsh de 2 chips, 4 chips y 8 chips, dependiendo de la tasa y el número de R-SCH que son soportados. En la red de Nortel Networks se usa únicamente códigos de 2 chips o 4 chips para definir el S-CH.

Para la implementación, del R-SCH en CDMA2000-1X, se define un canal suplementario en reverse para RC3 y RC4. El estándar define un máximo de 2 canales suplementarios en reverse por móvil. Estas pueden ser asignadas a diferentes tasas de negociación.

En la red CDMA2000 1X de Nortel Networks, se provee soporte para el R-SCH únicamente en la RC3. Datos por paquetes no es soportado en RC4. Un móvil en un sistema CDMA2000 1X puede tener un máximo de 1 R-SCH asignado en cualquier tiempo dado.

La red CDMA2000 1X de Nortel Networks, soporta las tasas sobre el R-SCH: 19.2, 38.4, 76.8 y 153.6 Kbps.

a.3) Canal piloto en reverse (R-PICH: Reverse Pilot Channel)

El R-PICH provee un piloto, una señal con valor de referencia fijo, e información de control de potencia en forward. La información sobre este canal es usada para adquisición inicial del móvil, tiempo de tracking, y mediciones del control de potencia.

El piloto en reverse provee 2 nuevas funciones en el manejo de capacidad en la red 3G de CDMA:

- Permite que el móvil transmita a la potencia mas baja porque ayuda a la estación base a remodelar su señal.
- Permite que el móvil envíe información de control de potencia a la estación base, resultando en menos potencia en el forward.

a.4) Canal paging rápido en forward (F-QPCH: Forward Quick Paging Channel)

El propósito del canal quick paging es guardar la batería del móvil reduciendo la cantidad de tiempo que el móvil gasta en la descodificación de mensajes que no son significantes. El canal es básicamente una mejora al mecanismo de paging introducido en IS-95.

El móvil supervisa el F-QPCH (un indicador de 1 bit) para determinar si existe mensaje por llegar sobre el canal paging el cual es destinado para el móvil. Si un móvil detecta que su bit de bandera esta activado, el móvil supervisa el canal de paging y determina si el mensaje de paging le pertenece. Específicamente el F-QPCH notifica al móvil del arribo de un mensaje de paging 100 ms antes de su slot de paging asignado.

Sin el F-QPCH, el móvil debería necesitar supervisar el canal de paging y decodificar varios campos para determinar el destino del page

En CDMA2000 1X en Nortel Networks, existe un máximo de 3 F-QPCH por sector

b) Configuraciones de Radio

Una configuración de radio (RC) es un conjunto de canales de tráfico en forward y en reverse respectivamente que son caracterizados por parámetros de la capa física, tales como velocidades de transmisión, características de modulación y codificación de canal. En IS-2000, existen 5 configuraciones de radio: RC1 a RC5, están definidas para CDMA2000 1X. RC1 y RC2, corresponden a los existentes canales de trafico en forward para las velocidades de 9.6 Kbps y 14.4 Kbps, rate set 1 y rate set 2 respectivamente. Las configuraciones RC3 a RC5 son nuevas en IS-2000.

La implementación inicial de IS-2000 introduce 3 nuevas configuraciones de radio en el forward (RC3, RC4 y RC5) y 2 nuevas configuraciones de radio en reverse (RC3 y RC4).

b.1) Enlace forward - RC1 y RC2

Estas configuraciones de radio proveen compatibilidad con redes anteriores en el enlace forward. En relación a loa canales de trafico en forward de IS-95, RC1 es equivalente al rate set 1 y RC2 es equivalente al rate set 2.

Ambas configuraciones usan $\frac{1}{2}$ tasa de de codificación convolucional y modulación BPSK [c].

b.2) Enlace forward - RC3

RC3 provee tasas de velocidad de 1.5, 2.7, 4.8, 9.6, 19.2, 38.4, 76.8 y 153.6 Kbps.

RC3 usa la codificación convolucional para tasas iguales a o menores de 9.6 Kbps y puede usar codificación turbo para tasas de 19.2 Kbps y mas altas si el móvil lo soporta. La tasa de codificación es $\frac{1}{4}$ (existen cuatro símbolos de salida para cada bit que entra al codificador). La longitud de código walsh para tasa de 9.6 Kbps y menores es de 64 chips. Para datos a alta velocidad, donde la velocidad es igual a algún valor entero de N veces de 9600, RC3 usa una longitud de código walsh de $64/N$ (la tasa de velocidad mas alta correspondiente a una longitud de código walsh de 4 chips).

RC3 y los de arriba usan la modulación QPSK [aj], el cual es una técnica de compresión usada en redes inalámbricas.

b.3) Enlace forward - RC4

RC4 tiene la misma tasa base que RC3, 9.6 Kbps. Sin embargo, esta usa una tasa de codificación de $\frac{1}{2}$ (existen 2 símbolos de salida por cada bit que entra al codificador).

La longitud de código walsh para una velocidad dada es 2 veces más grande en RC4 que en RC3. Para tasas de velocidad menor o iguales a 9.6 Kbps, la longitud del código walsh es de 128 chips. Para velocidades de dato mas altas, donde la tasa es igual a algún entero N veces la de 9600 Kbps, RC4 usa una longitud de código walsh de $128/N$. La máxima tasa que RC4 soporta es de 307.2 Kbps el cual corresponde a una longitud de 4 chips de código walsh.

RC4 usa codificación convolucional para tasas iguales o menores a 9.6 Kbps y puede usar la codificación turbo para tasas de 19.2 Kbps y mayores si el móvil lo soporta.

b.4) Comparación de los enlaces forward RC3 y RC4

RC4 permite que la red de radio aumente la disponibilidad de los códigos walsh a expensas de una potencia de transmisor más alta por usuario. RC4 es preferido por tanto en un entorno, donde la potencia en forward es menor de la limitación de la disponibilidad de códigos walsh.

Para una tasa dada, RC3 usa un código walsh mas corto que RC4. Por Ej. a 153.6 Kbps, RC3 usa una longitud de códigos walsh de 4 chips, mientras RC4 usa una longitud de código walsh de 8 chips. Esto es posible porque RC4 usa $\frac{1}{2}$ tasa de codificación de canal, en lugar de la tasa de $\frac{1}{4}$. Como resultado, el tráfico en RC4 es más vulnerable a la pérdida de datos desde y la estación base debe de transmitir el tráfico a la potencia más alta.

b.5) Enlace forward RC5

La tasa base de RC5 es 14.4 Kbps. En el estándar IS-2000, RC5 soporta múltiplos de 14.4 Kbps, hasta 230.4 Kbps. Como en RC3, RC5 usa una tasa de codificación de $\frac{1}{4}$ (existen 4 símbolos de salida por cada bit que entra al codificador). Por debajo de 28.8 Kbps, RC5 usa una codificación convolucional. A velocidades mas altas, RC5 puede usar una codificación turbo si el móvil lo soporta. La longitud del código walsh es de 64 chips para velocidades menores o iguales a 14.4 Kbps. Para tasas de velocidad mas altas, donde la velocidad es igual a algún entero de N veces 14400 Kbps, RC5 usa una longitud de código walsh de $64/N$ (la velocidad de datos mas alta correspondiente a una longitud de código walsh de 4 chips).

Nota: El producto CDMA2000 1X no soporta datos por paquete en RC5.

b.6) Enlace reverse RC1 y RC2

RC1 y RC2 provee compatibilidad con redes anteriores en el reverse. RC1 es equivalente al rate set 1 de los canales de tráfico en reverse de IS-95. RC2 es equivalente al rate set 2. Ambas configuraciones de radio usan modulación ortogonal 64-ary. Esto es, ellos usan códigos walsh de 64 chips para expandir la trama de símbolos (pero ellos no usan los códigos walsh para canalización). RC3 usa una tasa de codificación convolucional de $\frac{1}{3}$. RC2 usa una tasa de codificación convolucional de $\frac{1}{2}$.

b.7) Enlace reverse RC3

RC3 es una nueva configuración de canal en reverse de CDMA2000 1X para rate set1. Esta soporta velocidades de datos de 1.5, 2.7, 4.8, 9.6, 19.2, 38.4, 76.8, 153.6 y 307.2 Kbps. RC3 usa una tasa de codificación de canal de $\frac{1}{4}$ para tasas de hasta 153.6 Kbps y una tasa de codificación de canal de $\frac{1}{2}$ a 307.2 Kbps (convolucional para tasas menores o igual a 9.6 Kbps; convolucional o turbo para mayor o igual a 19.2 Kbps) y BPSK con piloto para permitir una demodulación coherente en la estación base.

b.8) Enlace reverse RC4

RC4 es una nueva configuración de canal en reverse de CDMA2000 1X para rate set2. En el Standard IS-2000 RC4 soporta tasas de velocidad de 1.8, 3.6, 7.2, 14.4, 28.8, 57.6, 115.2 y 230.4 Kbps. Usa tasa de codificación de $\frac{1}{4}$ como en RC3 (codificación convolucional hasta 14.4 Kbps; codificación convolucional o turbo para mayores o iguales a 28.8 Kbps. Es usada la modulación BPSK con un piloto incluido para permitir una coherente demodulación en la estación base.

Nota: En CDMA2000 1X de Nortel Networks, no se soporta packet data en RC4.

c) Control de Potencia:

El control de potencia es la capa principal de mejora de IS-2000 sobre IS-95, permitiendo unas velocidades de datos más altas y una capacidad del enlace más eficiente en CDMA2000 1X. Aunque el control de potencia es provisto por IS-95, el control de potencia en el enlace fast forward es una principal mejora en IS-2000.

Los sistemas celulares CDMA son limitados en interferencia. Reducir la interferencia, resulta en un incremento directo de la capacidad del sistema. Por tanto, el control de potencia, de ambas estaciones móviles (dirección reverse) y estación base (dirección forward) es crítica para:

- Maximizar la capacidad de potencia.
- Mantener la QoS en todas las tasas de bits.
- Incrementar el tiempo de vida de la batería del móvil.
- Compensar las pérdidas de trayectoria debido a la distancia, desvanecimiento y multi-trayecto.

El éxito es transmitir al mínimo nivel de potencia necesario para asegura un aceptable QoS y minimizar la interferencia con otras estaciones. Este éxito debe ser logrado en periodos como soft handoff [am], cuando exista un conflicto de comandos de 2 estaciones base para el control de potencia.

c.1) Control de potencia en lazo interno en reverse (Inner Loop power control)

IS-2000 usa una respuesta rápida de control de potencia en lazo cerrado para el control de potencia en el reverse. La estación base estima la potencia recibida desde el móvil 800 veces por segundo y compara a su valor objetivo cada 1.25 ms. (el valor objetivo puede ser cambiado basado sobre control de potencia en lazo externo).

Desde que el retardo de grupo de control de potencia es 2.5 ms, el móvil recibe un comando para incrementar o decrementar la potencia dentro de los 2.5 ms de la transmisión original. El móvil responde incrementando o decrementando su potencia de salida, tal como fue ordenada. IS-95 usa una aproximación similar.

La estación móvil también puede usar un control de potencia en lazo abierto. En este caso el móvil actúa autónomamente, sin comandos de control de potencia desde la estación base. El móvil mide la tasa de error de la trama en el forward y ajusta su potencia en el reverse coordinadamente. Si los errores en la dirección forward son recibidos, se incrementará la potencia en la dirección reverse.

Desde que la separación en frecuencia entre los enlaces forward y reverse causa las dos direcciones independientemente, deben ser usadas las técnicas de control en lazo abierto y lazo cerrado.

c.2) Control de potencia lazo externo

IS-2000 define el control de potencia lazo externo para refinar el esquema de control de potencia lazo interno para la dirección reverse. El control de potencia lazo cerrado es usado para ajustar dinámicamente los valores de potencia usados en el control de potencia lazo interno. La estación base determina si la trama recibida en reverse contiene errores. Si tiene errores, el valor de potencia objetivo es incrementado permitiendo potencias más altas desde la estación móvil. Si la trama recibida esta libre de errores el valor de potencia objetivo es decrementado.

c.3) Control de potencia en enlace fast forward

En sistemas IS-95, se pensaba que la interferencia de potencia en reverse podría ser la principal fuente de interferencia para redes CDMA. Sin embargo la potencia en forward es un problema principal. El control de potencia efectivo en forward es importante, y es la razón por la cual el control de potencia fast forward es introducido en IS-2000.

El control de potencia en el enlace fast forward es realizado con comandos de control de potencia transmitidos a 800 Hz. La introducción del canal piloto en la dirección reverse en IS-2000, ha brindado una forma de comunicación a los comandos de control de potencia en el forward hacia la estación base desde el móvil. Los bits del canal piloto y los bits para los comandos de control de potencia son multiplicados en el canal piloto del reverse

A continuación se resume una secuencia de las acciones de control de potencia en fast forward.

- La estación base transmite en el forward.
- EL móvil estima la potencia recibida y lo compara con el umbral. El umbral puede ser ajustado basado en la información recibida desde la estación base en el control de potencia lazo externo.
- Basado en la comparación de niveles de potencia, el móvil brinda una realimentación a la estación base en el reverse sobre el canal piloto en reverse.
- La realimentación desde el móvil es enviado como un bit de comando up o down (bits de control de potencia).
- Los bits de control de potencia son multiplexados sobre el canal de piloto en reverse.
- La estación base responde ajustando su potencia en forward coordinadamente.

c.4) Control de potencia en lazo externo (ajuste del umbral en enlace forward)

IS-2000 define el control de potencia outer loop para refinar el esquema de control de potencia en el fast forward. El control de potencia outer loop es usado para ajustar dinámicamente el E_b/N_0 , el cual es el umbral lazo interno que usa el móvil en el control de potencia fast forward.

El móvil estima la tasa de errores de la trama (FER: frame error rate) en la dirección forward y reporta a la estación base, el cual envía la información al BSC. EL BSC compara el FER con el FER objetivo. Si el FER estimado es más grande que el FER objetivo, el BSC incrementa el umbral el cual resulta en una potencia más alta en el forward. Si el FER estimado es menor que el FER objetivo, esta decremента el umbral.

c.5) Control de potencia por tamaño del paso

Una principal consideración en el control de potencia eficiente es determinar el tamaño del paso óptimo para incrementar o decrementar la potencia. El tamaño del paso óptimo para control de potencia depende de varios factores. Por ejemplo, depende de la velocidad del móvil en la célula. A medida que el móvil incrementa su velocidad, un tamaño de paso más grande sería más eficiente. Pero a velocidades del móvil muy altas, es mejor un pequeño tamaño de paso.

d) Uso de Códigos Walsh Expandidos

d.1) Códigos Walsh en IS-2000

Ambos sistemas IS-2000 e IS-95 usan códigos largos pseudo-ruídos (PN: pseudo noise) en las direcciones forward y reverse para distinguir los canales de diferentes móviles. En IS-95, los códigos walsh de 64 chips se diferencian entre los canales de tráfico en forward.

En IS-2000, pueden existir múltiples canales en las direcciones forward y reverse, así los códigos walsh son usados para diferenciarlos. IS-2000 introduce códigos walsh para diferenciar los canales en reverse para el mismo móvil.

Otra diferencia significativa en IS-2000 es el uso de códigos walsh de longitud variable sobre el F-SCH para acomodar las tasas de información más altas sobre este canal.

d.2) Códigos Walsh en Reverse

Los códigos walsh en reverse son códigos ortogonales reservados (definidos en el estándar IS-2000) y por lo tanto son comunes a todos los móviles.

La secuencia de códigos walsh exacta es definida por el tipo de canal reverse. Estos son los mismos para cada móvil, sin importar el número de canales soportados por el móvil. Por lo tanto, no existe la necesidad para que la estación móvil y la estación base intercambien los mensajes de administración de recursos de códigos walsh.

El canal R-SCH, también usa un código walsh reservado, pero uno que depende del número de R-SCH soportado (el cual puede ser uno o dos) y la tasa de datos negociados.

d.3) Códigos Walsh de Longitud variable

Existen 2 métodos de mantener una constante tasa de salida como la tasa de datos del usuario sobre un canal incrementado. El primer método (usado por el R-SCH) es para repetir las señales como previamente descritas. El segundo método (usado por el F-SCH) es para variar la longitud de códigos walsh el cual ensanchan la data sobre el canal.

d.4) Modulación de la Data

La modulación QPSK es usada para la modulación de la data en configuraciones RC3 y superiores. Efectivamente, QPSK puede ser visto como 2 modulaciones BPSK independientes resultando en un doblaje neto de la tasa de datos. Esta también provee para el doble del número de códigos walsh disponibles (comparado a BPSK a la misma tasa de datos).

e) Códigos Turbo

La codificación turbo, una variante de la codificación convolucional es usado en datos por paquetes a velocidades superiores a los 9600 Kbps para una mejor protección de la data. Tasas de velocidad más altas significarían códigos walsh mas cortos con pocos bits de repetición y la codificación turbo más cercanamente a los límites de shanon tal como lo hace la codificación convolucional tradicional.

e.1) Performance

La codificación turbo brinda una mejor reducción del FER a tasas de datos más altas para un nivel de potencia recepcionado (E_b/N_0) desarrollando mas cerca al limite de Shanon que lo haría una codificación convolucional tradicional. Los código turbo pueden desarrollar dentro del limite de Shanon de 1 dB, los codificadores convolucionales desarrollan dentro de 2.5 a 3 dB del limite de Shanon.

e.2) Algoritmo

El codificador turbo, codifica la data, luego un indicador de calidad de trama (chequeo por redundancia cíclica o CRC) y 2 bits de entrada reservados para el codificador turbo son adicionados a un codificador. Si el numero total de datos, calidad de trama y bits de entrada reservados es N , el codificador turbo, genera N/R símbolos de datos de salida codificados seguidos por $6/R$ símbolos de salida donde R es la tasa de códigos de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ y/o $\frac{1}{4}$.

El codificador turbo emplea 2 codificadores sistemáticos, recursivos y convolucionales, conectados en paralelo, con un intercalador (el turbo intercalador) precediendo al segundo codificador convolucional recursivo. Los 2 códigos convolucionales recursivos, son los llamados los códigos componentes del código turbo. La salida de los codificadores componentes son repetidos para lograr los $(N+6)/R$ símbolos de salida.

1.3 CDMA2000 1xEV-DO [g]

1.3.1 Introducción

En la figura 1.5, se muestra un diagrama de red para CDMA2000 1xEV-DO, la cual es una tecnología inalámbrica para transmisión de datos por paquetes. En el caso de la red Nortel Networks, para CDMA2000 1xEV-DO, se soporta una velocidad variable de hasta 2.4576 Mbps en el enlace forward, y de hasta 153 Kbps en el enlace reverse.

En el caso de una red CDMA2000 1xEV-DO, se emplea como equipo de estación base a la MetroCell, equipada con un tarjeta DOM (data-only module). Ubicado en la central se tiene a un controlador de radio únicamente para datos (DO-RNC) y un subsistema de administración de elementos, únicamente para datos (DO-EMS).

1.3.2 Ventajas de una Red CDMA2000 1x-EVDO

CDMA2000 1X EV-DO ofrece mayor eficiencia espectral, requiriendo menor espectro que la UMTS (1.25 Mhz en comparación a 5 Mhz), por tanto incrementando el potencial para adicionar a nuevos abonados.

Los elementos principales (por ejemplo Shasta PDSN y servidores AAA), pueden ser compartidos con la red CDMA2000 1X. Las antenas, receptores GPS [q], equipo de radio (MFRM) y otros en RF (antenas de radio y duplexores), son también usados con la red CDMA2000 1xEV-DO, reduciendo los costos de desarrollo y la complejidad.

Por tanto no existe degradación en voz y datos para la red CDMA2000 1X, desde que la red CDMA2000 1xEV-DO es desarrollada usando portadoras RF adyacentes.

1.3.3 Diferencias de una Red CDMA2000 1x EV-DO en comparación a la red CDMA2000 1X

Aunque CDMA2000 1xEV-DO está sobre una existente red CDMA2000 1X, existen algunas diferencias fundamentales, estas diferencias son mínimas y ofrecen una actualización a un costo efectivo desde CDMA2000 1X a CDMA2000 1xEV-DO, ver tabla N° 1.2.

TABLA N° 1.2: DIFERENCIAS DE RED CDMA2000-1X vs. CDMA2000 1xEV-DO

CDMA2000 1xEV-DO	CDMA2000 1X
Módulo de datos (DOM: Data only module)	Módulo de elemento de canal 1X (XCEM: 1X channel element module)
Controlador de red de radio de datos (DONRC: Data only radio network controller)	Controlador de estación base (BSC: Base station controller)
Subsistema de administración de elemento de datos (DO-EMS: Data only element management subsystem)	Administrador del subsistema de estación base (BSSM: Base station subsystem manager)

IS-856	IS-95 / IS-2000
Velocidades de hasta 2.4576 Mbps	Voz y velocidades de datos hasta 153.6 Kbps
Soporta únicamente servicios por IP mediante el PDSN y no interacciona con el MSC	Soporta servicios IS-41 a través del MSC y servicios IP a través del PDSN.
No hay control de potencia en forward	Control de potencia en fast forward
Modulación y codificación adaptiva	Modulación y codificación fija.
No hay soft handoff en el forward	Soft handoff en forward y reverse
Velocidades de datos asimétricas: ➤ Máximo de 2.4576 Mbps en forward. ➤ Máximo de 153.6 Kbps en reverse.	Desde 9.6 a 153.6 Kbps (en forward y reverse)
Potencia fija y velocidad variable	Velocidad fija y potencia variable.

1.3.4 Similaridades de una Red CDMA2000 1x EV-DO en comparación a la red CDMA2000 1X

Mientras las diferencias entre CDMA2000 1xEV-DO y CDMA 1X son evidentes, las similitudes entre los dos son muy importantes desde un punto de vista del cliente, debido al re-uso de componentes, reduciendo los costos de actualización, ver tabla N° 1.3.

TABLA N° 1.3: SIMILARIDADES RED CDMA2000-1X vs. CDMA2000 1xEV-DO

SIMILARIDADES		CDMA2000 1x EV-DO	CDMA 20001X	
Componentes compartidos	Equipo Radio Metro Cell	Antena	SI	SI
		Receptor GPS	SI	SI
		Equipo radio	SI	SI
		Duplexor	SI	SI
	Red	Shasta PDSN	SI	SI
		Home Agent	SI	SI
		Red de datos por	SI	SI

		paquetes		
		Servidor AAA	SI	SI
Portadora de Radio		1.25 Mhz	SI	SI

1.3.5 Protocolo de Interfaz Aérea IS-856 [z]

CDMA2000 1xEV-DO utiliza el estándar de interfase aérea IS-856 el cual ofrece servicios de datos por paquete a altas velocidades.

La interfase entre el terminal de acceso y la red de acceso, está definida en la especificación de la interfase aérea IS-856 (CDMA2000 1xEV-DO). La interfase entre la red de acceso y el PDSN está definida en el estándar IS-878. Esta interfase es conocida como la interfase Radio-packet (R-P) o la interfase A10/A11.

a) El Proceso del estándar IS-856

La Asociación de Industrias en Telecomunicaciones (TIA: Telecommunications Industry Association) es acreditada por el Instituto de Estándar Nacional Americano (ANSI: American National Standards Institute) para desarrollar estándares nacionales americanos considerando las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU: International Telecommunication Union). La TIA representa a la industria de telecomunicaciones en norte América, en asociación con la Alianza de Industrias Electrónicas (EIA: Electronic Industries Alliance).

El comité de ingeniería TIA/EIA, TR-45 (Mobile and Personal Communications Systems) han desarrollado un estándar llamado IS-856 como un aliado al ya existente estándar IS-2000. Estos estándares son los inalámbricos para la siguiente generación, después de la segunda generación de estándares CDMA (2G), conocidos como IS-95.

b) Propósito del estándar IS-856

La especificación está principalmente orientada hacia los requerimientos necesarios para el diseño e implementación de terminales de acceso. Como un resultado, procedimientos detallados son especificados para terminales de acceso para asegurar una respuesta uniforme a todas las redes de acceso. Los procedimientos de las redes de acceso, sin embargo son especificados únicamente para la compatibilidad con aquellos especificados para el terminal de acceso

e) Capas en el Protocolo de Interfaz Aérea IS-856

La distribución de la funcionalidad en las capas de protocolo en CDMA2000 1xEV-DO no necesariamente está de acuerdo al modelo de 7 capas del sistema de interconexión abierto (OSI), ver figura 1.6.

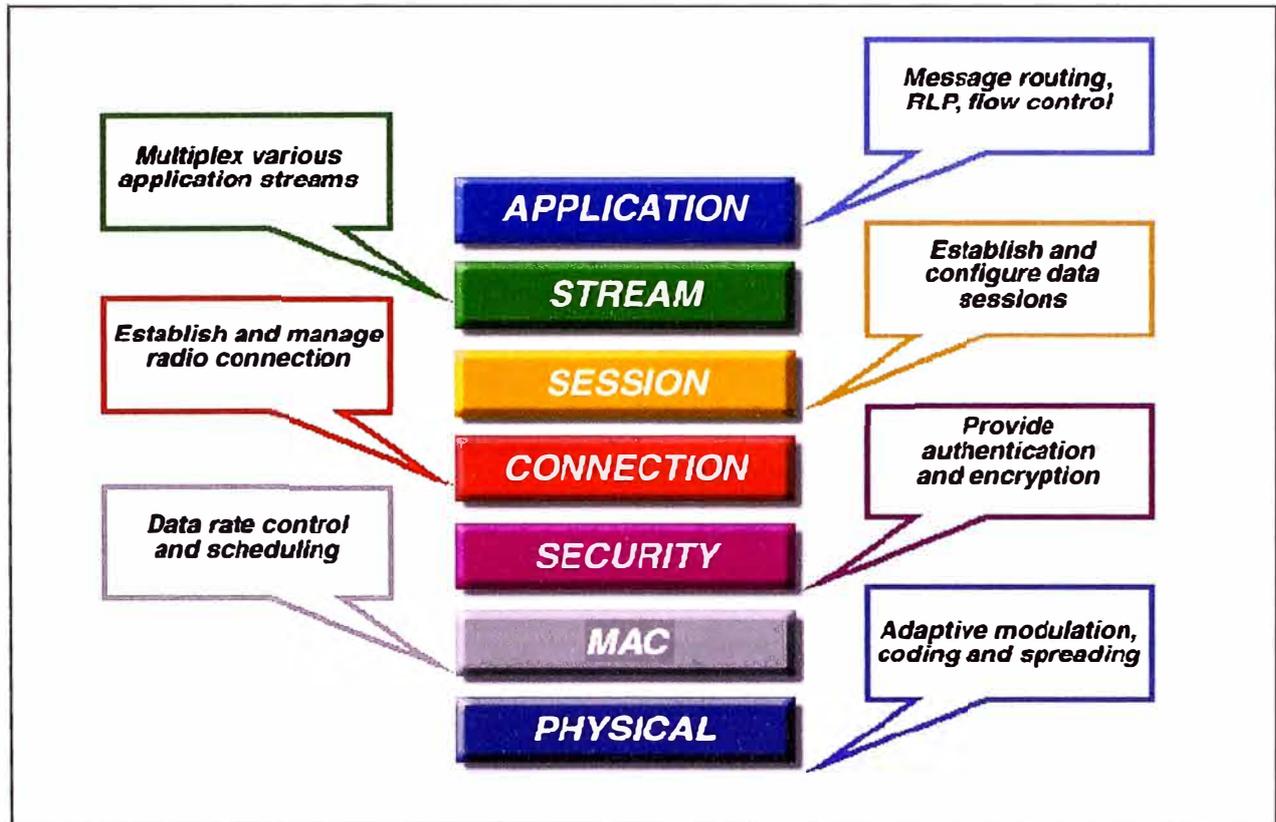


Fig. N° 1.6: CAPAS EN PROTOCOLO IS-856 [3]

A continuación, en la tabla N° 1.4, se resumen las capas para el protocolo de interfaz aérea para CDMA2000 1xEV-DO.

TABLA N° 1.4: DESCRIPCIÓN DE LAS CAPAS EN PROTOCOLO IS-856 [3]

Capa	Nombre de capa	Descripción de capa
Capa 1	Capa física	Define la estructura de canal de la interfaz aérea, modulación y técnicas de codificación.
Capa 2	Capa MAC (control de	Brinda los procedimientos para el

	acceso al medio)	control de la tasa de datos, ancho de banda y tráfico de usuario.
Capa 3	Capa de seguridad	Brinda autenticación y servicios de encriptación.
Capa 4	Capa de conexión	Define los procedimientos de señalización para el establecimiento y mantenimiento el enlace.
Capa 5	Capa de sesión	Provee las direcciones para administración de las direcciones, configuración de sesión y capacidades de administración.
Capa 6	Capa de multiplexación	Permite la multiplexación de distintas capas de aplicación, tales como señalización y tráfico de usuario sobre el mismo enlace.
Capa 7	Capa de aplicación	Se refiere a las aplicaciones para el transporte de la señalización y tráfico de usuario, sobre el aire. La aplicación de señalización, transporta mensajes de señalización sobre el aire. La aplicación paquet transporta tráfico de usuario por el aire. Otros tipos de aplicación son autenticación del terminal.

d) Características Básicas en el Protocolo IS-856

➤ Altas Tasas de Datos

La interfase aérea IS-856, utiliza una codificación turbo en los enlaces forward y reverse. A expensas del retardo y procesamiento incrementado (los servicios de datos son no sensitivos), la codificación turbo brinda una protección mas alta para la protección de datos, comparada a la codificación convolucional.

De esta manera, los niveles de protección incrementados, permiten que la data pueda ser transmitida a niveles de potencias más bajos, por tanto, mejorando la salida del sistema.

➤ Velocidades de Codificación Turbo Dinámica

En contraste a IS-2000, donde las velocidades de codificación son fijas, las velocidades de codificación en IS-856 son dinámicas. El codificador turbo consiste de 2 codificadores convolucionales. Cada codificador turbo, usa un registro de desplazamiento de 3 bits con una longitud de $k=4$ a una tasa de codificación R .

Usando un codificador turbo, la tasa de codificación en el enlace forward es $R=1/5$ o $1/3$ mientras la tasa de codificación en el enlace reverse es $R=1/2$ o $R=3/4$.

➤ Canalización

En sistemas CDMA, la canalización es usada para identificar a varios usuarios y/o canales en los enlaces forward y/o reverse. En IS-2000, una longitud variables de Walsh Codes (4 a 128 bits) son usados en la dirección forward. En el enlace reverse, los Walsh Codes, son usados para identificar los canales físicos en reverse de un usuario específico. En IS-856, los canales forward son multiplexados en el tiempo en lugar de multiplexados por código. Aquí varios canales en el enlace forward son multiplexados en el tiempo dentro de una trama de enlace forward. En el enlace reverse, el esquema de canalización es similar a IS-2000 donde ambos sistemas usan Códigos Walsh.

➤ Modulación de Alto Orden

En IS-2000, el enlace forward usa la modulación QPSK [aj], antes de la emisión, y una modulación BPSK [c] después de la emisión. En IS-856, se usa modulación adaptiva, donde el esquema de modulación varia basado en las condiciones del canal recepcionado en el terminal de acceso. Si la condición del canal no es muy buena (el terminal de acceso esta en el borde de la celda), el sistema emplea una modulación de orden bajo. Si la condición del canal reportado por el terminal de acceso, es excelente, el sistema toma ventaja de su situación, empleando una modulación de orden alto, tal como 16-QAM., donde 4 bits de bits codificados son mapeados a un símbolo modulado.

➤ **Potencia de Transmisión en el enlace forward**

Para CDMA2000 1xEV-DO, la estación base se configura para una potencia de transmisión dada. Esta transmite a su máxima potencia disponible, todo el tiempo. En lugar que alguna porción de potencia siendo ubicado todo el tiempo para controlar canales, tales como piloto, sincronismo y/o paging (en sistemas IS-95/IS-2000), la potencia total completa esta permitida para todos los canales de una manera multiplexada en el tiempo

➤ **Estructura de Canal en IS-856**

En la dirección forward, todos los canales mencionados son multiplexados en división por tiempo. En la dirección reverse, los canales de acceso y tráfico, son multiplexados por código.

1.3.6 Operaciones en el Enlace Forward

Las operaciones en el enlace forward en IS-856 difieren drásticamente de las operaciones en IS-2000. Algunas de las notables diferencias incluyen la multiplexación temporal de los canales forward comparados a la multiplexación por código en sistemas IS-2000. No existen soft handoffs en IS-856 mientras que en IS-2000 si se utiliza soft handoffs. IS-856 especifica la potencia total todo el tiempo en la dirección forward (no existe control de potencia en el enlace forward), comparado al control de potencia en el enlace forward para sistemas IS-2000

a) Trafico de Usuario en Forward

El flujo de tráfico en forward viaja desde la red/internet de datos por paquete a través de la red de acceso de radio hasta el usuario. Un ejemplo de esto es cuando un usuario esta bajando una página Web o recepcionando un email, tal como se muestra en el sgte diagrama del flujo del tráfico en forward a través de una red CDMA2000 1xEV-DO, ver figura 1.7.

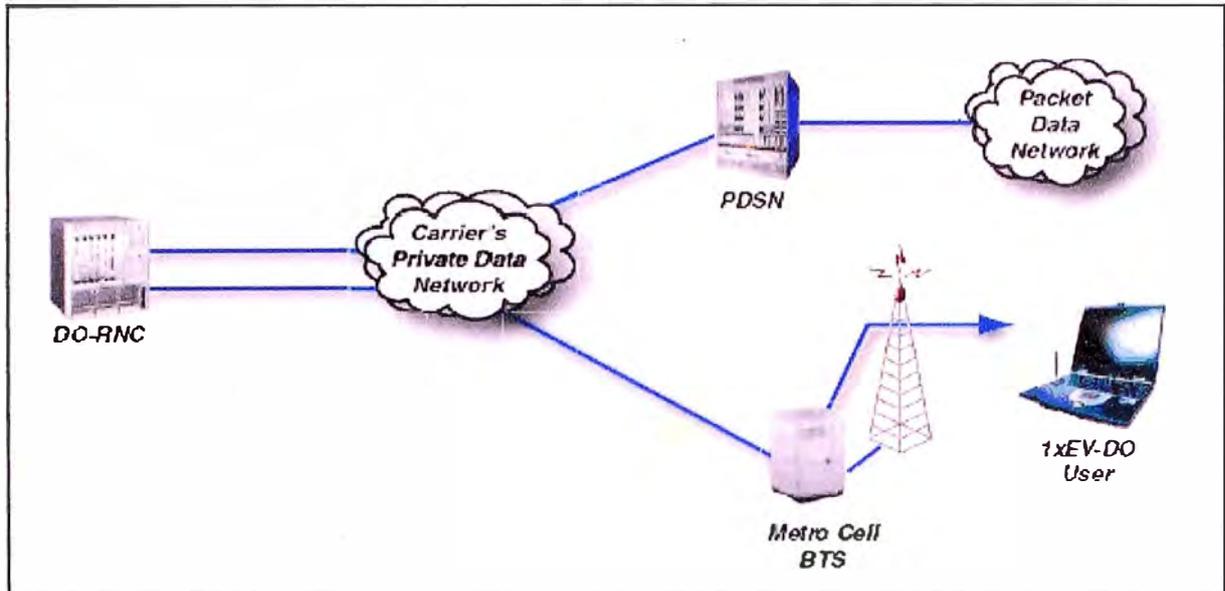


Fig. N° 1.7: TRÁFICO EN LA DIRECCIÓN FORWARD [3]

b) Estructura del Canal Forward

El canal en la capa física forward es codificado en un ancho de banda de 1.25 Mhz a una tasa de chip de 1.2288 Mcps. Esto es idéntico al sistema IS95 y sistema CDMA2000 1X. Sin embargo, en contraste a estos sistemas, en IS-856, CDMA2000 1xEV-DO, donde existe únicamente un canal físico y los canales tales como piloto, MAC, control y tráfico son multiplexados en el tiempo en este simple canal físico, ver figura 1.8.

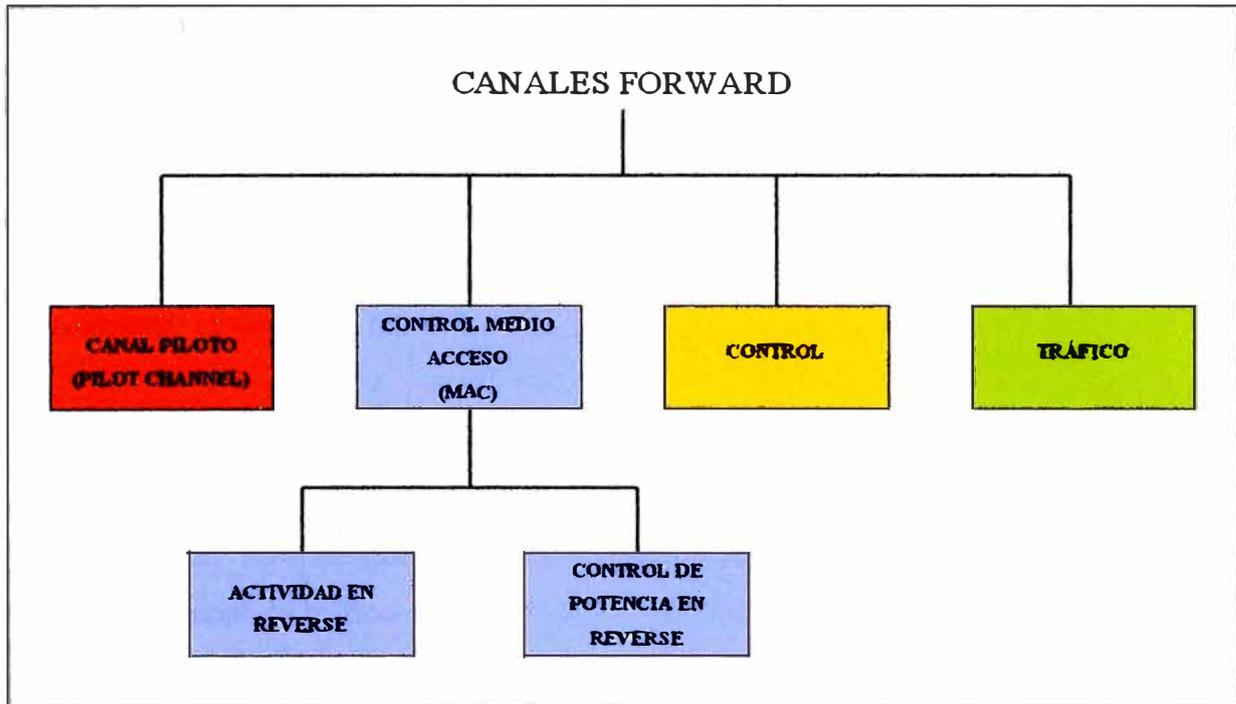


Fig. N° 1.8: CANALES FORWARD [3]

La red de acceso transmite los siguientes canales en forward a potencia total, multiplexados en el tiempo:

b.1) Canal Piloto (Pilot channel)

Transporta todos los “0”s (sin información en la capa superior). Desde que la información contiene la sincronización del canal piloto, simplifica la detección del canal y ayuda a los terminales de acceso acceder al sistema rápidamente. Esto también ayuda con el temporalización y sincronización. El canal piloto también provee una rápida estimación del canal para el acceso de terminales durante el proceso de selección del mejor sector en servicio.

b.2) Control del Medio de Acceso (MAC: Media access control)

Este canal transporta la información relacionada a la capa MAC tal como:

- Actividad en el enlace reverse.

Este indicador (1 bit por slot) informa a todos los terminales de acceso en un sector, sobre el nivel de actividad en el enlace reverse para un sector específico

➤ **Control de Potencia en Reverse**

Esta es una información específica a cada usuario activo en un sector dado. Esta indica a los terminales de acceso activos para incrementar o decrementar la potencia transmitida, controlando la interferencia en el enlace reverse del sector

La actividad en reverse y el control de potencia de los canales reverse de todos los terminales activos son combinados por código, dentro del periodo de tiempo del MAC usando un código walsh de 64.

b.3) Canal de Control

Este canal transporta la información de overhead, tales como mensajes de parámetros del sector, así como información de control específica del usuario tal como mensaje de asignación de canal de tráfico

b.4) Canal de Tráfico

Este canal transporta la información de cabecera, tales como mensajes de parámetros del sector, así como información de control específica del usuario tal como mensaje de asignación de canal de tráfico

En la dirección forward existen 2 tipos de slots, ver figura 1.19 y figura 1.10.

- **Slot activo:** Cuando la red de acceso tiene información de control o tráfico de usuario por enviar, envía esta información por medio de los canales MAC y piloto en una multiplexación temporal
- **Slot desocupado:** Cuando la red de acceso no tiene información de control o tráfico de usuario por enviar, permanece enviando los canales piloto o MAC en un tiempo dado a potencia total y no transmite información de control y/o tráfico

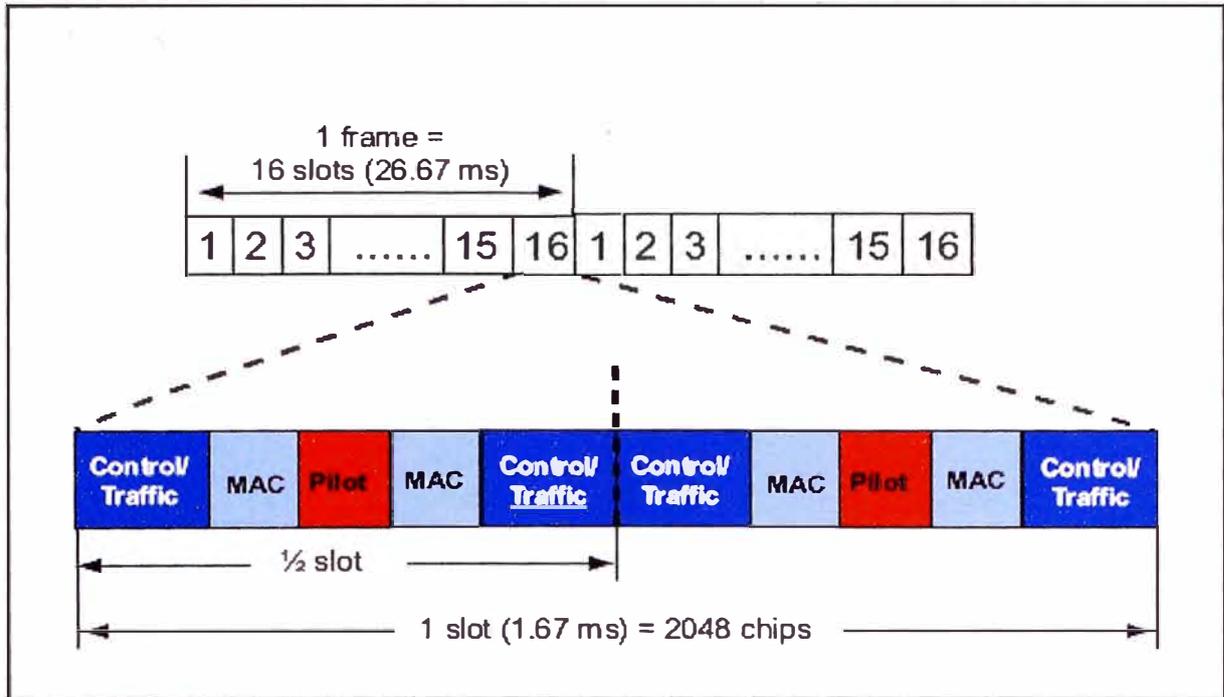


Fig. N° 1.9: ESTRUCTURA DE CANALES FORWARD [3]
(Varios canales son multiplicados en el tiempo en un solo canal)

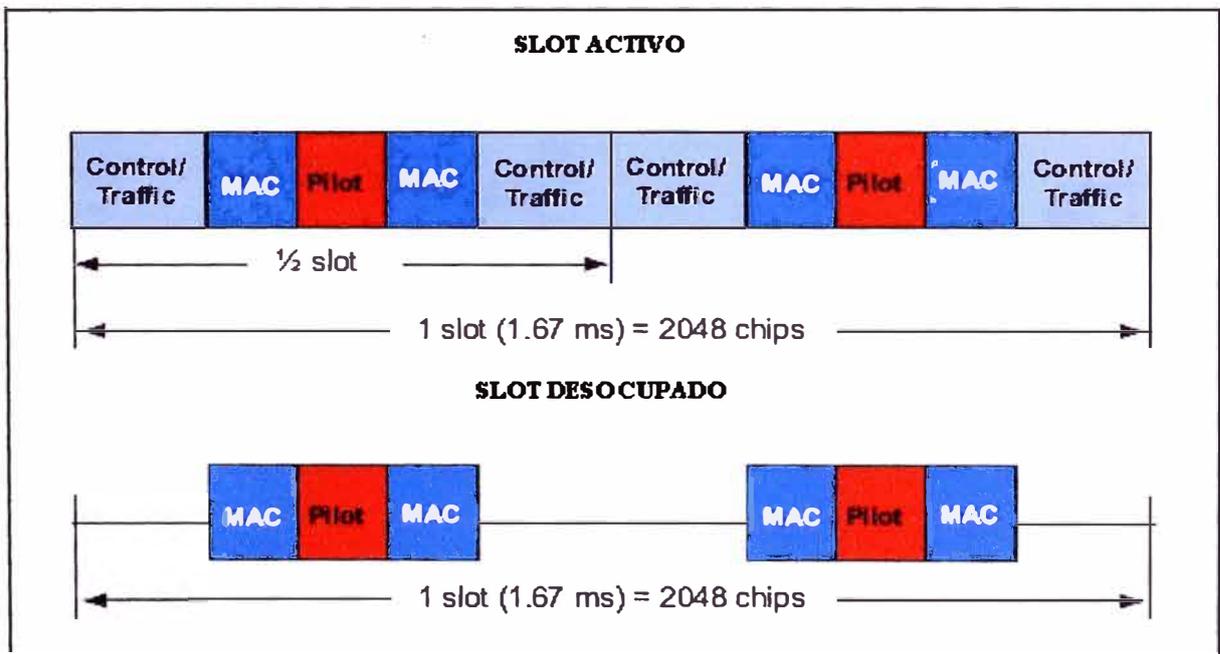


Fig. N° 1.10: ESTRUCTURA DE SLOT DE CANALES FORWARD [3]

1.3.7 Operaciones en el enlace Reverse

En contraste al enlace forward del protocolo IS-856, el enlace reverse en IS-856 es muy similar al enlace reverse en el protocolo IS-2000, con las siguientes características similares

- Control de potencia y soft handoff.
- Modulación BPSK.
- Data Rates desde 9.6 a 153.6 Kbps.
- Transmisión de canales de dato y pilotos.

a) Trafico de Usuario en Reverse

El flujo de tráfico en reverse viaja desde el usuario, por medio de la red de acceso de radio, hacia la red de datos por paquete. Un ejemplo de ello es cuando un usuario esta cargando un file en la internet o enviando un email, ver figura 1.11.

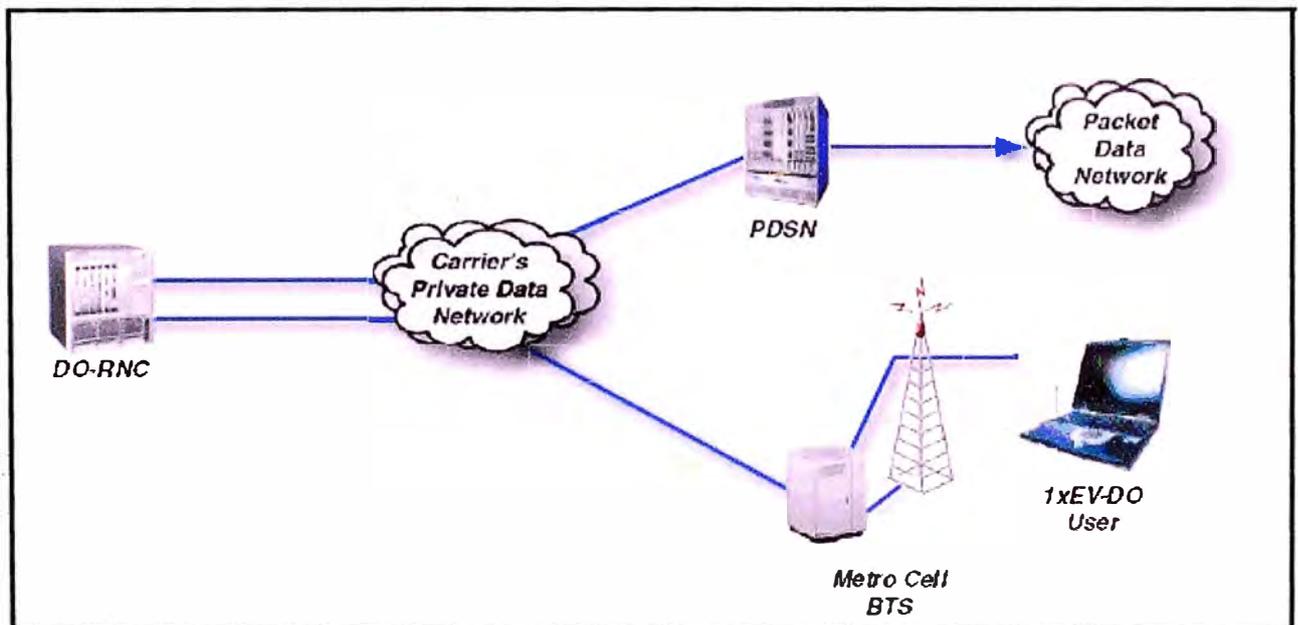


Fig. N° 1.11: TRÁFICO EN LA DIRECCIÓN REVERSE [3]

b) Estructura del canal reverse

En la dirección reverse, si el terminal de acceso no ocupa el canal de tráfico (conectado), se usa el canal de acceso para acceder al sistema. Estos canales de acceso y tráfico son multiplexados por código, ver figura 1.12.

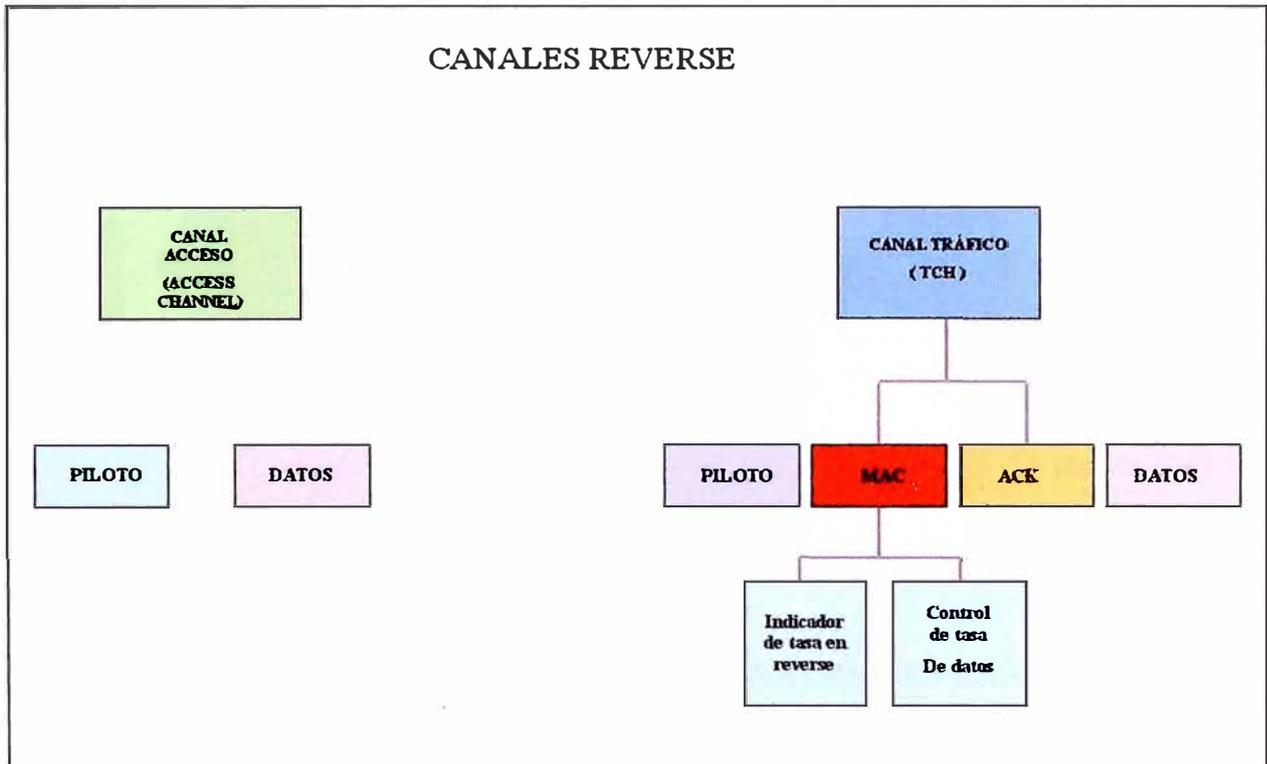


Fig. N° 1.12: CANALES REVERSE [3]

En la figura 1.13, se muestra la estructura del canal en reverse, así como los canales transmitidos en los estados activo y desocupado.

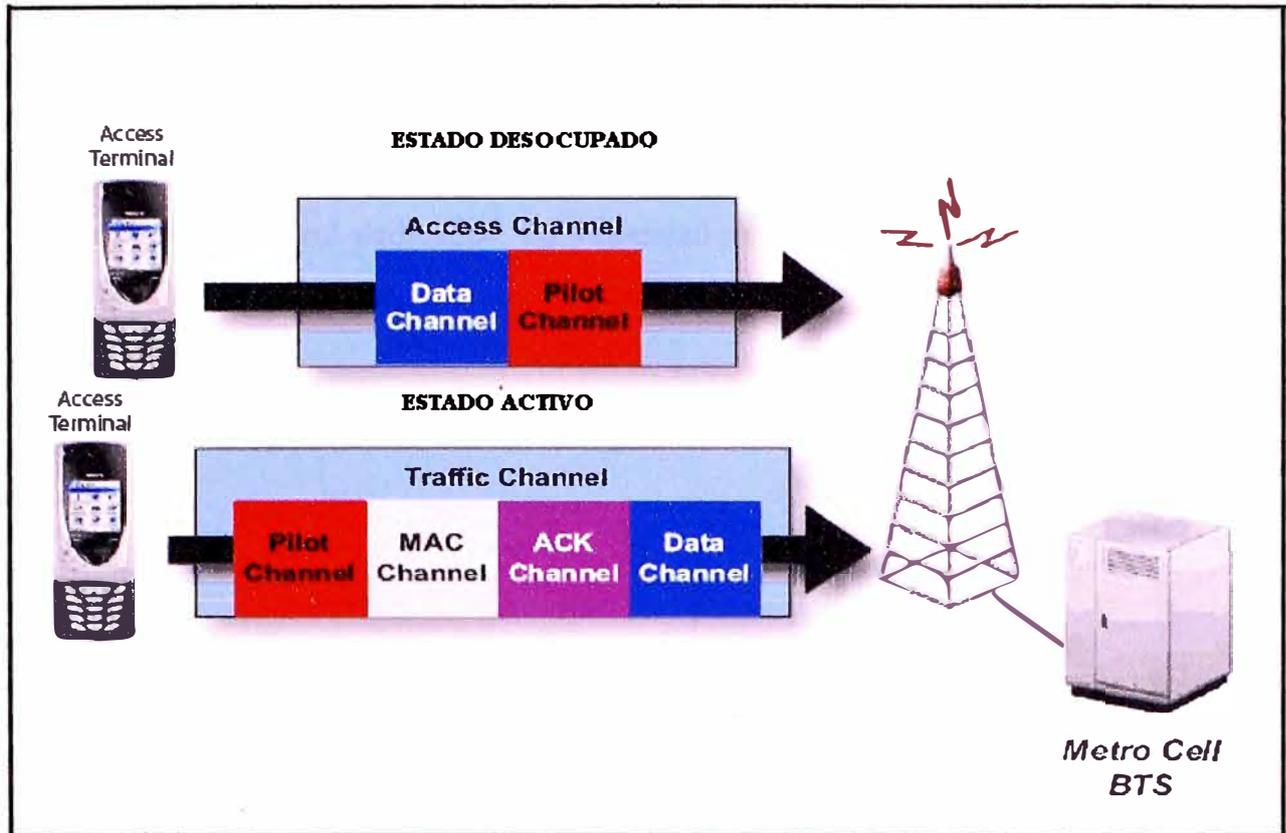


Fig. N° 1.13: ESTRUCTURA DE CANALES REVERSE [3]

En el modo de canal de acceso, el terminal de acceso está desocupado y transmite los canales de datos y piloto. Este último es transmitido para propósitos de preámbulo también como para la sincronización. El canal de datos transporta cualquier mensaje de control desde el terminal de acceso, cuando este se encuentra desocupado (no tiene un canal dedicado). A medida se transmiten los canales de data, el terminal de acceso también transmite continuamente los canales de piloto.

En el modo de canal de tráfico, el terminal de acceso está en el estado activo y transmite los siguientes canales:

- **Canal piloto:** El propósito de este canal es similar como si estuviera en forward. Este brinda la sincronización temporal al receptor y permite una demodulación coherente por el receptor
- **Canal de acceso:** El terminal de acceso transmite el indicador de velocidad en reverse (RRI: reverse rate indicador) para notificar al receptor de la velocidad de transmisión, de esta manera el receptor no tiene que ejecutar ningún algoritmo necesario

- Canal ACK: El terminal de acceso desarrolla un proceso de reconocimiento de la capa física y envía un mensaje de reconocimiento ACK o NAK (negative NAK) a cada slot de la capa física recibida.
- Canal de datos: En el modo de canal de tráfico, transporta el tráfico de usuario y mensajes de control dedicados. La velocidad de datos de este canal varía desde 9.6 a 153.6 Kbps.

CAPÍTULO II

SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACION (LBS: LOCATION BASED SERVICES)

2.1 Introducción

La idea principal de este capítulo es brindar un panorama global de la localización como elemento asociado a los servicios. Así mismo se explicará en que consiste la información de localización, la forma de cómo se obtiene, en que consisten los servicios basados en localización, las fuentes de localización y finalmente los requerimientos tecnológicos y las perspectivas.

La evolución de los servicios basados en localización será una pieza fundamental en el contexto de los nuevos servicios móviles, permitiendo ampliar las posibilidades para mejorar servicios ofrecidos actualmente así como generar valor añadido en el desarrollo de nuevos servicios, con lo cual sería una pieza clave para la planificación de nuevos servicios durante los próximos años.

2.2 Clasificación y tipos de LBS

Los servicios basados en localización, brindan la posibilidad a los usuarios de distintos dispositivos de localizar a otras personas, terminales móviles, vehículos, definir servicios según la posición del usuario y por consiguiente la posibilidad que el propio usuario obtenga información de su posición.

En este sentido, la solicitud de localización, puede ser solicitada por el propio cliente, por la red o por entidades definidas en servidores de aplicaciones, con lo cual el usuario final es siempre el que debe dar la autorización para determinar su localización, independientemente de la forma que es solicitada la localización por el usuario inicial.

La clasificación de los servicios de localización, puede ser según los siguientes criterios:

2.2.1 Quién invoca el servicio

Pueden ser caracterizadas como sigue:

- Servicios tipo Pull: El usuario final es quien solicita el servicio de localización.
- Servicios tipo Push: La solicitud de localización es realizada por una aplicación.
- Servicios tipo Tracking: Es un caso específico del servicio tipo Push pero con una entidad propia importante. Un ejemplo de este servicio sería el de gestión de flotas.
- Localización inducida por la red: Similar al caso de localización de las llamadas de emergencia.

2.2.2 Precisión requerida

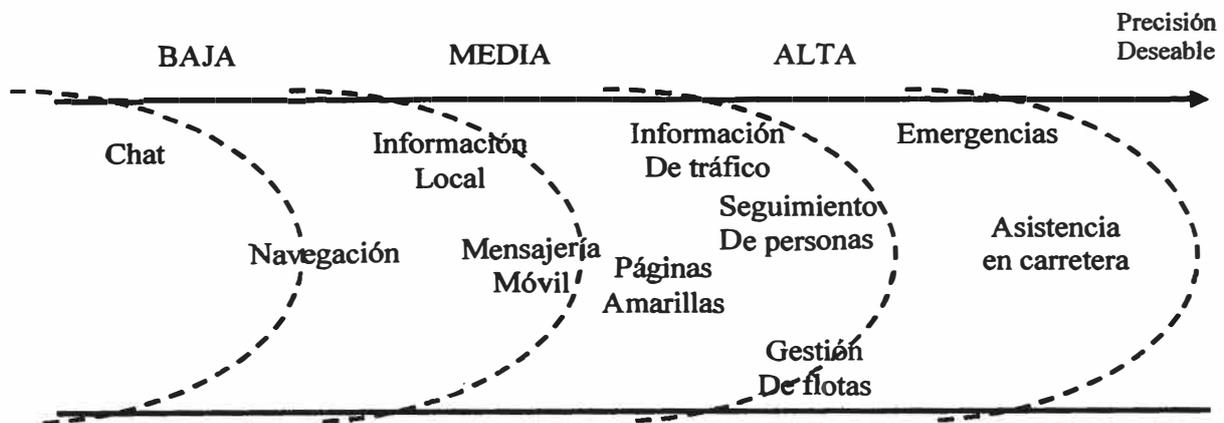


Fig. N° 2.1: PRECISIÓN REQUERIDA

2.2.3 Fin o utilidad de la localización

Las finalidades principales de la localización se indican en la tabla N° 2.1.

TABLA N° 2.1: FINALIDADES DE LA LOCALIZACIÓN [4]

Seguridad	Tarificación	Búsquedas	Seguimiento	Itinerarios
Emergencias	Tarificación sensible a la localización	Páginas amarillas	Seguimiento de personas	Navegación a pie
Asistencia		Información de tráfico	Seguimiento de activos	Navegación de vehículos
		Información	Gestión de	

		local	flotas	
		Mensajería móvil		
		Juegos		

2.2.4 Segmento de mercado: gran público y empresas



Fig. Nº 2.2: TIPOS DE MERCADO EN LOCALIZACIÓN [5]

2.3 Factores Importantes en el despliegue de estos servicios

El despliegue de estos servicios viene asociado básicamente con la clarificación y comprensión de una nueva cadena de valor que surge con los LBS, la segmentación del mercado, el posicionamiento de los actores que intervienen y otros temas asociados directamente a la prestación de los servicios.

2.3.1 Agentes que intervienen

El surgimiento de la localización asociada a los servicios móviles ha traído consigo la aparición, junto a los actores tradicionales, de otros agentes que imponen la necesidad de una redefinición clara de la cadena de valor y el posicionamiento de todos ellos, tales como los indicados en la figura 2.3.



Fig. N° 2.3: AGENTES EN LA LOCALIZACIÓN

Por el lado de los clientes, tenemos que:

- cliente: el que contrata el servicio, en aquellos casos en que el servicio sea “contratable”.
- Usuario: el que usa el servicio. Puede ser un usuario final del segmento gran público o un integrante de una empresa que ha encontrado un servicio (cliente).
- Localizable: persona, dispositivo, etc. a ser localizado. La solicitud de localización puede surgir de si mismo o de un tercero.

Por el lado de suministradores de tecnología y contenidos, tenemos que:

- Fabricantes y suministradores de equipos de red.
- Fabricantes y suministradores de terminales.
- Fabricantes y suministros de plataformas específicas de localización.
- Proveedores de contenidos y aplicaciones específicas de localización.

Y por último, nos referimos a los proveedores:

En resumen, parece claro el rol del operador como facilitador del papel de los WASP para activar el mercado. De otra manera, el operador debe incentivar el papel de los WASP haciendo una selección de los actores más cualificados, y a la vez buscar la oportunidad para determinados servicios propios, fundamentalmente dirigidos a gran público

2.3.3 Regulación

Los temas regulatorios constituyen una pieza clave dentro del contexto de la aplicabilidad de estos servicios. Estos aspectos de regulación se basan en tres puntos:

- **confidencialidad de la información:** la información de localización sólo debe ser disponible para quien este expresamente autorizado. Se debe disponer de mecanismos de ocultación de identidad.
- **Permisos:** en último caso, deberá ser siempre el “localizable” quien autorice su localización, bien sea de forma explícita, implícita o por suscripción.
- **Servicios de emergencia:** aplican aquí las normativas del E911 para aquellos países bajo el mandato de la FCC norteamericana y del E112 para la Unión Europea. El resto de los países tendrán su regulación específica, que irían en línea con alguna de las anteriores.

Dependiendo de la regularización de los distintos mercados y del tipo de servicio que se ofrezca se determinaran los mecanismos para que el usuario pueda dar su consentimiento a ser localizado así como a modificar en cualquier momento sus parámetros de localización.

2.4 Localización

2.4.1 Introducción

Primeramente es conveniente entender el concepto de localización, el cual podemos referimos como las coordenadas geográficas en que se encuentra un terminal móvil, que puede obtenerse a partir de una base tecnológica.

Sin embargo esta información de localización por si sola no aportaría muchas alternativas, motivo por el cual, es necesaria su combinación con otras aplicaciones o contenidos a otros servicios para poder disfrutar realmente su verdadero potencial.

La localización de terminales móviles es extremadamente difícil. La realidad es que la topología de la red celular se ha optimizado para telecomunicaciones y no para la determinación de la posición exacta de los terminales. Mas aun la transmisión celular ocurre en un entorno de radio cualquiera: muchos usuarios accedan a los servicios desde el interior de sus edificios, señales perdidas desde edificios altos que toman largas rutas de retorno hacia la estación base (causando los problemas de multitrayecto) y abonados viajando frecuentemente a altas velocidades.

Cada aproximación ofrece diferentes grados de precisión de la posición, costos diferentes de implementación y diferentes limitaciones del entorno. Algunas tecnologías requieren de nuevos terminales, otras trabajan con cualquiera de los terminales existentes hoy en día y cualquier terminal en el futuro, pero hay que recalcar que ninguna de las tecnologías es perfecta.

2.4.2 Tecnologías de Localización [6]

a) Cell-ID [h]

Además de ser el método más sencillo de estimar la posición de un terminal móvil, es válido para cualquier tipo de red. Requiere que la red identifique la estación base al cual el teléfono se está comunicando, así como la ubicación de esta estación base.

Disponiendo de esta información y de las coordenadas de dicha estación base, se asume la localización del terminal móvil como la misma que la de la estación base en la que se encuentra. Se entiende que el Terminal puede estar en cualquier punto de la zona de cobertura de la celda, con lo que la precisión de este método puede ser baja, ver figura 2.5.

Existen varias posibilidades de mejorar la precisión de Cell-ID. El más simple e inmediato consiste en especificar además de la celda el sector.

Es posible lograr la precisión un poco más incluyendo medidas de Timing Advance (TA) para redes GSM [r], o RTT (Round Trip Time) en CDMA. Estas medidas nos permiten estimar la distancia del terminal móvil a la estación base, con lo que se puede reducir el error en el posicionamiento obtenido sólo con el Cell-ID.

Otra opción consiste en incorporar algoritmos de triangulación según las diferentes potencias recibidas en el terminal móvil (reporte de mediciones de red) desde las diferentes estaciones base. De esta manera podemos mejorar considerablemente la precisión de Cell-ID en zonas rurales (no en ciudades) aunque depende del algoritmo que se utilice.

De esta manera, se tiene como ventajas la sencillez en la implementación, costos bastantes reducidos y que es independiente del Terminal, con lo cual se puede comercializar LBS, con esta precisión, dirigidos a todo el parque de terminales existentes, sin modificación alguna.

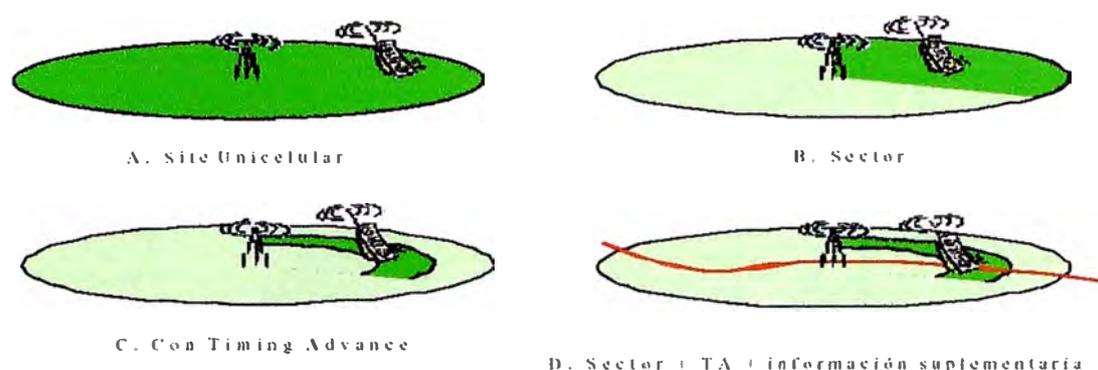


Fig. N° 2.5: TECNOLOGÍA CELL-ID

b) Enhanced Cell-ID

Los operadores GSM pueden mejorar la precisión de Cell-ID usando el parámetro de red celular “timing advance” y la amplitud de la señal desde las estaciones base vecinas y la que brinda el servicio. Las redes usan Timing advance para compensar las diferencias en distancias de los terminales a las estaciones base. Sin esta compensación, la transmisión desde un distante terminal debería de llegar tarde y traslapar con las transmisiones de un terminal cercano a la estación destruyendo el mensaje de cada transmisión. Desafortunadamente, time advance, es una cruda medición, porque solamente ofrece 64 compensaciones temporales posibles, cada una equivalente a distancias de 547 mt. Los terminales ya supervisan los niveles de señal de la estación base dentro de un rango tal que el sistema pueda hacer una decisión sobre el hand over, transferencia y registro a la estación base con una señal mas poderosa. La red usa esta información para comparar el actual nivel recepcionado con el nivel planificado con una herramienta de predicción y así mejorar la precisión del posicionamiento. Sin embargo, las mediciones del nivel recepcionado son propensas a errores desde varias fuentes, incluyendo la habilidad del terminal para medir la intensidad de la señal y la precisión de las

herramientas de predicción. Enhanced Cell-ID, incrementa en performance sobre el Cell-ID que es altamente variable, pero hace las mejoras mas altas en entorno outdoor, particularmente en grandes celdas rurales.

Como Cell-ID, Enhanced Cell-ID es una tecnología de ubicación puramente basada en la red, así para el roaming los abonados automáticamente se benefician del incremento de precisión de esta técnica, ver figura 2.6.

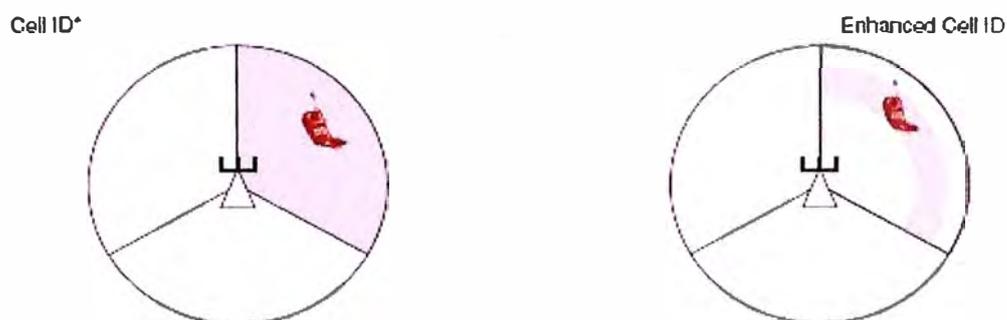


Fig. N° 2.6: TECNOLOGIA ENHANCED CELL—ID [7]

c) Diferencia de Tiempo de llegada (TOA: Time Difference of Arrival)

Si un terminal esta dentro del rango de 3 estaciones base, una red puede triangular la posición del terminal, por mediciones precisas de las diferencias entre los tiempos que una transmisión dada de un terminal llega a cada una de las 3 celdas, ver figura 2.7.

La red usa esta información para calcular para calcular las posiciones de 2 hipérbolas y ubica el terminal donde se intersecan las hipérbolas. Aunque TDOA es basado en la red y por tanto soporta todos los terminales, la sincronización de las estaciones base es necesaria para medir exactamente las diferencias de tiempo. En redes desincronizadas tales como GSM, esta actualización es extremadamente costosa. Una desventaja adicional es que en redes celulares de segunda generación, los terminales están dentro del rango de una sola estación base a menos que estén al borde de cobertura de la celda. TDOA exige que los terminales estén dentro del rango de por lo menos 3 estaciones base. Las simulaciones por computadora por el Instituto de Geodesia y Navegación concluyen que los terminales están dentro del rango de 3 o más estaciones base en solamente 28% de áreas suburbanas y solamente 36% en áreas urbanas, limitando significativamente el uso de TDOA. No obstante los vendedores de sistemas TDOA, demandan que esta técnica logra mejor de 100

mt de precisión 67% del tiempo. TDOA soporta totalmente los abonados roaming quienes usan tecnologías alternativas en sus redes de origen.

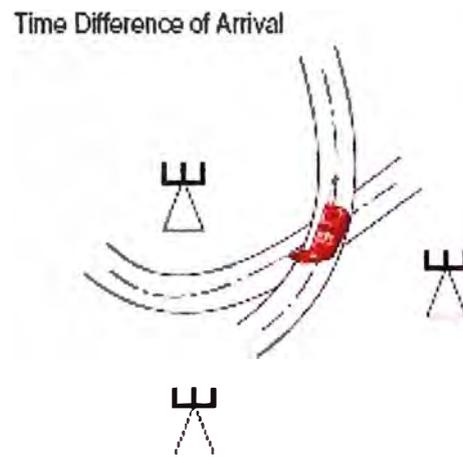


Fig. N° 2.7: TECNOLOGIA TOA [7]

d) Diferencia de Tiempo de llegada Observado (O-TDOA: Observed Time Difference of Arrival)

O-TDOA opera solamente sobre redes WCDMA, la cual es considerada como una versión WCDMA de E-OTD.

Esta técnica E-TDOA, estima la posición de un handset referenciando el tiempo de las señales que son decepcionadas en el handset, desde un mínimo de 3 estaciones. La posición del handset está en la intersección de por lo menos 2 hipérbolas definidas por la diferencia de tiempo de arribo de las tramas WCDMA desde múltiples estaciones base.

Dado que una red WCDMA esta basada sobre una red CDMA, es optimizada para baja potencia y el uso eficiente del ancho de banda de comunicación. La capacidad del terminal para ver y usar varias estaciones base es severamente limitada, ya que afecta la precisión y más aún el performance de O-TDOA, que en muchos casos es peor que en E-OTD. Para mejorar esta debilidad se debe de instalar equipamientos LMU.

e) Ángulo de llegada (AOA: Angle of Arrival)

La tecnología AOA puede determinar la posición de un handset desarrollando un arreglo de antenas y equipamiento para el procesamiento de la señal en cada estación base, de manera tal que pueda determinar la trayectoria o ángulo de la señal de interés, ver figura 2.8.

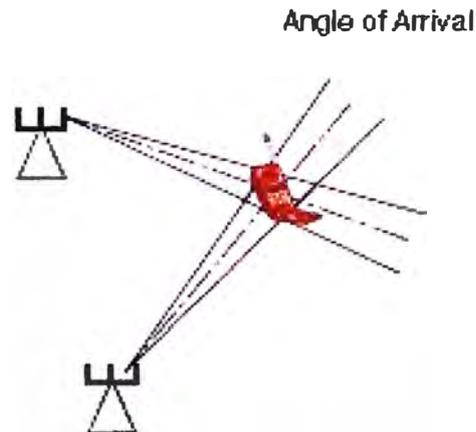


Fig. N° 2.8: TECNOLOGIA AOA [7]

Para estimar el ángulo de arribo, se usan algoritmos que usan las diferencias de fase u otras características de señal entre elementos de arreglo de antena no muy espaciadas y emplean el método de alineación de las fases para direccional los haces principales.

Uno de los requerimientos más importantes para asegurar una estimación de la posición es que la señal desde la fuente hacia el arreglo de antenas debe tener una línea de vista clara. Así mismo se requiere un costo considerable para la instalación de determinados arreglos de antenas y otro factor son las condiciones climáticas que pudieran ocasionar un movimiento de estas antenas tales como vientos y tormentas, lo cual conlleva a errores, que para solucionarlo se tendría que mantener un programa de calibración de estas antenas.

Sin comparar a TDOA, AOA se aproxima a calcular la posición de un terminal si esta en rango de solamente 2 estaciones base. Pero debido a que la precisión disminuye con la distancia a la estación base, AOA es un pobre candidato para desarrollos rurales. Algunos vendedores de sistemas de localización han creado un sistema híbrido que combina las técnicas AOA y TDOA para lograr una mejor precisión y una alta disponibilidad de

aproximación. Sin embargo, AOA tiene significantes distancias: adicionando entre 4 y 12 antenas es tiempo perdido, costoso e insignificante un factor que los operadores no pueden desestimar como oposición al crecimiento de las estaciones base celulares. AOA también demanda un procesamiento complejo. AOA automáticamente soporta a todos los abonados roaming.

f) Diferencia de tiempo observado manipulado (E-OTD: Enhanced observed time difference)

E-OTD opera solamente sobre redes GSM y GPRS [p]. En GSM, la estación móvil supervisa las ráfagas de transmisión de múltiples estaciones base vecinas y mide el tiempo de desplazamiento entre los arribos de las tramas GSM de las estaciones base a las cuales se está comunicando.

Estas diferencias de tiempo observadas son las mediciones esenciales del método de radio-localización E-OTD y son usadas para triangular la posición de los dispositivos móviles. La precisión del método E-OTD, es una función de la resolución de las mediciones de diferencia de tiempo, así como la geometría de la estación base vecina y el entorno para la propagación de la señal.

El handset móvil debe medir diferencias de tiempo de por lo menos 3 estaciones base para la determinación de la posición en 2 dimensiones (no se provee mediciones de altitud), ver figura 2.9.

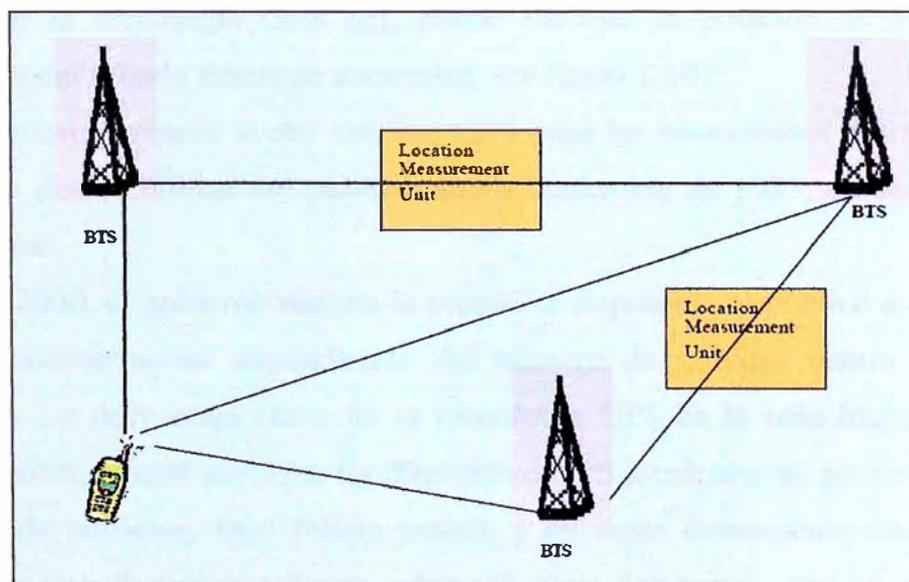


Fig. N° 2.9: TECNOLOGIA E-OTD [8]

En general se necesitarán unidades de medida especiales (LMU's) en posiciones fijas conocidas que permitan al sistema de localización conocer la desincronización existente. Para ello se requiere que cada estación base de la red sea "observada" por al menos una LMU

La necesidad de implantación de los equipamientos LMU's, introduce cambios significantes en la infraestructura, dado que requiere la instalación de cientos de equipamientos LMU's en las redes GSM/GPRS. En consecuencia esto significa una elevada planificación de la red, cálculos del impacto RF sobre la red y gastos excesivos para la instalación, pruebas y mantenimiento de la red de LMU's.

E-OTD ofrece una mejora en performance comparada a la técnica Cell-ID, pero requiere el uso de equipamientos LMU's. Así mismo, para brindar información de localización, se requiere que sean intercambiados una gran cantidad de mensajes de datos y una constante actualización de los mismos, lo cual conlleva a un mayor uso del recurso de ancho de banda.

Los operadores celulares que implementan soluciones basadas en E-OTD, pueden lograr precisiones de entre 50 a 100 mt. Significativamente, E-OTD no es compatible con las nuevas redes por venir, así las compañías que implementan esta tecnología sobre una red de 2da generación, no pueden apalancar sus inversiones en una nueva red de 3ra generación.

g) Sistema de posicionamiento global (GPS: Global Positioning System)

Por definición la tecnología GPS [q], puede calcular la posición de un terminal en cualquier parte del mundo donde se encuentre, ver figura 2.10.

Los desarrolladores crearon la red satelital GPS para las necesidades militares, pero esta llegó a estar a disponibilidad del público sino a Diciembre de 1993, no obstante sin total precisión militar.

En Mayo del 2000, el gobierno mejoro la precisión disponible al público a 10 mt a 30 mt, con el performance actual dependiendo del número de satélites dentro del rango del receptor GPS. La desventaja clave de la tecnología GPS es la baja intensidad de señal desde los satélites, el cual previene un dispositivo GPS a calcular su posición cuando esta en interiores de edificios, bajo follaje pesado y en áreas densamente desarrolladas con edificios altos (los llamados cañones urbanos). Otra desventaja esta en el tiempo para determinar su posición, GPS toma aprox. 1 minuto para determinar su ubicación, en

comparación a los pocos segundos de las otras técnicas de localización. GPS no necesariamente requiere cambios en la red, pero los operadores que quieren entregar información sensible de la ubicación deben implementar algún roaming compatible, estándar para implementar la señal del GPS desde el terminal. Obviamente el uso de GPS, requiere la integración de un chip GPS en nuevos terminales, el cual es un proceso relativamente costoso. Sin embargo el costo brinda la recompensa de una alta precisión de localización.

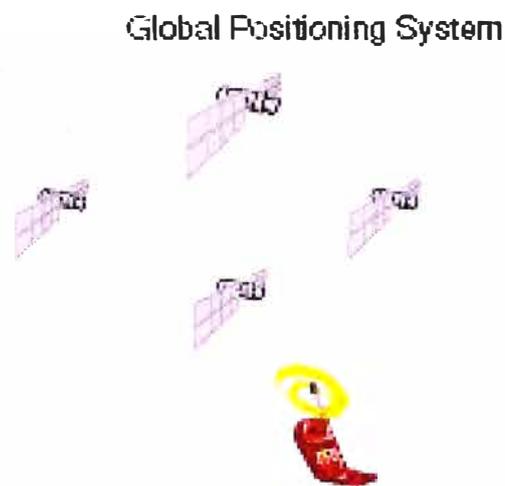


Fig. N° 2.10: TECNOLOGIA GPS [7]

h) GPS diferencial (D-GPS: Diferencial GPS)

Para incrementar la precisión de la convencional tecnología GPS, algunas organizaciones instalan unidades GPS en una posición conocida y determinan la diferencia entre la actual posición conocida del receptor y la posición que el GPS calcula. Los receptores móviles GPS aplican esta diferencia a su señal y logran aproximaciones de unos cuantos metros, en algunos casos, de unos centímetros. Desafortunadamente, D-GPS solo mejora la precisión y no combate la pobre localización en ambientes de interior.

i) Sistema de posicionamiento global asistido (A-GPS: Assisted GPS)

La integración de los GPS en los teléfonos celulares permite un amplio potencial de nuevas aplicaciones desde consumidores hasta las empresas. Esta demanda de soluciones GPS puede ser empleada en espacios reducidos a muy bajos costos.

El concepto de la tecnología A-GPS se muestra en la figura 2.11.

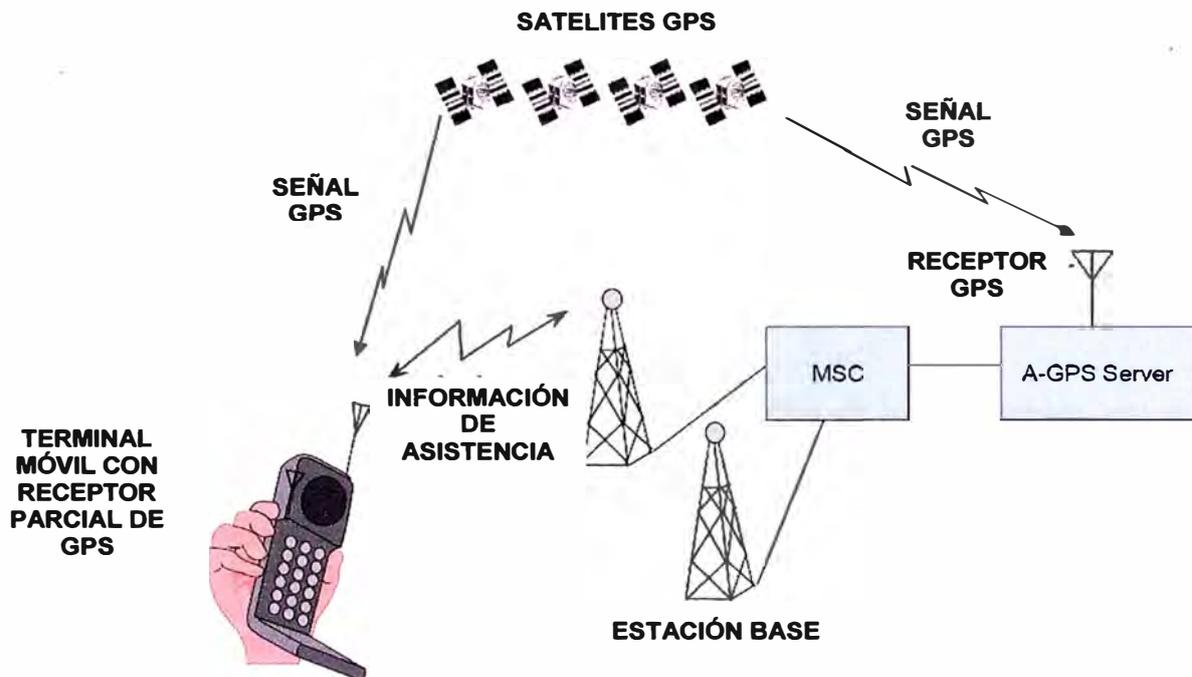


Fig. N° 2.11: TECNOLOGIA A-GPS [9]

Los componentes principales del sistema son un handset inalámbrico con receptor parcial de GPS, un servidor A-GPS con un receptor GPS de referencia con visibilidad a los mismos satélites que el handset y una infraestructura de red inalámbrica, es decir; estaciones base y un centro de conmutación móvil, denominado MSC (Mobile Switching Center).

Desde que un servidor A-GPS, puede obtener del MSC la posición del handset y al mismo tiempo supervisa las señales desde los satélites GPS vistos por la estación móvil, puede predecir las señales recibidas por el handset en cualquier momento determinado.

Una razón por la cual toma bastante tiempo al GPS convencional, calcular su primera ubicación, es que el receptor debe buscar y enganchar a las señales de los satélites antes de que estos puedan comenzar a desarrollar los algoritmos de posicionamiento. Los sistemas

A-GPS tienen un receptor de referencia que usa la información Cell-ID para determinar e informar al terminal cual satélite esta dentro de la línea de vista. La referencia del receptor también suministra al receptor del móvil con parámetros adicionales para las señales del satélite tal que el receptor pueda enganchar más rápidamente. Con esta información el terminal toma un snapshot de la data del GPS y lo reenvía hacia la red. Todos los cálculos de posicionamiento, incluyendo aquellos incorporando información diferencial, tienen lugar en un servidor de la red, ahorrando el tiempo de vida de la batería y permitiendo algoritmos más complejos que podrían ser posibles en un terminal basado en un procesador pequeño y de bajo consumo de potencia.

Los vendedores de GPS demandan una precisión asombrosa y crucialmente soportan en entornos indoor. Es suficiente un simple receptor de referencia para cubrir un área extensa tal como un país europeo, pero A-GPS requiere integración de hardware especial en el terminal [10].

Cualquier aproximación posible existe para la localización de los terminales, pero muchos expertos de la industria creen que solamente 3 técnicas dominaran el mercado: Cell-ID, E-OTD y A-GPS.

j) Tecnología Híbrida

La tecnología de localización híbrida, combina A-GPS con otras técnicas de localización, de manera tal que permita la robustez de una determinada técnica compensar a la debilidad de la otra tanto como sea posible para proveer una solución más confiable y precisa, ver figura 2.12.

Muchas implementaciones comunes de la tecnología híbrida para GSM, GPRS y WCDMA son para combinar A-GPS con Cell-ID.

Esta mejora conlleva en áreas donde A-GPS no puede brindar información de posición y provee la precisión de A-GPS en todos los demás casos. La precisión de A-GPS es típicamente útil y se degrada únicamente en entornos de edificios o en áreas urbanas densas donde Cell-ID puede ser capaz de mantener cierto grado de precisión. La combinación de A-GPS y Cell-ID, también incorpora la ventaja de roaming definida por Cell-ID y A-GPS.

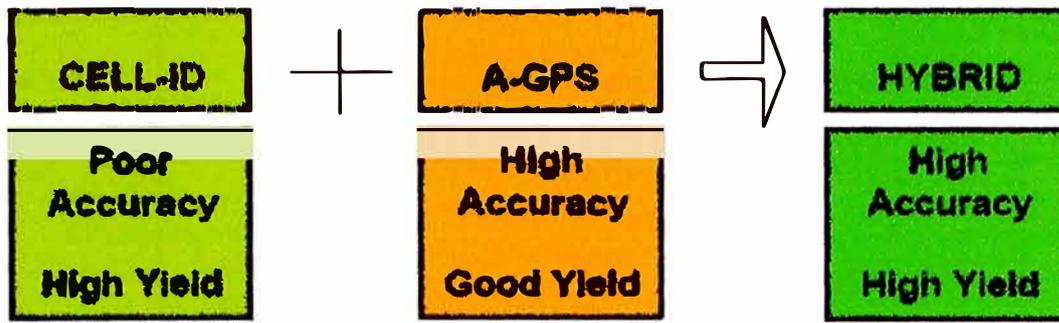


Fig. N° 2.12: TECNOLOGIA HÍBRIDA [8]

A-GPS también puede ser combinado con E-OTD o O-TDOA. Esta aproximación requiere poner en desarrollo a E-OTD y O-TDOA, permitiendo a A-GPS que sea usado en la mayoría de las redes para brindar información de localización.

2.4.3 Roaming

El roaming para los servicios de localización está actualmente en fase de estandarización. Sin embargo, es necesario comentar que se trabaja sobre tres alternativas tecnológicas diferentes:

- a) Roaming LES-LES [ac].
- b) Roaming GMLC-GMLC [o].
- c) Señalización SS7 [ao].

2.4.4 Status actual de tecnologías de localización

La tabla N° 2.2, muestra el status actual de las tecnologías de localización en el proceso de estandarización que especificará mensajes y parámetros necesarios para propósitos de interoperabilidad. Es importante notar que la tecnología A-GPS, está siendo estandarizadas para todas las interfaces aéreas, tales como: analógico de primera generación (AMPS), digital de segunda generación (CDMA, TDMA y GSM), también como para 3GPP [a] (Proyecto en conjunto de 3ra generación para sistemas móviles basados en núcleos de red GSM) y finalmente 3GPP2 (para sistemas que incluyen desde las redes TIA/EIA).

TABLA N° 2.2: STATUS TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN [9]

Estándar Inalámbrico	Estándares	Tecnología de Localización Usada	Documentos Relevantes	Fecha de Publicación
GSM	ETSI SMG30	TOA AOA E-OTD A-GPS	GSM 03.71 GSM 04.71 GSM 09.31	Enero 2000
GSM (Norte América)	TIP1.5 ETSI SMG31	TOA AOA E-OTD A-GPS	GSM 04.35	Enero 2000
CDMA TIA/EIA 95 cdma 2000	TR45.5	A-GPS A-FLT	IS-801	Noviembre 1999 Diciembre 2000 (addendum)
TDMA: TIA-EIA 136	TR45.3	A-GPS	TIA/EIA-136 Rev. C Part. 740	Junio 2000 (borrador) Diciembre 2000
AMPS	TR45.1	A-GPS	IS-817	Junio 2000 Diciembre 2000 (addendum)
3GPP	3GPP	A-GPS OTDOA IPDL	TS25.305/331 /215/133/171	Abril 2001
3GPP2	3GPP2	A-GPS A-FLT	IS-801 IS-801A	Noviembre 1999 Diciembre

				2000 (Addendum) Febrero 2002 (Revisión A)
--	--	--	--	--

La tecnología A-FLT (Advanced Forward Link Trilateration) y E-FLT son similares en algoritmos. La diferencia radica en la forma que se usa el mensaje estandarizado por IS-801 [x] para el transporte de las mediciones al software actualizado de la estación móvil y posteriormente usa el mensaje de intensidad del piloto desde TIA/EIA-95 (el cual no fue diseñado para localización, más sólo para propósitos de hand-off) y por tanto cubre la herencia de los terminales. OTDOA (Observed Time Difference of Arrival) sigue la misma idea que OTD (Observed Time Difference). Una mejora de la idea es IPDL (periodo libre en el enlace de bajada: Idle Period DownLink), donde las estaciones base son periódicamente aisladas de tal manera que los terminales móviles puedan precisamente medir el tiempo de arribo de las señales del canal de piloto desde las estaciones vecinas.

2.4.5 Análisis Comparativo de Tecnologías de Localización

Cada tecnología debe ser evaluada en función de ventajas y desventajas de su aplicación, considerando el performance y los requerimientos de costo e implementación.

Es importante mencionar que existen diferencias técnicas entre las tecnologías celulares CDMA y GSM que impactan la implementación de A-GPS en estas redes. Para ello se mencionan puntos principales, que ha motivado a que cada una de estas comunidades, implementen estándares diferentes para la implementación de A-GPS, ver tabla N° 2.3.

TABLA N° 2.3: FINALIDADES DE LA LOCALIZACIÓN [7]
(Fuente: SRI Consulting Business Intelligence)

Tecnología	Cambios en hardware	Precisión (mt)	Costo	Limitaciones ambientales
Cell ID	Red	200 a 15000	Mínimo	Ninguna
Enhanced Cell-ID	Red	200 a 5000	Mínimo	Ninguna
TDOA	Red	Hasta 100	Alto	Debe de estar dentro del rango de 3 estaciones base.
AOA	Red	Hasta 100	Alto	Debe de estar dentro del rango de 2 estaciones base y es preciso solamente en la cercanía a estas estaciones.
E-OTD	Terminal y Red	50 a 100	Alto	Debe de estar dentro del rango de 3 estaciones base.
GPS	Red	10 a 50	Incrementa el costo del terminal	Falla u operación baja en edificios y cañones urbanos.
D-GPS	Terminal y Red	Entre 1 y 10	Incrementa el costo del terminal	Falla u operación baja en edificios y cañones urbanos.

A-GPS	Terminal y Red	5 a 90	Incrementa el costo del terminal	Ofrece un performance variable y disponibilidad en edificios.
-------	----------------	--------	----------------------------------	---

a) Costos

El costo de implementación de los servicios de localización depende de una gran cantidad de factores, tales como modificación en los terminales, modificación de la infraestructura, mantenimiento, planes de expansión de la red, etc. La tabla N° 2.4 resume los factores de costo para las tecnologías basadas en localización.

TABLA N° 2.4: AREAS DE COSTO [8]

(Fuente: TATA Consultancy Services)

Área de Costo	Factor de Costo para Cell-ID	Factor de Costo para E-OTD/O-TDOA	Factor de Costo para A-GPS
Costo del Handset	Bajo – No requiere modificación	Bajo – Se requieren modificaciones en terminales existentes para E-OTD. También es requerido software especial en O-TDOA.	Medio – Debe ser adicionado al handset circuitería A-GPS. Esta circuitería puede ser integrada en los componentes del teléfono, tal que su costo sea nominal.
Costo de Infraestructura	Bajo – Solamente requiere software adicional. Ninguna modificación requerida.	Alto – Depende del tamaño de sites en desarrollo. Deben ser instalados equipamientos LMU en las BTS's	Bajo – Requiere software A-GPS adicional. Ninguna otra modificación requerida.

		donde se desea el área de cobertura de localización.	
Costo de Expansión	Bajo – Tanto como la expansión de la red en una que soporta esta tecnología.	Alto – A medida que la red se expande, debe instalarse más equipamientos LMU.	Bajo – Un handset habilitado con A-GPS no requiere modificaciones para moverse a otra red. Un pequeño cambio de infraestructura se acomodará a la expansión.
Costo de Mantenimiento	Bajo – No se requiere ningún mantenimiento especial.	Alto – Después de ser implantados, debe de programarse un programa de mantenimiento para los LMU.	Bajo – Insignificante costo de mantenimiento en la infraestructura dado que el servidor de localizaciones está limitado y típicamente centralizado.
Factor de Costo Global	Bajo – Las tecnologías en esta categoría son relativamente bajas en costo.	Alto – Es alto para el despliegue inicial del sistema y con altos factores para mantenimiento.	Bajo a medio – Alto performance y muy bajo costo de infraestructura, hacen de esto una tecnología atractiva.

b) Retorno de Inversión [8]

El costo para la tecnología de localización puede variar ampliamente, el cual dependerá de la tecnología escogida, así como el tipo de servicio ofrecido. Sin embargo, un análisis de costo puede ser engañoso, desde que la verdadera medida del valor para el operador es el retorno de la inversión (ROI: Return on Investment) en lugar que el costo. Puede ser aceptable un alto costo inicial si se espera un alto payback.

En este sentido, A-GPS provee un mejor retorno a la inversión, dado que tiene el mejor performance que genera los mejores ingresos, Desde que esta tiene bajos costos relativos a E-OTD y O-TDOA, es más alto el ROI con la tecnología A-GPS. Mientras Cell-ID es el menos caro pero cuyo performance no permite servicios de canalización a gran escala, tendría por lo tanto un pobre retorno a las inversiones.

c) Performance e Implementación

La mayoría de aplicaciones de servicio de localización requieren un alto performance a un costo razonable para optimizar el retorno de las inversiones. La tabla N° 2.5 brinda un resumen de performance e implementación para algunas tecnologías.

TABLA N° 2.5: PERFORMANCE E IMPLEMENTACIÓN [8]

Ítem	Cell ID	E-OTD/O-TDOA	A-GPS
Performance	La precisión de Cell-ID varía significativamente y es a menudo muy pobre. Provee buena cobertura.	Mejora en la precisión comparada a Cell-ID. Tiene problemas de cobertura donde existen estaciones base limitadas.	Óptima precisión comparada a otras tecnologías de localización. Tiene problemas de cobertura en el interior de los edificios.
Implementación	Fácil de implementar. No se requiere cambios en los terminales. Puede ser	Dificultad en la implementación. E-OTD requiere cambios en el handset. Requiere	Fácil de implementar en la infraestructura. Requiere cambios en el handset. No requiere

	soportado sin mayores cambios en infraestructura. Facilidad de roaming.	equipamientos LMU's. Soporta roaming con cierta dificultad.	cambios mayores en la infraestructura. Facilidad para roaming.
Evaluación del Costo Global	Bajo costo inicial. Bajo costo de mantenimiento. Pobre ROI.	Alto costo inicial para proveer 1 LMU aproximadamente cada 1.5 BTS. Alto costo de mantenimiento. Pobre ROI.	Costo inicial está dado por el costo de los terminales. Insignificante costo de mantenimiento. Excelente ROI.
Standard Soportado	GSM, GPRS y WCDMA.	E-OTD : sólo GSM O-TDOA: sólo WCDMA.	GSM, GPRS y WCDMA.

2.4.6 Redes LBS existentes [8]

a) NTT DoCoMo i-area

La compañía japonesa NTT DoCoMo tiene implementado el servicio LBS denominado i-area, el cual genera ingresos para la industria de las telecomunicaciones, la cual provee las siguientes características:

- Entrega a los usuarios un rango amplio de contenido i-mode. I-mode es la plataforma para comunicaciones de telefonía móvil, del cual los usuarios obtienen fácil acceso a más de 66 000 sites de internet, también como servicios especializados como e-mail, banca y compra en-línea, reservaciones de ticket y avisos de restaurantes.
- Señala la ubicación del abonado de acuerdo a la estación base más cercana que lo atiende y provee con un menú de contenido específico a esa área.

- Por lo anterior, el abonado puede ver información acerca de restaurantes más cercanos, descargas de mapas relevantes y acceso a reportes del clima en zonas determinadas.

b) Servicios de localización Autodesk

Brinda una completa solución que permite a los operadores inalámbricos ofrecer rápidamente y rentablemente servicios basados en localización a sus abonados sin esfuerzos costos de desarrollo. Para aplicaciones del tipo MMS (Multimedia Message Services) se brinda aplicaciones tales como e-mail, descarga de audio y video, gráficos animados e intercambio de tarjetas o gráficos electrónicos con otros usuarios de dispositivos móviles. Los servicios de localización brindan información y funcionalidad basada en la posición del usuario

c) Servicios Avanzados basados en Localización por Orange.

Los servicios de localización avanzados, brindados por Orange proveen las siguientes características:

- Los clientes tendrán acceso a un rango de búsqueda y dirección “inteligente” de servicios, proporcionando una fácil navegación y buena visualización de información a cerca de locales como restaurantes, cajeros y lugares de entretenimiento.
- Los clientes tendrán un amplio rango de servicios de localización basados vía wap, web, texto y mensajería avanzada.
- Los clientes tendrán la capacidad de ver mapas interactivos, mostrando las direcciones requeridas y acceso a servicios tales como páginas amarillas.
- Los clientes podrán, experimentar juegos interactivos.

d) Plataforma miAware de MapInfo

MapInfo ha creado una nueva plataforma, específicamente diseñada para servicios basados en localización.

Esta plataforma, denominada MapInfo miAware usa como interfaz a la tecnología XML y una plataforma de servicios basada en web.

2.4.7 Proveedores de Aplicaciones y vendedores de Tecnologías de Localización

a) Vendedores de Tecnología de Localización

La tabla N° 2.6 provee un resumen de los proveedores de tecnología basada en localización, a los operadores inalámbricos existentes en USA.

TABLA N° 2.6: PROVEEDORES DE LOCALIZACIÓN POR TECNOLOGÍA [11]
(Fuente: IDC 2001),

Tecnología	Vendedor	Cliente/Trial (pruebas)
TDOA/AOA	TruePosition	Verizon, Telecorp
TDOA/AOA	SigmaOne	NA
TDOA	Cell-Loc	Nextel, Versión
TDOA/AOA	Allen Telecom	AT&T Wireless, Versión
RF	U.S. Wireless	Versión
A-GPS	Qualcomm/SnapTrack	Singular, Versión, Sprint PCS
A-GPS	SiRF	NA
E-OTD	Cambridge Positioning Systems (CPS)	VoiceStream

b) Proveedores para soluciones basadas en Red [11]

Se tienen a compañías tales como: Allen Telecom, Cell-Loc, SigmaOne y U.S. Wireless. Todas estas compañías están basadas en Norte América.

➤ Allen Telecom's Grayson Wireless División

Introdujo un sistema de ubicación basado en red, llamado Geometrix. El grupo de sistemas de localización inalámbrica, Geometrix, esta en el proceso de desarrollar una solución de localización llamada E911 para GSM en adición al sistema CDMA, TDMA, AMPS y la interfaz aérea inalámbricas iDEN [v], ya disponibles. El sistema principalmente usa tecnología TDOA, suplido con AOA, el cual es usado para mejorar la precisión y cobertura en áreas rurales. Una notable diferencia es que esta solución basada en red, no tiene conocimiento del originador de la llamada, excepto por la identificación del cell site y el canal siendo usado.

➤ **Cell-Loc (Times Three)**

Cell-Loc y su subsidiaria Times Three, intentaron desarrollar su propia red o sistemas basados en localización fuera de las redes de las operadoras. Cell-Loc ha firmado compromisos de marketing con SignalSoft y esta ya ha completado trials con Versión y Nextel.

Esta tecnología ha sido desarrollada para todas excepto GSM. Una desventaja de esta tecnología es que los dispositivos pueden únicamente ser localizados cuando ellos están en uso, porque el canal de voz es usado como el portador del servicio. Cell-Loc es el desarrollador de Cellocate, un conjunto de productos de localización inalámbricos que permiten los servicios basados en localización.

➤ **SigmaOne**

SigmaOne usa TDOA/AOA, y es un proveedor global de plataformas de localización móviles para operadoras de redes inalámbricas, vendedores de infraestructura y consumidores. Con sus socios, SigmaOne esta desarrollando aplicaciones que permitirán una precisa localización basada en red para el consumidor y mercados corporativos.

➤ **TruePosition**

TruePosition provee información basada en localización usando TDOA. TruePosition ha anunciado un trial con Versión Wireless en Manhattan. Otros trials incluyen su sistema de localización sobre redes TDMA con TeleCorp en New Orleans y el mercado CDMA de Bell Atlantic Mobile en Pennsylvania.

TruePosition ha probado soluciones CDMA, TDMA y AMPS y planea extender capacidades a iDEN y GSM.

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 Introducción

Para poder ofrecer servicios basados en localización debemos apoyarnos en:

- a) un sistema modular de plataformas, basado fundamentalmente en las plataformas LES [ac] y LCS [ab].
- b) Las tecnologías de localización adecuadas a la precisión requerida y al tipo de red.

El esquema de funcionamiento, de una manera sencilla, sería el siguiente: el módulo correspondiente del sistema hará uso de una metodología para obtener la localización del terminal móvil. Proveerá esta información a otro módulo del sistema, que la tratará convenientemente y la facilitará, en el formato solicitado, a las aplicaciones.

3.2 Arquitectura de la Plataforma de Localización

El diseño para el sistema de localización, será del tipo modular, compuesto por cuatro entidades funcionales cuya características principales son: flexibilidad, escalabilidad y alineable con los estándares de ETSI, 3GPP y LIF para redes GSM, GPRS y UMTS, y con J-STD-036-A y ANSI 41 D PN-4747 para redes TDMA, CDMA y CDMA 2000 1X, ver figura 3.1.

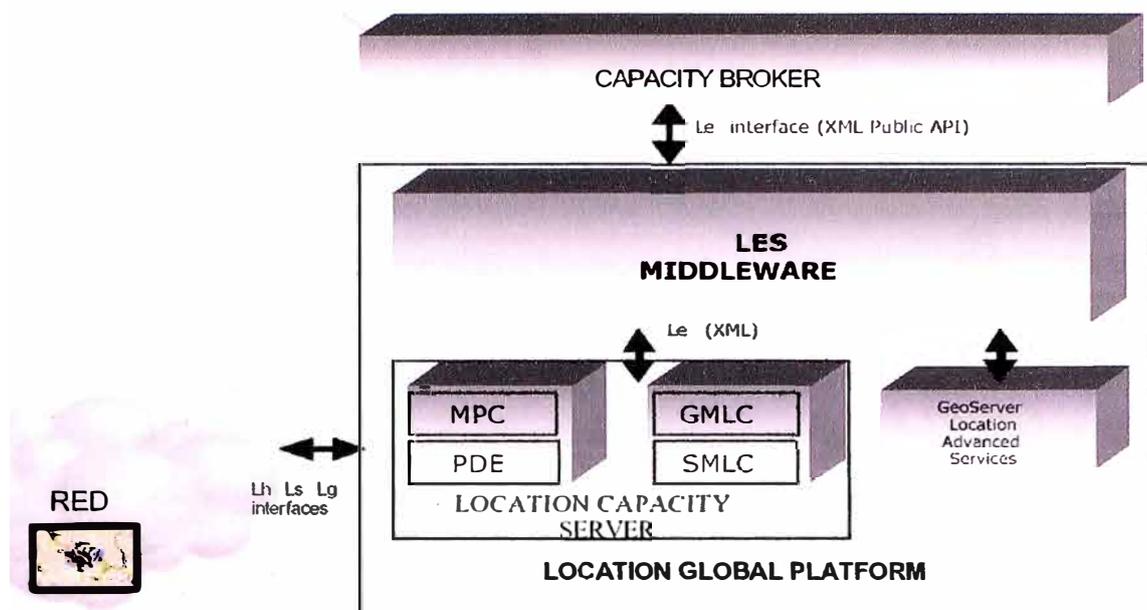


Fig. N° 3.1: PLATAFORMA DE LOCALIZACIÓN [4]

3.2.1 Servidor de Localización (LES: Location Enabled Server)

El LES es el dispositivo de mediación cuyo rol es importante en la estrategia de localización, además de ser un elemento independiente de las tecnologías de localización y del tipo de red subyacente. Este módulo se sitúa entre las aplicaciones y los elementos que interactúan con la red e implementan las tecnologías de localización, ofreciendo hacia ambos lados interfaces abiertas, estandarizadas o en fase de estandarización, ver figura 3.2.

A nivel funcional, el LES ofrece lo siguiente:

- Ofrece a las aplicaciones una única interfaz para el acceso de servicios (interfaz Le según 3GPP, MLP según LIF). Acceso abierto y seguro a la funcionalidad a través de un API público para aplicaciones.
- Garantiza seguridad de acceso al sistema desde las aplicaciones externas, pudiendo ser capaz de rechazar accesos maliciosos y no permitidos.
- Garantiza la privacidad de los usuarios a localizar (la ocultación del MSISDN garantizará el anonimato de los usuarios y evitará localizaciones indeseadas por otros).
- Ofrece diferentes calidades de servicio según las necesidades del cliente.
- Permite solicitudes combinadas de localización (solicitud de información relativa a la posición de varios usuarios a la vez incluso cada cierto periodo).

- Ofrece respuestas condicionadas a ciertos parámetros, por ejemplo: localizar usuarios de un determinado grupo más cercanos a un punto, localización repetida y sobre una ruta preestablecida algunos o todos los usuarios de un determinado grupo, localizar los elementos fijos de un determinado servicio más cercanos a un punto o zona dados, calcular rutas en función del tráfico o según los puntos de interés.
- Proporciona diferentes formatos en las respuestas, por ejemplo: coordenadas, calles, código postal, formato gráfico, mapa WEB, mapa WAP, etc.
- Genera y envía alarmas, registros de tarificación y registros estadísticos adaptándose a los protocolos y formatos de las redes.
- Ofrece una interfaz gráfica para la operación y mantenimiento del sistema.

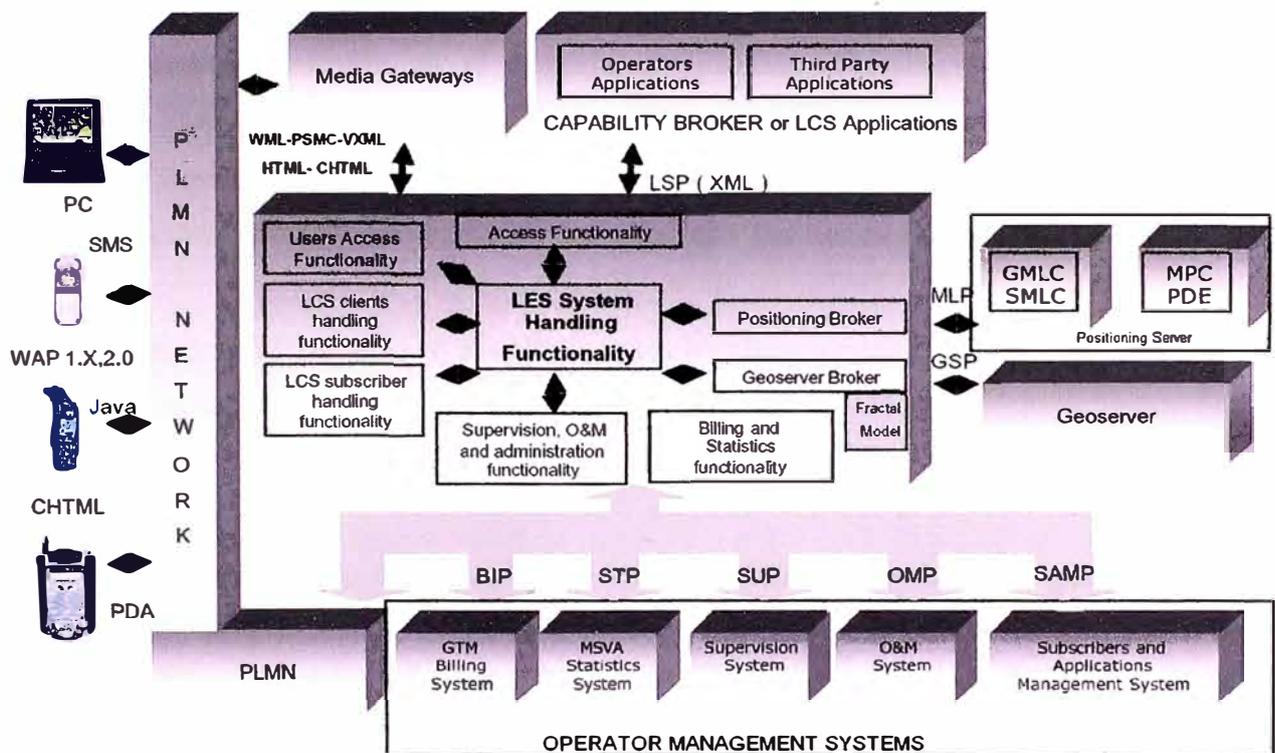


Fig. N° 3.2: SERVIDOR DE LOCALIZACIÓN (LES: LOCATION ENABLED SERVER) [4]

3.2.2 Subsistema GMLC-SMLC [o]

En lo principal, estas entidades definidas en el estándar GSM TS 02.71 se encargan de recibir las solicitudes de localización desde la entidad LES, de estimar el posicionamiento

(obtener las coordenadas) a partir de los datos que proporciona la red móvil mediante la metodología mas adecuada a la precisión requerida y de enviar la respuesta al LES.

El GMLC hace las funciones de Gateway con la unidad LES; recibe las solicitudes de localización y luego de verificar el perfil del usuario a localizar, las cursa por señalización MAP a través de la red hasta el SMLC. El SMLC calcula la posición y la transmite por señalización (siempre a través de la red) hacia el GMLC. EL GMLC devuelve a la LES la posición estimada.

3.2.3 Subsistema MPC-PDE [ah]

Este subsistema es similar al anterior pero para redes CDMA y su funcionalidad es básicamente la misma.

El MPC es una entidad análoga al GMLC definida en el estándar J-STD-036.

El PDE, entidad definida en el estándar J-STD-036. Subsistema de posicionamiento análogo al SMLC en redes CDMA. En las redes compatibles con este estándar la posición del móvil (precisión de celda) se transmite por ISUP a través de la red con lo que la posición podría progresarse hasta las aplicaciones sin necesidad de cálculos de posición previos.

En este sentido, el PDE sólo se emplearía para localizaciones con precisión alta (E-OTD y A-GPS) o en redes que no cumplan con el estándar J-STD-036.

3.2.4 GeoServer

Para la descripción de las localizaciones se utilizan coordenadas geográficas. Esta **información de posición** se transforma en **información de localización** al transformar las coordenadas en datos más legibles para el ser humano que definen lugares (mapas, nombres de calles, distritos postales, provincias, etc.).

Para que sea realizable la conversión de información de posición a información de localización, se requiere de:

- Una base de datos cartográfica donde se encuentran los datos ara hacer las consultas en las que el parámetro de entrada sean las coordenadas (x, y) y la respuesta sea un lugar.
- Un servidor georeferenciador o geoserver, que es la plataforma que realiza las consultas y tiene la “inteligencia” para manejar los datos geográficos. En consecuencia será un servidor de servicios avanzados de localización, tales como mapeo, geo-

referenciación directa e indirecta, gestión de puntos de interés, búsqueda de puntos de interés más próximos, integración con bases de datos externas para informaciones como tráfico, meteorología, etc.

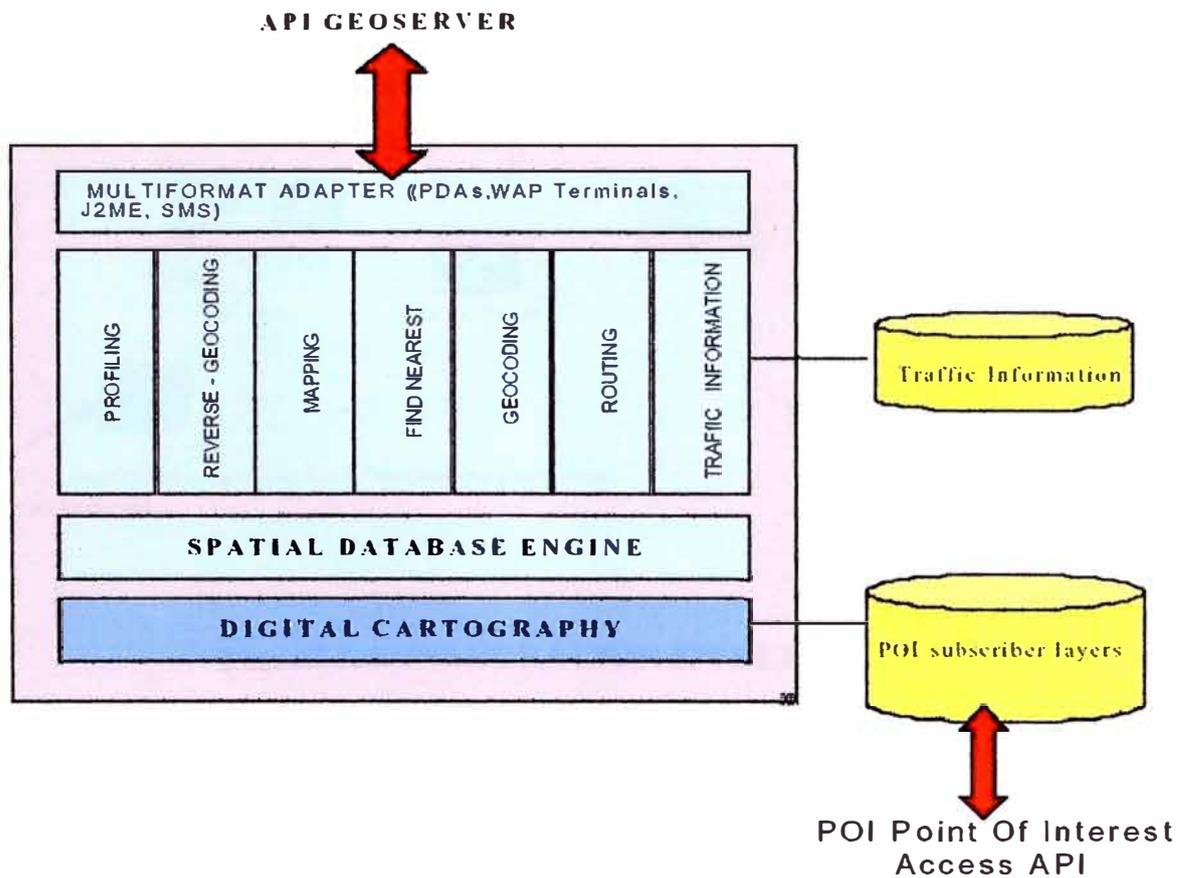


Fig. N° 3.3: GEOSERVER [4]

3.2.5 El Terminal

Las localizaciones con alta precisión, se fundamentan básicamente en metodologías que tienen un fuerte impacto no solo en la red, sino también y muy especialmente en el terminal. En el caso de E-OTD, el Terminal necesita una actualización software, y en caso de A-GPS también hardware.

3.2.6 Integración en red

A continuación en las figuras 3.4, 3.5 y 3.6, se muestran su integración en red, para el caso GSM y su evolución para UMTS, así como la estructura general para redes CDMA.

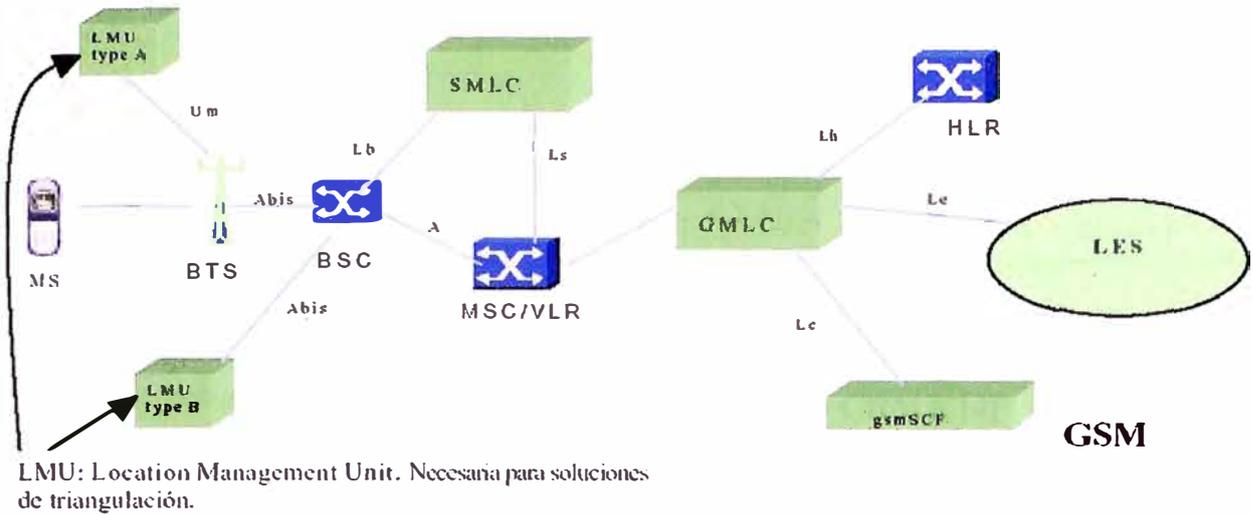


Fig. N° 3.4: INTEGRACIÓN EN RED GSM [4]

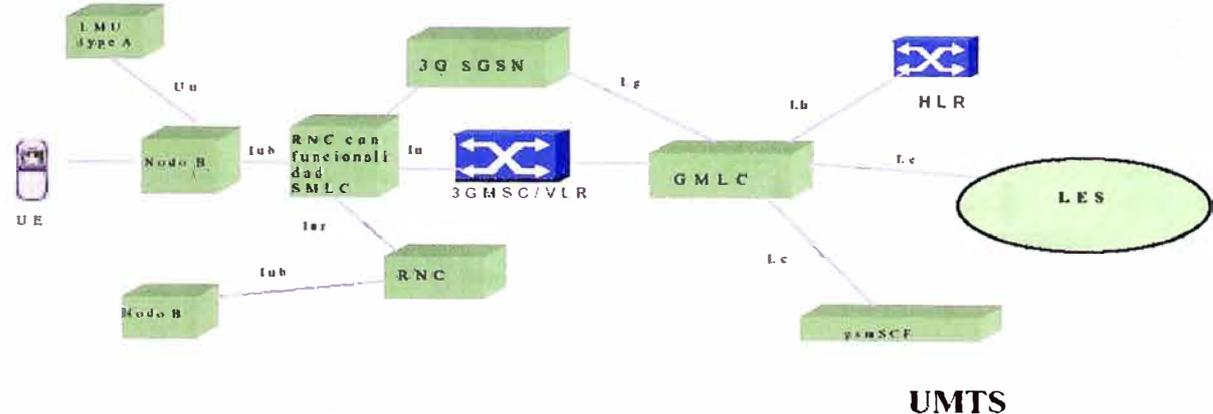


Fig. N° 3.5: INTEGRACIÓN EN RED UMTS [4]

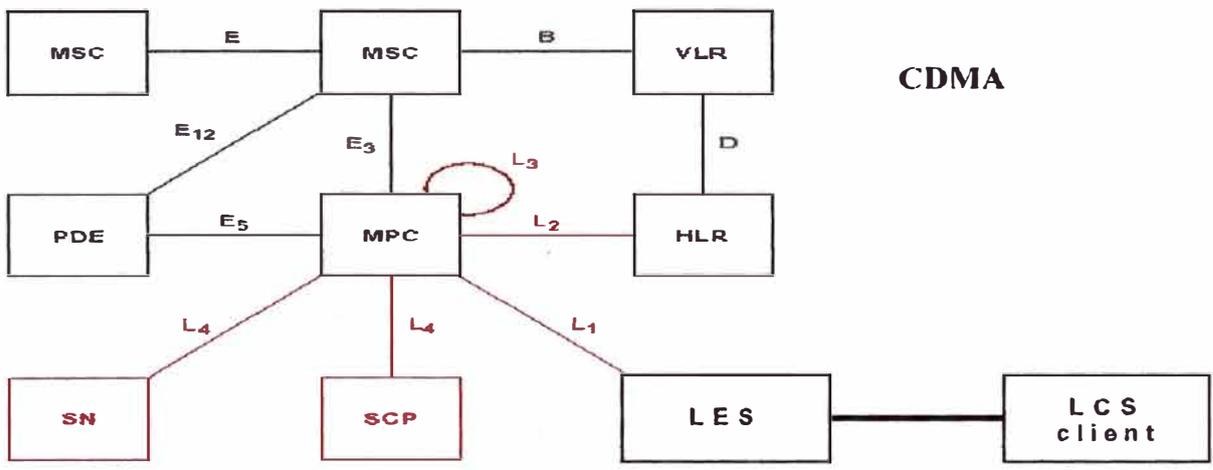


Fig. N° 3.6: INTEGRACIÓN EN RED CDMA [4]

3.2.7 Integración en la arquitectura de servicios

Esta arquitectura de localización deberá estar integrada en la Arquitectura de Servicios como una capacidad de servicio más, ver figura 3.7.

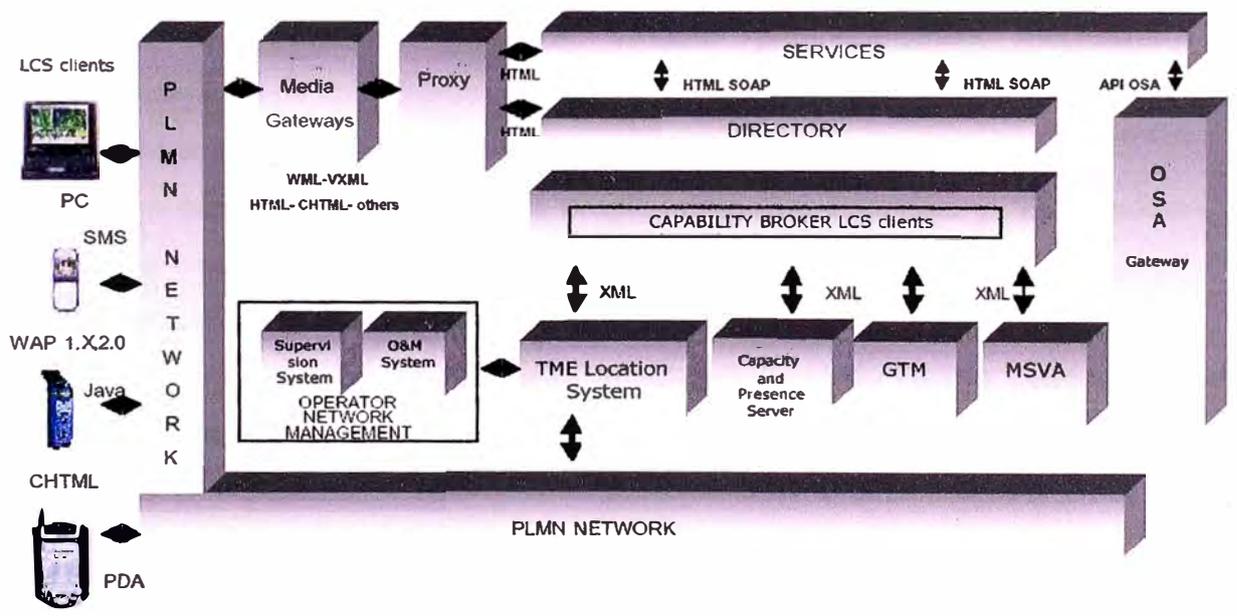


Fig. N° 3.7: INTEGRACIÓN EN LA ARQUITECTURA DE SERVICIOS [4]

3.3 Descripción de la plataforma de localización (Plataforma GPP)

Genasys ha desarrollado la plataforma middleware de posicionamiento, de nominada GPP (Genasys Positioning Platform). GPP es un conjunto de componentes de software que actúa de LES, permitiendo el uso de la información de posicionamiento de los terminales móviles en forma de servicios para aplicaciones de terceros. En resumen GPP es un servidor intermedio entre los sistemas de posicionamiento (GMLC / MPC) y las aplicaciones LBS de terceros, ver figura 3.8.

3.3.1 Características básicas

Las características clave de GPP son:

- a) solicitar y almacenar información de los sistemas de posicionamiento para la localización de terminales móviles.
- b) Interpretar y convertir dicha información en datos de localización útiles para aplicaciones de terceros.
- c) Administrar la base de datos de usuarios, supervisando preferencias y settings de localización por aplicación.
- d) Gestionar la seguridad y privacidad de los usuarios.
- e) Controlar el acceso a servicios y/datos proporcionando mecanismos de provisionamiento de aplicaciones a usuarios.
- f) Proporcionar información espacial y funcionalidad GIS.
- g) Integra un conjunto de componentes propios de posicionamiento y “habilitadores” de m-commerce para aplicaciones.
- h) Proveer información a los sistemas de facturación y O&M de la operadora.
- i) Proveer un acceso abierto y seguro a la funcionalidad de GPP a través de un API público para aplicaciones.
- j) Se integra con diferentes tecnologías de posicionamiento tales como: A-GPS, Cell-ID, E-OTD u otras.
- k) Optimización de uso del servidor de posicionamiento (GMLC/MPC) incorporando el Positioning Broker que reduce el uso de los recursos de posicionamiento.
- l) Soporte multicanal, permitiendo aplicaciones WAP, WEB y SMS.
- m) Control en los accesos a la información de localización según los derechos de autorización del usuario.

- n) Conjunto integrados de componentes propios de posicionamiento y habilitadores de m-commerce para aplicaciones, permitiendo funciones tales como localizar, buscar, seguir, generar mapas y otras funciones basadas en la localización.
- o) Cumple con estándares de mercado: GML, del Open GIS Foundation y LIF (Location Interoperability Forum).

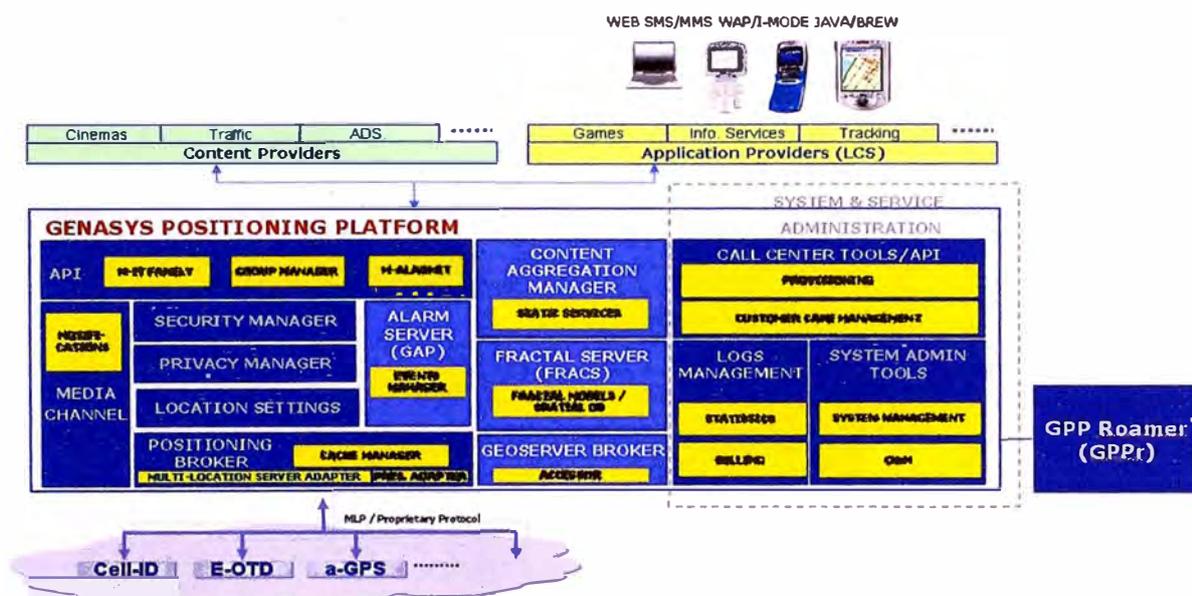


Fig. N° 3.8: PLATAFORMA DE LOCALIZACIÓN GENASYS GPP [4]

La plataforma de posicionamiento GPP posee un API público que permite el acceso abierto a su funcionalidad. Mediante peticiones HTTP, correctamente parametrizadas, las aplicaciones acceden a los servicios de GPP obteniendo respuestas en formatos XML.

Para ello, los servicios incluidos en el API público de la GPP para uso por aplicaciones externas, son:

- m-IT Family: Conjunto integrado de componentes propios de posicionamiento y “habilitadores” m-commerce para aplicaciones permitiendo funciones tales como localizar, búsqueda, seguimiento, generar mapas y otras basadas en la localización.
- Group Manager: Funciones relacionadas con el mantenimiento y administración de todos los recursos de las aplicaciones en el ámbito de usuarios, grupos, miembros y sus parámetros de localización. GPP administra grupos, subgrupos y miembros incluidos en las aplicaciones, a través del API público.

3.4 Descripción del servidor de localización (Servidor MPS-G 3.0)

El servidor de localización es el MPS-G 3.0 de la marca Ericsson. Esta basado en la tecnología Cell-ID mejorado con Timing Advance (TA). La arquitectura usada sigue el estándar creando un GMLC (GMPC) y un SMLC (SMPC).

La plataforma mediadora debe hacer peticiones de localización en el protocolo XML MPP 3.0 de Ericsson, ver figura 3.9.

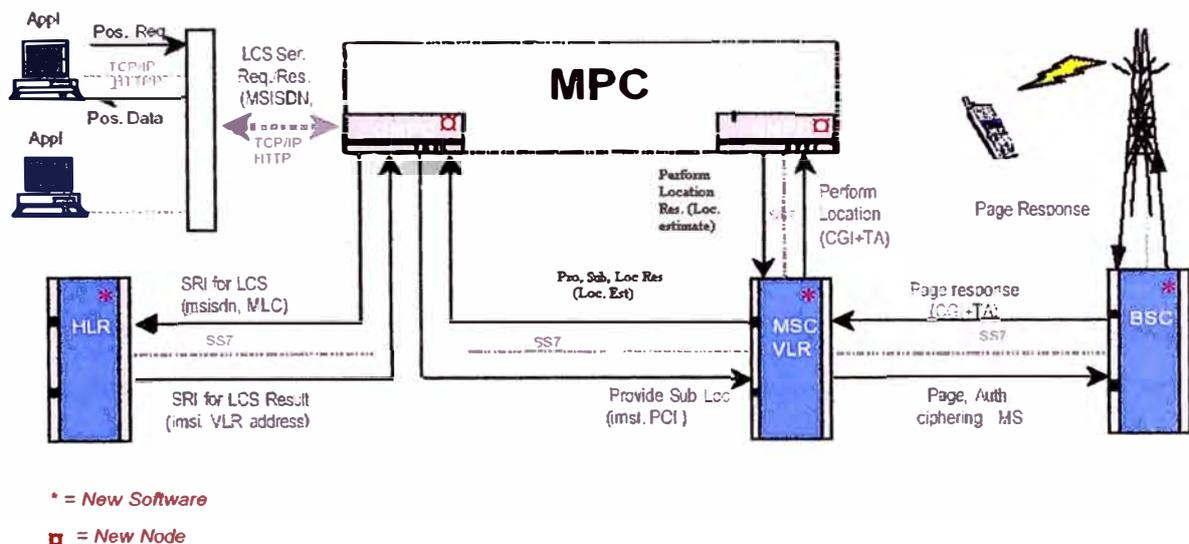


Fig. N° 3.9: SERVIDOR DE LOCALIZACIÓN MPS-G 3.0 ERICSSON [4]

3.5 Modelos de Servicio

Durante el proceso de servicio, se pueden distinguir los siguientes actores básicos:

- es localizable, con un Terminal móvil susceptible de ser localizado.
- Proveedor de localización, generalmente la operadora.
- Proveedor de servicios avanzados de localización. Emplea la información de localización para ofrecer servicios de valor añadido. En este campo podrán intervenir las operadoras como terceras partes (WASP).
- Clientes / usuarios del servicio (empresas o residencial).

En este sentido, es la operadora quien obtenga la información de localización del usuario, basándose en los elementos tecnológicos. Esta información será facilitada a los proveedores de servicio (internos o externos) para que construyan, a través de una

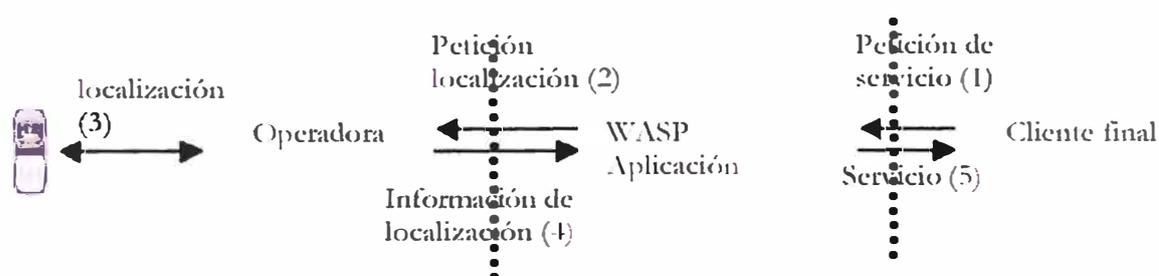
aplicación, los servicios de valor añadido basados en esta información de localización, los cuales dependiendo de su naturaleza, se ofrecerán a clientes como empresas o público residencial

El punto crítico en este modelo es la interfaz entre el proveedor de la información de localización y las aplicaciones. Sin embargo, al margen de otras consideraciones desde el punto de vista operativo, esto queda solucionado a través del API abierto que ofrece la entidad LES hacia las aplicaciones. Independientemente de que el proveedor del servicio sea interno (la propia operadora) o externo (WASP), se puede usar este API basado en el protocolo MLP recomendado por el LIF, actualmente implementado sobre HTTP.

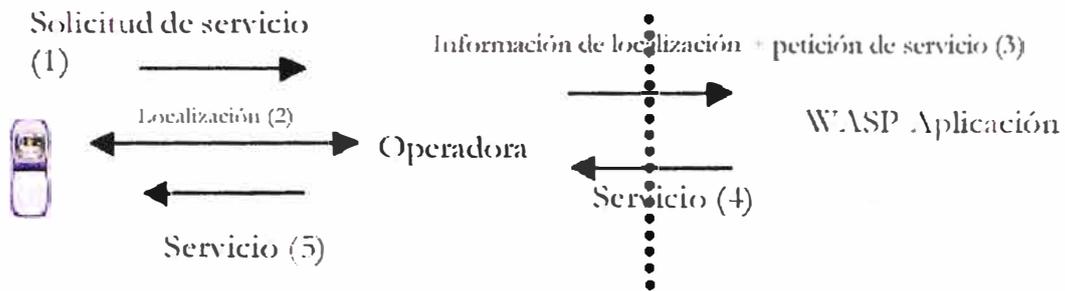
A continuación se describen algunos posibles escenarios.

3.5.1 Servicios ofrecidos por un WASP externo

En ambos modelos descritos abajo, el servicio es prestado por un WASP externo. En el primer caso, ver figura 3.10, tenemos un modelo PUSH, en el que la localización se solicita por parte de una entidad externa. El segundo caso es un modelo PULL, ver figura 3.11, donde se muestra una petición de localización por parte del propio usuario que solicita su propia localización.



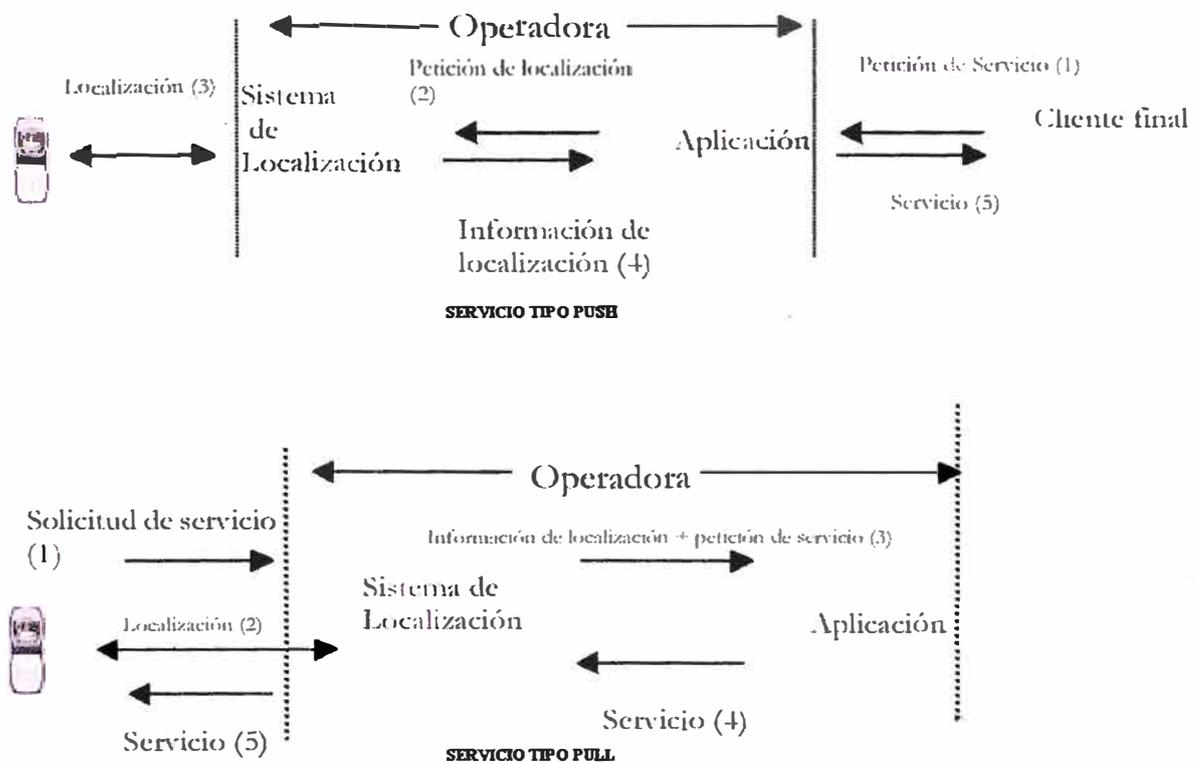
**Fig. N° 3.10: MODELO DE SERVICIO TIPO PUSH
(ofrecido por un WASP externo)**



**Fig. N° 3.11: MODELO DE SERVICIO TIPO PULL
(ofrecido por un WASP externo)**

3.5.2 Servicio ofrecido por el operador

Los modelos anteriores son aplicables aquí, pero asumiendo el papel de proveedor del servicio por parte de la operadora, ver figura 3.12.



**Fig. N° 3.12: MODELO DE SERVICIO TIPO PULL Y PUSH
(ofrecido por un operador)**

3.5.3 Servicios de emergencia

En este tipo de servicios, la localización es inducida por la propia red en el momento en que se produce la llamada al número de emergencia, ver figura 3.13.



Fig. N° 3.13: MODELO DE SERVICIO DE EMERGENCIA

3.6 Modelos de negocio

Cada uno de los modelos de servicios anteriores tendrán su correspondiente modelo de negocio, es decir lo principal para definir un modelo de negocio para estos servicios es concretar el rol del operador y clarificar a quien se cobra y por que tipo de concepto.

3.6.1 Rol de operador

El operador como facilitador y proveedor de la localización:

- Ofrece el parámetro de localización a un tercero (WASP).
- Define la interfaz con ese tercero.
- Factura por esa información de localización al tercero.
- Establece los mecanismos operativos, técnicos, comerciales y legales asociados.

El operador como proveedor también del servicio final:

- Define y ofrece el servicio.
- Lo integra en su oferta.
- Lo comercializa bajo su marca.
- Atención al cliente.

- Factura por servicio final.

3.6.2 ¿A quién se cobra?

- cobra a usuario por tipo de contenido, suscripción y/o uso. Ej.: búsqueda de amigos, puntos de interés, juegos.
- Cobro al ASP por coordenada y/o servicio. Ej.: gestión de flotas, fuerza de ventas.
- Cobro al proveedor de contenidos: Ej. Publicidad.
- Cobro a la Administración: Ej. Emergencias 112.
- Sin cobro: Ej. Facturación local.

3.6.3 ¿Qué se cobra?

- Por tiempo de uso. Duración, día de la semana, hora del día.
- Por volumen. Por caudal solicitado.
- Basado en el uso. Por localizaciones solicitadas.
- Por transacción. Localizaciones efectivas.
- Basado en la distancia. Facturación local.
- Basado en la calidad del servicio. Precisión, caudal, mapas.
- Según el valor percibido. Juegos vs. Emergencias.
- Combinación de los anteriores.

CAPÍTULO IV

RENTABILIDAD DEL PROYECTO

4.1 Resumen Ejecutivo

En el presente proyecto se plantea brindar el servicio de geolocalización mediante la red celular CDMA 1X, en todas aquellas zonas donde exista cobertura celular de estaciones base y/o repetidores celulares ya existentes, comprendidas en el departamento de Lima.

En este sentido, el servicio de localización estaría básicamente focalizado en:

- Servicios de localización, en tramos de carretera Panamericana Norte Lima-Paramonga y Sur Lima-Cañete, así como tramos de carretera central Lima-Matucana.
- Servicios de localización en lima metropolitana.
- No se brindaría servicios de localización de ambientes de interior.

4.2 Herramientas utilizadas y Criterios asumidos

Las fuentes y herramientas base, que han servido como punto de partida son los siguientes:

- Base de datos poblacional proporcionada por el INEI, que incluye relación de centros poblados (ccpp's) y población estimada al año 2005.
- Así mismo, la base de datos del INEI, contiene información como clasificación y categoría del ccpp, es decir rural, urbano y/o anexo, barrio, caserío, ciudad, etc. respectivamente.
- Software predictivo de cobertura celular PSIC, que permite identificar a los ccpp's que tendrían cobertura celular.

Se han asumido los siguientes criterios para estimar los ingresos:

- Porcentaje de penetración del servicio de localización de 1.2%.
- Costo promedio de US\$ 0.09 (incluye IGV) para el servicio de SMS. Este costo es el promedio del ofrecido por la empresa Telefónica Móviles S.A., ver figura 4.1.

Tarifas SMS (Mensajes de Texto) y MMS (Mensajes Multimedia)
Mensajes enviados a Movistar, Tim, Ex-Comunicaciones Móviles y Nextel.

⇒ **(SMS) Mensajes de Texto - Postpago**

Tarifas en US\$ Con IGV	0,08
Tarifas en S/.* Con IGV	0,27

⇒ **(SMS) Mensajes de Texto - Control y Prepago**

Tarifas en US \$ Con IGV	0,10
Tarifas en S/.* Con IGV	0,36

* Los Montos en soles son calculados de acuerdo al tipo de cambio 3.358 Nuevos Soles por Dólar, vigente al 01 de Septiembre de 2004. Con posterioridad a esa fecha, el precio final en nuevos soles se determinará de acuerdo al artículo 1237 del Código Civil.

Fig. N° 4.1: COSTOS DE SMS EN TELEFÓNICA MOVILES.

- Considerando que para la red de localización propuesta, se tiene 2 tipos de clientes diferentes, es decir el cliente localizador y el cliente localizado. De esta manera, el localizador tiene una conexión de datos por paquete equivalente a 30Kb y el localizado tiene una conexión de datos equivalente a 4.5 Kb.
- De acuerdo a lo anterior, se tiene un costo promedio de datos por paquete equivalente a US\$ 0.001 (incluye IGV) por Kb., ver figura 4.2, el cual fue asumido como un promedio aproximado a los actualmente ofrecidos por la empresa Telefónica Móviles S.A.

Movistar - Microsoft Internet Explorer provided by Compaq

movistar *Telefonos*

Tarifas Tráfico de Datos por Paquetes

→ Tarifas en US\$

Plan	Cargo Fijo US\$ (con IGV)	MB libres	Equivalencia en KB libres	Precio x MB Referencial US\$ con IGV	MB Adicional		Equivalencia Kb Adicional	
					HN US\$ con IGV	HR US\$ con IGV	HN US\$ con IGV	HR US\$ con IGV
Plan D-CF20	20	15	15 360	1.33	2.00	1.00	0.0020	0.0010
Plan D-CF30	30	25	25 600	1.20	1.80	0.90	0.0018	0.0009
Plan D-CF40	40	35	35 840	1.14	1.60	0.80	0.0016	0.0008
Plan D-CF50	50	50	51 200	1.00	1.40	0.70	0.0014	0.0007
Plan D-CF60	60	75	76 800	0.80	1.20	0.60	0.0012	0.0006
Plan D-CF90	90	150	153 600	0.60	1.00	0.50	0.0010	0.0005
Plan D-CF150	150	500	512 000	0.30	0.80	0.40	0.0008	0.0004
Plan D-CF200	200	1000	1 024 000	0.20	0.50	0.25	0.0005	0.0002

→ Tarifas en S/.*

Plan	Cargo Fijo S/. (con IGV)	MB libres	Equivalencia en KB libres	Precio x MB Referencial S/. con IGV	MB Adicional		Equivalencia Kb Adicional	
					HN S/. con IGV	HR S/. con IGV	HN S/. con IGV	HR S/. con IGV

Fig. N° 4.2: COSTOS DE KB DE DATOS POR PAQUETE EN TELEFÓNICA MOVILES

4.3 Ingresos considerados en el proyecto

De acuerdo a los criterios asumidos en el apartado anterior, se obtiene un ingreso anual estimado de US\$ 709 K, con una distribución de ingresos indicada en la tabla N° 4.1.

TABLA N° 4.1: INGRESOS ESTIMADOS POR PROVINCIA

PROVINCIA	DISTRITO	INGRESO ANUAL
BARRANCA	BARRANCA	4,988
	PARAMONGA	2,752
	PATIVILCA	1,279
	SUPE	1,735
	SUPE PUERTO	1,091
Total BARRANCA		11,846
CAÑETE	ASIA	356
	CERRO AZUL	569
	CHILCA	1,427
	IMPERIAL	3,209

	LUNAHUANA	456
	MALA	1,993
	QUILMANA	1,200
	SAN ANTONIO	310
	SAN LUIS	1,008
	SAN VICENTE DE CA-ETE	3,578
Total CAÑETE		14,106
HUARAL	CHANCAY	3,532
	HUARAL	7,902
Total HUARAL		11,434
HUAROCHIRI	MARIATANA	361
	SAN ANTONIO	192
	SAN BARTOLOME	99
	STA.CRUZ DE COCACHACRA	231
	SURCO	177
Total HUAROCHIRI		1,060
HUAURA	HUACHO	4,961
	HUALMAY	944
	HUAURA	2,878
	SANTA MARIA	1,036
Total HUAURA		9,818
LIMA	ANCON	2,281
	ATE	30,857
	BARRANCO	4,710
	BREÑA	10,422
	CARABAYLLO	12,341
	CHACLACAYO	4,169
	CHORRILLOS	25,135
	CIENEGUILLA	1,042
	COMAS	46,836
	EL AGUSTINO	17,841
	INDEPENDENCIA	21,304
	JESUS MARIA	7,593

LA MOLINA	9,062
LA VICTORIA	26,277
LIMA	39,431
LINCE	7,290
LOS OLIVOS	26,426
LURIGANCHO	11,611
LURIN	3,969
MAGDALENA DEL MAR	5,671
MAGDALENA VIEJA	8,578
MIRAFLORES	10,090
PACHACAMAC	2,299
PUCUSANA	490
PUENTE PIEDRA	11,908
PUNTA HERMOSA	380
PUNTA NEGRA	275
RIMAC	21,977
SAN BARTOLO	383
SAN BORJA	11,577
SAN ISIDRO	7,298
SAN JUAN DE LURIGANCHO	67,526
SAN JUAN DE MIRAFLORES	32,820
SAN LUIS	5,665
SAN MARTIN DE PORRES	44,060
SAN MIGUEL	13,609
SANTA ANITA	13,744
SANTA MARIA DEL MAR	21
SANTA ROSA	452
SANTIAGO DE SURCO	23,251
SURQUILLO	10,247
VILLA EL SALVADOR	29,495
VILLA MARIA DEL TRIUNFO	30,527
Total LIMA	660,941
Total general	709,204

4.4 Inversiones (CAPEX) considerados en el proyecto.

Las inversiones estimadas se detallan en la tabla N° 4.2.

TABLA N° 4.2: CAPEX DEL PROYECTO

CAPEX PROYECTO LOCALIZACIÓN	
ITEM	MONTO US\$ (LOCAL)
PDE (pago por única vez)	150,000
GESTIÓN DEL PROYECTO	13,000
CAPACITACIÓN	6,000
DESARROLLO INFORMÁTICO	200,000
SERVIDOR REPLICADOR	40,000
TOTAL CAPEX	409 K

4.5 Gastos (OPEX) considerados en el proyecto.

Los gastos estimados se detallan en la tabla N° 4.3.

TABLA N° 4.3: OPEX DEL PROYECTO

OPEX PROYECTO LOCALIZACIÓN	
ITEM	MONTO US\$ (LOCAL)
Mantenimiento por 1'200 K localizaciones	100,000
Gestión, operación y actualizaciones	88,000
TOTAL CAPEX	188 K

4.6 Rentabilidad del proyecto.

De acuerdo a los resultados estimados de los ingresos anuales en US\$ 709 K y los gastos de operación (OPEX) anuales del orden de US\$ 188 K, se tiene un costo anual del proyecto aproximado de US\$ 521 K.

Dado que el monto de las inversiones (CAPEX), es menor al costo anual del proyecto, se puede concluir que en un periodo menor a 1 año se estaría recuperando prácticamente el valor total de las inversiones, por lo que el servicio de geolocalización sería rentable.

CONCLUSIONES

1. Las plataformas de localización proveen modularidad y capacidad de integración, ya que pueden convivir sobre cualquier MPC. Esto conllevaría a una evolución prácticamente automática hacia tecnologías de más alta precisión como A-GPS o a otro sistema de obtención de localización, con lo cual las aplicaciones funcionarían de la misma forma.

Así mismo la plataforma de posicionamiento de Genasys, tiene capacidad para integrarse con el sistema de facturación del operador para tarificar eventos, registrar y/o crear CDR.

2. Las capas admiten desarrollos nuevos, con lo cual el operador o terceros puedan desarrollar sobre el mismo middleware. Esto significa que las capas de las aplicaciones son independientes de las técnicas de geolocalización tales como Cell-ID, E-OTD, A-GPS, etc. y también independiente de cartografías como Maptel, TeleAtlas, Navtech, etc.

3. La integración de canales tales como Voz, SMS, WAP y WEB, lo hacen más aún más eficiente dado que: la Voz actúa como interfaz universal para todos los clientes, SMS actúa como interfaz más económico con alta penetración en ciertos segmentos, WAP actúa como interfaz líder en aplicaciones empresariales y WEB para casos donde los clientes se encuentren en puestos fijos.

4. Como valor agregado a nivel funcional de la plataforma LES, se tiene al ALP (Advanced Location Protocol) cuyos componentes permiten ampliar la funcionalidad de la plataforma LES, con lo cual se pueden ofrecer soluciones avanzadas de localización tales como: información de presencia del terminal (apagado, encendido, etc.), generación de alarmas en base al estado del terminal, etc.

5. Los diversos servicios de localización permitirían generar mayores ingresos para la operadora así como una herramienta para el apalancamiento de nuevas inversiones y por consiguiente aumentar la penetración del mercado celular en otros sectores.

ANEXO A

GLOSARIO DE TERMINOS

- a) **3GGP:** 3rd Generation Partnership Project.
- b) **AMPS:** Advanced Mobile Phone System.
- c) **BPSK:** BiPhase Shift Keying.
- d) **BSS:** Base Station System
- e) **CAPEX:** Capital Expenditure.
- f) **CDMA:** Code Division Multiple Access.
- g) **CDMA2000 1xEV-DO:** Evolution Data Optimized from standard wireless 3G (CDMA2000)
- h) **CELL-ID:** Cell Identification.
- i) **EIA:** Electronic Industries Alliance.
- j) **ETSI:** European Telecommunications Standards Institute.
- k) **FCC:** Federal Communications Commission.
- l) **FTP:** File Transfer Protocol.
- m) **FORWARD CHANNEL:** Canal de radio en trayecto de estación base al terminal móvil.
- n) **GIS:** Geographic Information System.
- o) **GMLC:** Gateway Mobile Location Centre.
- p) **GPRS:** General Packet Radio Service.
- q) **GPS:** Global Positioning System.
- r) **GSM:** Global System for Mobile Communications.
- s) **HADAMARD:** Matriz de orden N usada para la generación de códigos walsh.
- t) **HLR:** Home Location Register.
- u) **HTTP:** Hyper Text Transfer Protocol.

- v) **iDEN:** Integrated Digital Enhanced Network.
- w) **IS-95:** Standard mínimo recomendado para performance del sistema celular.
- x) **IS-801:** Estándar para el servicio de determinación de posición, para sistema de espectro ensanchado en modo dual.
- y) **IS-835:** Estándar IP para redes inalámbricas cdma2000. Este estándar define las capas de red y transporte, que una red cdma2000 usa para transporte y administración de tráfico de datos por paquete.
- z) **IS-856:** Especificación de interfaz aérea para datos por paquete a alta velocidad en cdma2000.
- aa) **IS-2000:** Interim Standard 2000 (2da generación de la tecnología CDMA)
- ab) **LCS:** LoCation System / Location Capability Server.
- ac) **LES:** Location Enabling Server.
- ad) **LIF:** Location Interoperability Forum.
- ae) **LMU:** Location Management Unit.
- af) **MPC:** Mobile Positioning Centre.
- ag) **OPEX:** Operational Expenditure.
- ah) **PDE:** Position Determining Entity.
- ai) **QoS:** Quality of Service.
- aj) **QPSK:** Quadrature Phase Shift Keying.
- ak) **REVERSE CHANNEL:** Canal de radio en trayecto del terminal móvil a la estación base.
- al) **SMLC:** Serving Mobile Location Centre.
- am) **Soft handoff:** Cambio de canal de piloto de una estación base a otra, estando por lo menos en cobertura de otra estación base.
- an) **Softer handoff:** Cambio de canal de piloto dentro de la cobertura de una misma estación base.
- ao) **SS7:** Signaling System 7.
- ap) **Tch:** Canal de Tráfico.
- aq) **TDMA:** Time Division Multiple Access.
- ar) **TELNET:** Nombre de un protocolo y del programa informático que implementa el cliente, que sirve para acceder mediante una red a otra máquina, para manejarla como si estuviéramos sentados delante de ella.
- as) **TIA:** Telecommunications Industry Association.

- at) UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System.
- au) VLR:** Visitor Location Register.
- av) Walsh Code:** Familia de códigos ortogonales ampliamente usados para transmisiones CDMA.
- aw) WAP:** Wireless Application Protocol.
- Ax) WCDMA:** Wide-band CDMA. Protocolo CDMA originado por NTT DoCoMo y ahora adoptado por el organismo ETSI para 3ra generación en Europa.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Motorola. “Cdma RF Planning Guide”, 2002.**
2. **Nortel Networks. “Cdma2000 1X Network Overview”, 2003.**
3. **Nortel Networks, “Cdma2000 1xEV-DO System Overview”, 2004.**
4. **Telefónica Móviles, “Localización Guide”.**
5. **The Forrester Report. “Shurcuts to Mobile Location Services”, 2001.**
6. **OenWave, “Overview of Location Technologies”, 2002.**
7. **Alker, David. “Location-based Services” SRI Consulting Business Intelligence, 2001.**
8. **Chandra Agrawal, Sharad. “Location Based Services” Tata Consultancy Services, 2003.**
9. **M. Djuknic Goran & E. Richton Robert, “Geolocation and Assisted GPS” Bell Laboratories – Lucent Technologies.**
10. **Bryant, Rod. “Assisted GPS – Using Cellular Telephone Networks for GPS Anywhere” by GPS World, 2005.**
11. **Nelsen, Callie. “Wireless Location-Based Services Update: Market Forecast and Analysis, 2000-2005” IDC Consulting Inc., 2001.**
12. **Frost & Sullivan. “Mobile Location Based Services”, 2004.**