

**Instituto Costarricense  
de Electricidad, ICE**

00000310



---

RESUMEN EJECUTIVO:  
INFORME TECNICO SOBRE USO Y  
DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES  
DEL ICE

Gestión Sectorial, Subgerencia de Telecomunicaciones

Agosto

2009

## Indice

RESUMEN .....	3
CONSIDERACIONES DE LA UIT-R .....	4
TOPES EN EL ESPECTRO (EVITAR LA PARTICIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS).....	5
SISTEMAS DEL ICE EN LA BANDA DE 850 MHZ .....	8
SISTEMAS EN LA BANDA DE 1800 MHZ .....	13
SISTEMAS EN LA BANDA DE 2100 MHZ .....	19
POSIBILIDAD DE SOLUCIONES EN OTRAS BANDAS.....	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	22
FIGURA 1. NECESIDAD INICIAL DE 2X20 MHZ (COMO MÍNIMO), PARA LA EVOLUCIÓN.....	5
HACIA LTE DE OPERADORES DE 2G Y 3G.....	5
FIGURA 2. MAPA CITEL DE LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA HACIA LTE CON 20 MHZ.....	6
FIGURA 3. NECESIDAD DE MAYOR ESPECTRO CONTINUO PARA LOS OPERADORES.....	7
FIGURA 4. SITUACIÓN ACTUAL Y PLANIFICADA DE LA BANDA 850 MHZ .....	9
TABLA 1 :RESUMEN DE INVERSIONES EN LA BANDA 850 MHZ.....	12
FIGURA 5. SITUACIÓN ACTUAL LA OCUPACIÓN DE LA BANDA DE 1800MHZ.....	13
TABLA 2: OCUPACIÓN EN SISTEMAS GSM .....	13
FIGURA 6. PLAN DE EVOLUCIÓN DE SERVICIOS PARA LA BANDA 1800 MHZ.....	15
FIGURA 7. RECONFIGURACIÓN DE SERVICIOS DE ALCATEL Y ERICSSON .....	15
EN LAS SUB-BANDAS A Y B DE 1800 MHZ .....	15
FIGURA 8. RECONFIGURACIÓN DE SERVICIOS DE ERICSSON .....	15
EN UN NUEVA SUB-BANDA DE 2X20 MHZ EN 1800 MHZ.....	15
TABLA 3: RESUMEN DE INVERSIONES EN LA BANDA 1800 MHZ.....	18
FIGURA 9. BANDA 2100 MHZ ASIGNADA AL ICE EXCEPTO LA PORCIÓN AZUL.....	19
TABLA 4: ENLACES RURALES Y DE ENERGÍA EN LA BANDA 2100 MHZ.....	20
FIGURA 10. PLAN INICIAL QUE PODRÍA FUNCIONAR PARA NUEVOS SISTEMAS CELULARES EN LA BANDA 2100 MHZ COEXISTIENDO CON SISTEMAS DE MICRO-ONDAS DEL ICE EN LA PARTE SUPERIOR DE LA BANDA .....	21

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE****RESUMEN**

El ICE bajo la concesión especial que poseía, ha utilizado diversas bandas para brindar los servicios a los costarricenses.

Antes las bandas en 850 MHz estuvieron asignadas a sistemas fijos y luego la normativa los evolucionó a móviles. Bajo este mismo principio actuó el ICE con su primer sistema analógico celular.

La banda de 1700-1900 MHz también era recomendada por la UIT para sistemas fijos de microondas y el ICE así la usó hasta finales de los años 90, cuando empezó a reasignar dicha banda para el sistema GSM.

La banda de 2100 MHz, aun posee recomendaciones de la UIT para su uso en microondas fijas. Sin embargo por nuevas recomendaciones que fueron madurando en la UIT desde la CMR 2003, se continuó con la identificación de nuevas bandas celulares, reconociéndosele como una candidata a futuro.

Debido a la evolución tecnológica que han tenido las bandas y al mandato que ha tenido el ICE de procurar todos los servicios de telecomunicaciones a los costarricenses, varias de las bandas estandarizadas para sistemas celulares a nivel mundial por la UIT-R y que son las bandas del presente y del futuro celular, están asignadas al ICE, tales como 824-849 MHz, 869-902 MHz, 1700-1990 MHz, y 2110-2200 MHz.

El cortoplacismo visto por los reguladores de algunos países, ha contraído la competencia entre operadores sobre verdaderos servicios avanzados celulares, pues les han asignado pequeñas porciones de espectro cercanas a los 5 o 10 MHz.

La GSM association "GSMA"<sup>1</sup>, le ha recomendado a los reguladores del mundo, evitar particiones y topes de espectros, al instante que recomiendan que los operadores deben tener como mínimo, dos porciones de 20 MHz, para las redes celulares, y así atender el avance acelerado de los multimedios, la voz y los datos.

El ICE debió resarcir por un monto de \$2,5 Millones la banda de 1900 MHz. Esto permitió tener la reserva para sistemas celulares avanzados que se ofrecen hoy en el mercado.

La estrategia del ICE en el pasado, fue la de desarrollar sus redes celulares haciendo uso óptimo de los recursos financieros, es decir adquiriendo redes más baratas y con menor énfasis en los recursos del espectro. Esto llevó a adquirir redes diferentes e independientes en cada Sub-banda. Lo anterior nos llevó a utilizar celdas celulares en diferentes frecuencias que permiten evitar interferencias, con menor cantidad de filtros y más baratas.

Hoy en día, no solo se ha logrado un uso óptimo de los recursos financieros, sino que a partir de la escogencia de tecnología de punta, también se logrará un uso óptimo bit/Hz en las redes adquiridas.

---

<sup>1</sup> GSM association: Organismo internacional en telecomunicaciones, que alberga a más de 950 operadores a nivel mundial y más de 3000 millones de usuarios

## INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE

**CONSIDERACIONES DE LA UIT-R**

La CAMR-92<sup>2</sup> identificó las bandas 1885–2025 MHz y 2110–2200 MHz (230 MHz de espectro) atribuidas al servicio móvil para su posible uso a nivel mundial por las administraciones que deseen implementar los sistemas IMT-2000 mencionados en la nota 5.388. Además, la CMR-2000<sup>3</sup> identificó la banda 806–960 MHz mencionada en la nota 5.317A y las bandas 1710–1885 MHz y 2500–2690 MHz de la nota 5.384A con miras a su posible uso para sistemas IMT<sup>4</sup>. Por último, en la CMR-2007 se identificaron bandas adicionales como la de 450 MHz y la de 700 MHz, como las candidatas propicias para desarrollar servicios IMT-Avanzados, con un único estándar a nivel mundial. **"Cada administración decidirá cuáles serán las partes de las bandas identificadas que utilizarán para las IMT."**

---

<sup>2</sup> Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT-R

<sup>3</sup> Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT-R

<sup>4</sup> IMT: International Mobile Telecommunication, es un término general que incluye los sistemas IMT-2000, o "3G", y los sistemas IMT-Avanzados, o "4G"

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

**TOPES EN EL ESPECTRO (EVITAR LA PARTICIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS)**

Se ha propuesto por parte de la industria móvil en diferentes foros, tales como la CITE<sup>5</sup> y GSMA<sup>6</sup>, que se deben dar espacios continuos de frecuencias (mínimo de 2x20 MHz), para lograr eficiencia en la prestación de servicios de datos y entretenimiento, entendidos como servicios de multimedios. La Figura siguiente, muestra esta tesis.

- Los operadores móviles que despliegan sus servicios bajo topes estrechos (<100MHz en total) deben incurrir en costos mas altos para ofrecer una cartera de servicios completa.
  - CapEx y OpEx se incrementan por la necesidad de dividir sus celdas para hacer frente a la congestión del trafico de datos en sus redes.
- Las nuevas tecnologías de banda ancha son mas eficientes en el uso del espectro pero están diseñadas para trabajar sobre anchos de banda mas grandes que los previstos por los topes de espectro actualmente.
  - Las tecnologías FDD de banda ancha requieren hoy en día como mínimo tres portadoras de 5MHz para la transmisión y otras tres para la recepción, es decir 15+15=30MHz mínimo por operador.
  - LTE por ejemplo necesita de 2x20MHz contiguos para lograr la máxima eficiencia y velocidad que da esta tecnología OFDMA.



**Figura 1. Necesidad Inicial de 2x20 MHz (como mínimo), para la evolución hacia LTE de operadores de 2G y 3G**

La CITE<sup>5</sup> en el último congreso de GSMA, en el marco de la evolución tecnológica, denota la necesidad de anchos de banda de 20 MHz para la tecnología de mayor avance Long Term Evolution "LTE".

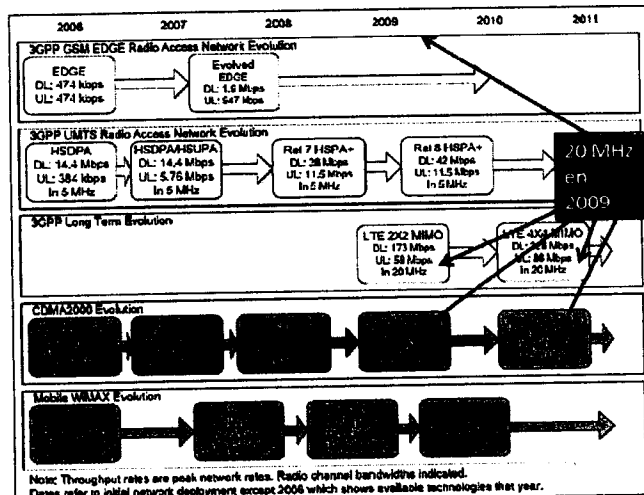
<sup>5</sup> Comisión Interamericana de Telecomunicaciones "CITE"

<sup>6</sup> Asociación mundial GSM (GSM Association)

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**



**Evolution of wireless technologies**



Source: 3GPP

Inter-American Telecommunication Commission (CITEL)

**Figura 2. Mapa CITEL de la evolución tecnológica hacia LTE con 20 MHz.**

La tesis anterior guía la planificación y consecuente adquisición de redes para que sean compatibles con transceptores de 20 MHz, por lo que obliga que las Sub-bandas de operación también estén planificadas en porciones de 2x20 MHz como mínimo. Para esto se deben hacer arreglos de Sub-bandas de este tamaño en las bandas de 700, 850, 900, 1800 y 2100 MHz, por operador.

Es ineficiente para un operador, que se le segmente la asignación de espectro con espacios  $n \times 5$  MHz en diferentes bandas, ya que esto le impide desarrollar servicios de banda ancha y consecuentemente se le obliga a incrementar el CapEx y OpEx. Debe notarse que la evolución de 3G hacia LTE, ya esta planificada en varios países para el 2010, con al menos espacios de  $2 \times 20$  MHz, para funcionar eficientemente en banda ancha.

También hay que tomar en cuenta que los servicios de multimedia están evolucionando aceleradamente de la comunicación entre personas hacia la comunicación de personas a máquinas y de máquina a máquina. Una comunicación a una máquina puede ser, por ejemplo, una comunicación a un servidor de entrenamiento o a un servidor de localización que visualiza diferentes mapas con diferentes contenidos para un usuario o para otra máquina y que requiere de transferencia de millones de bits.

De acuerdo con la GSMA se necesitara en un corto plazo, de 3 veces más espectro del que tienen asignados los operadores el día de hoy, para brindar los nuevos servicios de 3G y tecnologías superiores. Esto depende de los mE/suscriptor, ARPU/país, etc. La figura siguiente previene sobre esta necesidad de suficiente espectro por operador.

### INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE

Los operadores van a necesitar contar con tres veces mas espectro del que tienen hoy día

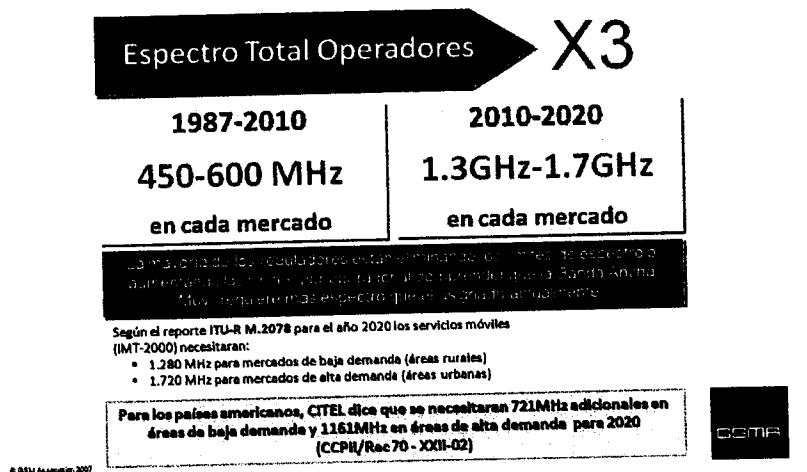


Figura 3. Necesidad de mayor espectro continuo para los operadores

## SISTEMAS DEL ICE EN LA BANDA DE 850 MHz

### Situación Actual

El ICE en la actualidad tiene en la banda celular de 850 MHz, 25 MHz en la parte baja y cerca de 30 MHz en la parte alta, para un total aproximado de 55 MHz. Como los sistemas celulares requieren de simetría en su banda de subida y bajada, solo se emplean 25 MHz de subida y 25 MHz de bajada, entendiéndose estos términos técnicos como 2 x 25 MHz.

Al presente, la banda de 850 MHz se encuentra ocupada con usuarios de sistemas TDMA, tecnología "de segunda generación", que representa el paso de analógico a digital en telefonía móvil celular.

Cuando el sistema TDMA inicio su operación, utilizó la Sub-banda A con equipo de la marca Lucent y la Sub-banda B con equipo de la marca Ericsson. Estos sistemas se encuentran en vía de obsolescencia y en un plan de migración hacia 3 G y GSM, el cual se tiene en programa para iniciarse en diciembre del 2009 y completarse en diciembre del 2011.

El sistema creció hasta llegar a 548 000 usuarios en un espacio espectral de 2x25 MHz.

### Disposición que se dará al espectro

Como referencia, el Plan Estratégico del Sector 2006-2010<sup>7</sup>, consistente con las recomendaciones de neutralidad tecnológica y sus avances, planifico la banda de 850 MHz para la evolución de los sistemas TDMA hacia 3G.

En el año 2007, con miras a los rápidos desarrollos en 3G, el organismo internacional 3GPP<sup>8</sup> dividió en sub-segmentos combinables de 5 MHz los de 10 MHz, que eran los usados por los sistemas TDMA. El ICE ha seguido esta normalización para el sistema 3 G que se adquiere al inicio del 2009, especificando una plataforma con un corazón de red celular 3G que permite evolucionar los trasceptores de 5 MHz a 20 MHz. De esta forma le da un gran futuro a la plataforma adquirida y la siembra en la banda de 850 MHz.

En la figura siguiente se muestra la situación actual y la evolución que sufrirá la banda de 850 MHz a corto plazo.

La parte superior del grafico muestra la situación de TDMA, en medio se muestra la representación del plan transitorio para SMA 3G y 3GSM y el dibujo inferior muestra la asignación de una portadora de 20 MHz para el sistema LTE.

<sup>7</sup> El Plan Estratégico del Sector, es un documento preparado por el área de planificación del ICE y conocido por el Consejo Directivo a principios del año 2006

<sup>8</sup> 3GPP : 3rd Generation Partnership Project



## INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE

mención anterior sobre el desarrollo y evolución natural de neutralidad tecnológica. También se ha previsto usar portadoras de LTE en la banda 2100 MHz para situaciones de islas de muy alto tráfico de datos (a esto se le llama "hot spots de LTE").

7. En el 2011 se tendrá la red SMA 3G y 3GSM unificadas en un único corazón de red, ocupando 2x20 MHz en la banda de 850 MHz, o sea ocupando las Sub-bandas A,B,C,D. La Sub-banda E había sido considerada como ampliación de 3GSM a finales del 2010, pero el ICE puede liberarla reacomodando su evolución en un espacio de 2X20 MHz.

En síntesis, en la banda de 850 MHz funciona el sistema celular TDMA, donde a la vez, se está instalando el nuevo sistema SMA 3G cuyo inicio de la operación comercial será a principios de diciembre del 2009.

### Inversiones con respecto a la banda 850 MHz

De acuerdo con los planes del ICE descritos en su Plan de Expansión y Modernización del Sector 2006–2010<sup>9</sup>, el ICE presentó los diversos cambios que iban a ocurrir en sus sistemas celulares con la siguiente frase:

"Se ampliará la infraestructura del Sistema Móvil GSM en 300.000 soluciones y se adquirirá un nuevo sistema de 3G con una capacidad de 1,555 millones de soluciones móviles, para satisfacer la demanda y ofrecer las conexiones que den soporte a los servicios de contenido y aplicación. Al mismo tiempo, se pretende mejorar en capacidad y cobertura los servicios que se brindan actualmente a través de GSM. Asimismo, se sustituirá paulatinamente el total de los servicios de TDMA."<sup>10</sup>

Lo anterior implica que el uso de la banda 850 MHz iba a reutilizarse para dar cabida al cambio tecnológico de GSM y el proyecto SMA 3G, para satisfacer nuevas demandas de servicios de conexión, y también lograr la sustitución paulatina de clientes de TDMA hacia tecnologías más modernas.

Lo anterior ha llevado al ICE a inversiones sumamente altas en esta banda de 850 MHz de donde se desprende de la cartera de proyectos que la inversión para el sistema SMA 3G en la banda de 850 MHz es la siguiente:

#### "SERVICIOS MOVILES AVANZADOS 3G

##### Objetivo:

*Desplegar soluciones de Tercera Generación para resolver y atender la demanda del periodo 2010–2011 de los servicios de comunicaciones móviles avanzadas a nivel nacional.*

##### Alcance:

*Desarrollo de una red nacional con 950 mil líneas móviles 3G WCDMA/HSPA. Esta red contará con su propio sistema de Gestor de Elementos de Red, 1 Gestor de Servicios, y un Sistema de Seguridad.*

*Inversión: \$225 millones*

*Implementación: IV Trimestre 2009*

<sup>9</sup> Definición que se daba al Plan de Negocios en años anteriores

<sup>10</sup> Plan de Expansión y Modernización del Sector de Telecomunicaciones, pág. 229.

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DISPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

*Responsable: División Redes y Sistemas*<sup>11</sup>.

Debe mencionarse que con el fin de mejorar la cobertura de GSM en las zonas interurbanas y rurales, también a finales del año pasado y principios de este se inició una expansión y unificación de los sistemas celulares cuya descripción en la cartera de proyectos indica lo siguiente:

**"EXPANSIÓN TELEFONIA MOVIL**

*Objetivo:*

*Satisfacer parte de la demanda proyectada para el año 2008 y 2010, ampliando la Red de servicios GSM en 700 mil líneas para ofrecer servicios postpago y prepago, con una inversión aproximada de \$200 millones para operar una primera fase en el IV Trimestre del 2008 y una segunda fase en el III Trimestre del 2009.*

*Alcance:*

*Adecuar la red de telefonía celular GSM a las nuevas necesidades del mercado, ampliando base de datos de usuarios (HLR), centro de conmutación (MSC), centro de autenticación (AUC), plataformas de servicios de valor agregado (SMS, OTA, Correo de Voz, entre otras), centros de activación y mediación, centro de gestión (OSS), controladores (BSC) y celdas existentes (BTS). Se requiere realizar la unificación de la Red GSM en la Banda de 1800 MHz, para lo cual se desarrollarán los servicios y se adquirirán los componentes necesarios.*

*Inversión: \$200 millones*

*Implementación: 2008–2009*

*Responsable: División Servicios*<sup>12</sup>

Debe mencionarse que de esta ampliación de telefonía móvil por \$200 millones, pueden relacionarse a la banda de 850 MHz, la siguiente inversión:

*"Licitación Pública N°. 2008-LI-000060-PROV*

*Adquisición de Equipo para ampliar el área de cobertura del Sistema GSM: PROYECTO DE AMPLIACION DE COBERTURA GSM EN LA BANDA DE 850/1800 MHz*

*INVERSION: Monto: USD \$17.212.238*

*Resumen de la inversión: Se adquirió mediante Licitación Pública 2008LI-0060-PROV los siguientes equipos e infraestructura para ampliar el área de cobertura del Sistema GSM actual y lograr así llevar cobertura a mas de 200 nuevas localidades y además mejorar la cobertura indoor en muchos edificios del Gran Área Metropolitana. Se adquirió el siguiente equipo:*

- 200 Radiobases
- 100 Torres
- 32 Plataformas Móviles para celdas
- 50 Amplificadores y Repetidores para Indoor.<sup>13</sup>

En resumen, hasta el momento, hay inversiones que se concluyen de instalar en la banda de 850 MHz en diciembre del 2010, enfocadas especialmente al proyecto SMA 3G y Ampliación de Cobertura GSM que se resumen en la siguiente tabla:

<sup>11</sup> Cartera de proyectos del Sector de Telecomunicaciones 2009–2011 pág.14

<sup>12</sup> Cartera de proyectos del Sector de Telecomunicaciones 2009–2011, pág.14

<sup>13</sup> Licitación Pública N°. 2008-LI-000060-PROV. Adquisición de Equipo para ampliar el área de cobertura del Sistema GSM.

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE****Tabla 1 : resumen de inversiones en la banda 850 MHz.**

Proyecto	Inversión en la banda 850 MHz (millones USDS)
SMA 3G	\$ 225
Ampliación de cobertura GSM	\$ 17.2
Unificación de Redes (50%)	\$9
Obras civiles y electromecánicas	\$ 40
<b>Total</b>	<b>\$ 291,2</b>

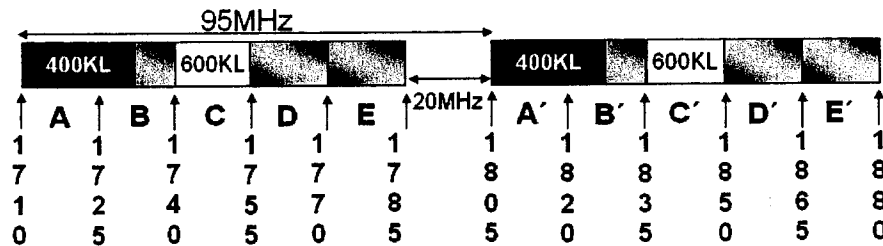
**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

**SISTEMAS EN LA BANDA DE 1800 MHz**

**Situación actual**

Actualmente la banda 1800 MHz está siendo utilizada en nuestro país por los sistemas GSM.

Esta banda consta de un espacio de frecuencias de 2x75 MHz, de los cuales están siendo utilizadas las Sub-bandas A, C y parte de la B que representan 75 MHz (2x37,5). Esta situación se muestra en la figura siguiente.



**Figura 5. Situación actual la ocupación de la banda de 1800MHz**

La red inició su operación con equipos de la marca Alcatel con 400.000 soluciones en la banda A y parte de la B. En la banda C se ubicó luego la red de la marca Ericsson con 600.000 soluciones iniciales.

A raíz de la ruptura con el contrato con Alcatel, se rompieron también las relaciones de soporte en operación y mantenimiento con esa empresa, para todas las radiobases y plataformas de soporte instaladas con el sistema de esa marca, lo que ha llevado a un deterioro serio y acelerado de esta red. Debido a ello, el ICE preparó un plan de contingencia para migrar los 400.000 clientes en la red Alcatel hacia la red Ericsson.

Con un arrendamiento a 7 años plazo, la infraestructura Alcatel aquí instalada ascendió aproximadamente a \$130 millones. La tecnología adquirida es de 1<sup>era</sup> fase tecnológica, lo que implica que sus radiobases y sus controladores no tienen un protocolo de comunicación estandarizado, como para aprovechar estos equipos y ampliar la red Ericsson.

Por otro lado, con el crecimiento de la demanda de servicios por parte de los costarricenses, se ha hecho necesario incrementar la capacidad de la red Ericsson, en tramos de 300.000 soluciones, que incluyen servicios de voz y de datos en banda angosta.

Finalmente, a julio del 2009 el sistema se encontraba con la siguiente ocupación.

**Tabla 2: Ocupación en sistemas GSM**

Sistema GSM (marca)	Ocupación a junio de 2009
Alcatel	390 376 usuarios
Ericsson	1 146 426 usuarios
Total de clientes en operación	1 536 802 usuarios

## INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE

### Disposición que se dará al espectro

De acuerdo con los datos pronosticados de demanda de servicios celulares, a finales del año 2008 debían tenerse en operación 300.000 líneas adicionales en la red Ericsson y así se hizo; pero a principios de 2009 y debido al atraso ocasionado por la declaratoria de desierta de la licitación del proyecto SMA 3G y su relanzamiento, debió incrementarse nuevamente la capacidad en el sistema Ericsson.

Los pronósticos de demanda de nuevos servicios a mediados del 2009, era de 500.000 soluciones, parte de ellas para sustitución de 200.000 suscriptores del sistema Alcatel, para brindar servicios de prepago y el resto para atención de nueva demanda. El plan así, era eliminar por sustitución 200.000 clientes del sistema Alcatel y mantener solo 200.000 para atender clientes de prepago.

// Teniendo en cuenta la difícil situación con Alcatel y el incremento de fallas y el impedimento de ampliación y pago de soporte operativo y de mantenimiento, se hizo un plan de contingencia en los últimos meses, donde se determinó la unificación de servicios brindados con la red de marca Alcatel en una única red, la de marca Ericsson.

Desafortunadamente el sistema Alcatel empezó a tener fallas en elementos importantes y se ha tenido que recurrir a medidas de emergencia más aceleradas, entre ellas, realizar una compra de capacidad de conmutación, en el sistema de Ericsson con el fin de trasladar los clientes desde la plataforma Alcatel. Esta capacidad se encuentra instalada, pero el traslado de clientes de Alcatel a Ericsson por lo general conlleva a unos 6 meses de actividades de reajustes que se resumen en los siguientes puntos:

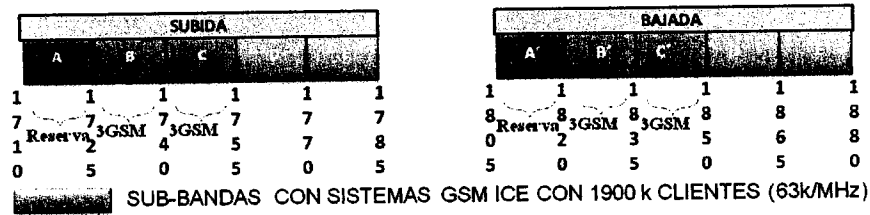
1. Configurar los mismos números de teléfono que tienen los clientes de Alcatel, en la plataforma Ericsson.
2. Configurar el número de red de Alcatel en Ericsson para que los clientes puedan seguir disfrutando del roaming.
3. Configurar las cuentas de internet de los clientes Alcatel en Ericsson.
4. Prevenir las capacidades de mensajería corta que se agregará en las plataformas de mensajes de la red Ericsson
5. Proyectar la congestión de celdas Ericsson al incluirle tráfico de clientes Alcatel, para instalar y ampliar las capacidades paulatinamente.
6. Analizar y reconfigurar 300 sectores de las celdas de Ericsson, que tienen una cobertura menor que la que tiene Alcatel a fin de igualar la cobertura.

Con el trabajo anterior se libera la banda A de 1800 MHz, una vez cumplidos todas las actividades indicadas. El mapeo de clientes Alcatel sobre la red Ericsson puede darse en unas 7 semanas, pero la homologación de zonas de cobertura y calidades de servicio puede tomarse unos 6 meses.

Se espera, que una vez liberada la red Alcatel, dedicar la mitad de dicha red, a soluciones de prepago, calculando dicho tráfico, a una cuarta parte del tráfico tradicional y utilizando solo la mitad de la banda B.

De esta manera el sistema Ericsson con estas ampliaciones estará operando en la mitad de la Sub-banda B y en la Sub-banda C completa, ocupando 2x22 MHz para 1,9 millones de soluciones, aunque no todas las celdas nuevas se han activado. La figura siguiente muestra la reserva en que quedaría la banda A (y parte de la B), donde se ubica actualmente Alcatel. La red que quedaría instalada, sería una red 3GSM, que implica que es un red que tiene corazón y protocolos para 3G solo que equipado con radiobases GSM/GPRS/EDGE. La figura siguiente muestra la disposición que resultaría de estos trabajos de emergencia sobre la plataforma GSM Alcatel.

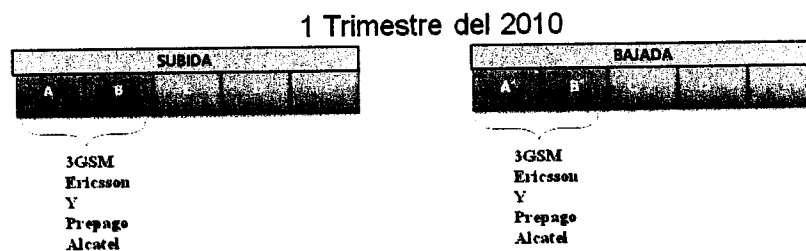
**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**



**Figura 6. Plan de evolución de servicios para la banda 1800 MHz**

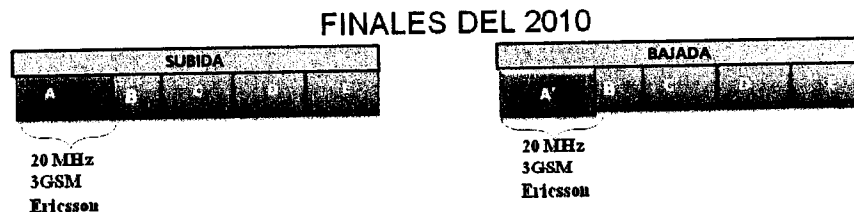
Finalmente, para cumplir con la demanda creciente, se deben instalar 300.000 soluciones adicionales que deben entrar a operar en octubre de este año.

Está en estudio, un plan de reasignación de la banda 1800 MHz, que buscaría, primero, limpiar la Sub-banda A para luego, reconfigurar las portadoras de Ericsson y trasladar su uso a las Sub-bandas A y B de forma tal que las Sub-bandas C, D y E queden disponibles para nuevos sistemas. Esto se podría reconfigurar en 1 mes una vez limpia la banda A. Ver figura siguiente.



**Figura 7. Reconfiguración de servicios de Alcatel y Ericsson en las Sub-bandas A y B de 1800 MHz**

Eventualmente, con el fin de ordenar el uso del espectro en 1800 MHz, con la entrada en operación del sistema SMA 3G en la banda de 850 MHz, el sistema Ericsson podría quedar operando bajo una nueva disposición de Sub-bandas A de 20 MHz, de tal forma que el resto de las Sub-bandas podrían sumar un espacio de 2x55 MHz tal como se muestra en la figura siguiente.



**Figura 8. Reconfiguración de servicios de Ericsson en un nueva Sub-banda de 2x20 MHz en 1800 MHz**

**Inversiones relacionadas a la banda 1800 MHz**

Actualmente en la banda 1800 MHz se encuentran 2 redes que están activas, las redes GSM Alcatel y GSM Ericsson.

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

El ejercicio de la opción de compra de la red Alcatel le costó al ICE el año pasado \$18 millones.

La red Ericsson fue adquirida en \$130 millones para 600.000 soluciones de voz y datos. La primera ampliación de esta red fue de aproximadamente \$68 millones y las recientes superan otros \$60 millones.

Para mejorar la cobertura de GSM se adquirió una cantidad de radiobases de doble banda 850/1800 MHz con el fin de mejorar la calidad de servicio a aquellos clientes en zonas interurbanas y rurales. La adquisición se define de la siguiente forma:

**"Licitación Pública Nº. 2008-LI-000060-PROV**

**"Adquisición de Equipo para ampliar el área de cobertura del Sistema GSM".**

**1.- OBJETO DEL CONTRATO:**

*El objeto de la presente contratación corresponde a la adquisición de Equipo para ampliar el área de cobertura del Sistema GSM.*

**PARTIDA 1: 200 RADIOBASES Y 15 MICRORADIOBASES CON SUS COMPONENTES**

A: ERICSSON DE COSTA RICA S.A. y CONSORCIO ERICSSON AB

**Monto: \$8.998.033,00**

**PARTIDA 2: 50 TORRES DE 50 Mts y 50 TORRES DE 30 Mts**

A: RADIO FREQUENCY SYSTEMS S.A., REPRESENTANTE GRUPO OZONO INTERNACIONAL S.A.

**Monto: \$2.084.334,01**

**PARTIDA 3: 30 PLATAFORMA MOVIL SOBRE RUEDAS (COW) Y 2 PLATAFORMAS MOVILES SOBRE VEHICULO (COLT)**

A: ZTE CORPORATION, REPRESENTANTE CONTINEX S.A.

**Monto: \$5.338.768,00**

**40 AMPLIFICADORES Y 10 REPETIDORES**

A: GRUPO OZONO INTERNACIONAL S.A.

**Monto: \$799.103,25**

**Total de la licitación: USD \$17.212.238<sup>14</sup>**

Debe notarse que esta adquisición permite mejorar la cobertura, utilizando radiobases que emplean tanto la banda de 850 MHz como la de 1800 MHz.

Por otro lado, la ampliación de la red GSM Ericsson para cubrir la demanda de finales del 2008 e inicios del 2009, se detalla como sigue:

**"RESUMEN EJECUTIVO**

**PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA RED MÓVIL GSM**

**Objetivo General**

*Satisfacer parte de la demanda proyectada para el año 2008 y 2009, ampliando la Red GSM en 300 mil líneas para ofrecer servicios postpago y prepago, con una inversión*

<sup>14</sup> Licitación Pública Nº. 2008-LI-000060-PROV

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

*aproximada de \$42 millones, iniciando a operar una primera fase en el IV Trimestre del 2008 y una segunda fase en el I Trimestre del 2009.*

*Monto final de la inversión: USD\$ 49.843.812,00"*

Finalmente con el propósito de unificar la red Alcatel en la Ericsson, se requirió hacer una inversión adicional en licencias para ampliar la capacidad del sistema de conmutación. Sobre esta adquisición se tiene el siguiente detalle:

**"RESUMEN EJECUTIVO**

**CONTRATACIÓN DIRECTA N° 2008CD-004213-PROV****1.- OBJETO DEL CONTRATO:**

*El objeto de la presente contratación corresponde adquisición de equipos necesarios para que el ICE unifique la Red GSM en la banda de 1800 Mhz, más los servicios de valor agregado.*

*I ETAPA: Unificación de 200KL Soluciones de Voz, Datos y Servicios:*

*A partir de que el proveedor sea notificado por parte del ICE que la orden de compra está a su disposición, deberá entregar los equipos necesarios para unificar las primeras 200Kl soluciones voz, datos y servicios en un plazo no mayor a 10 semanas.*

*II ETAPA: Unificación de 200KL Soluciones de Voz, Datos y Servicios:*

*A partir de que el proveedor sea notificado por parte del ICE que la orden de compra está a su disposición, deberá entregar los equipos, realizar la instalación y puesta en operación de las segundas 200Kl soluciones voz, datos y servicios para la unificación de la red en un plazo no mayor a 18 semanas.*

*5- Garantía de cumplimiento: Será de un 10% del valor total adjudicado, con una vigencia no menor de 38 meses, contados a partir de la firmeza del acto de adjudicación.*

**OFERTA RECOMENDA:**

*Oferta Conjunta:*

*Ericsson AB y Ericsson de Costa Rica S.A.*

*Monto: USD \$17.783.137,00"*

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

De esta forma el resumen de inversiones en la banda de 1800 MHz es la siguiente:

**Tabla 3: Resumen de Inversiones en la banda 1800 MHz.**

Proyecto	Inversión en millones
Sub-banda A y 0,5 B: Ejercicio de la opción de compra GSM Alcatel (2008)	USD\$18
Red Ericsson inicial en Sub-banda C	USD\$ 130
Ampliación 300 K y cobertura Ericsson 2007 Sub-banda C	USD\$ 68
Ampliación 300 K y cobertura Ericsson 2008 Sub-banda C y B	USD\$ 49.8
Ampliación de Cobertura de bandas 850 MHz y 1800 MHz Ericsson 2009 Sub-bandas C y B 1800 MHz	USD\$ 17.2
Unificación de clientes Alcatel en Ericsson 2009	USD \$ 17.78
Ampliación por demanda de 300 k Finales del 2009	USD \$ 19,9
Infraestructura civil y electromecánica	USD \$ 60.0
<b>Total de red en las Sub-bandas A,B,C</b>	<b>USD \$ 380,68</b>

Los anteriores cálculos de inversiones llevan a estimar que en la Sub-banda A y 0,5 B donde se encuentra Alcatel, se tiene una inversión de USD \$18 millones debida al ejercicio de la opción de compra. En la banda C y 0,5 B se encuentra el resto de inversiones por \$ 362,68 millones.

## INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE

## SISTEMAS EN LA BANDA DE 2100 MHZ

## Situación Actual

La banda de 2100 MHz escogida en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), corresponde a la determinada en los países asiáticos y Europeos, se le denomina UMTS 2100 MHz<sup>15</sup>.

La banda 2100 UMTS escogida en Costa Rica se muestra en la siguiente figura.

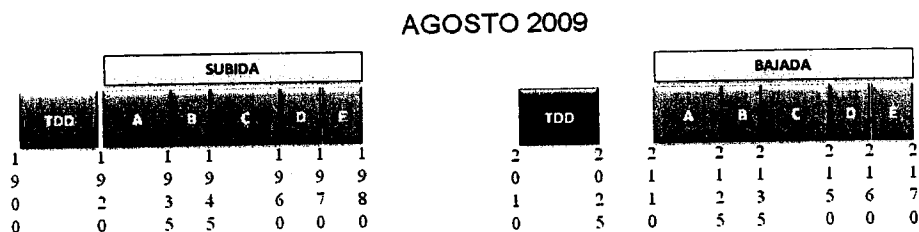


Figura 9. Banda 2100 MHz asignada al ICE excepto la porción azul

La mitad inferior de esta banda tiene equipos operando en la porción de la banda entre 1910-1930 MHz, el resto de la parte baja de la banda no tiene ocupación. La parte superior de la banda, que correspondería a las portadoras de bajada de un nuevo sistema celular de 3G o más avanzado, está ocupado por enlaces de micro-onda rurales y de energía. Hay 29 de enlaces de micro-onda en esta parte de la banda.

<sup>15</sup> UMTS : Universal Mobile Telecommunication Services

**INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE**

La lista de estos enlaces se indica a continuación:

**Tabla 4: Enlaces rurales y de energía en la banda 2100 MHz.**

CUAJINQUIL
CERRO CAÑAS DULCES
CERRO MADRIGAL
CERRO SANTA RITA
SAN FRANCISCO COYOTE
CERRO POTAL
BEBEDERO
CERRO SAN JOSE
LA UNION (LAGO ARENAL)
TIERRAS MORENAS
SAN FRANCISCO PALMERA
CERRO MONTERREY
HACIENDA LOS INOCENTES
LA GARITA
PUNTA CACIQUE
HOTEL FOUR SEASON
SABANILLAS DE COTO BRUS
SAN VITO
PUNTA MORALES
PUNTARENAS
CERRO GALLO
REPETIDOR TAJO
SUBESTACIÓN DE TRANSMISIÓN NARANJO
CERRO PALOMO
CERRO PALOMO
PROYECTO HIDROELECTRICO TORO 1
CERRO PALOMO
SUBESTACIÓN DE TRANSMISIÓN COCO
CERRO SAN JOSE
SUBESTACIÓN REDUCTORA LIBERIA
CERRO GURDIAN
PROYECTO HIDROELECTRICO CACHI
CERRO GURDIAN
PROYECTO HIDROELECTRICO RIO MACHO
CERRO BUENA VISTA
SUBESTACIÓN REDUCTORA SAN ISIDRO
CERRO TORRE ALTA
CERRO ADAMS
CERRO SANTA RITA
SUBESTACIÓN REDUCTORA COLORADO
CERRO SANTA RITA
CERRO AZUL
CERRO CHONTALES
SUBESTACIÓN REDUCTORA PALMAR NORTE
CIUDAD QUESADA
SUBESTACIÓN REDUCTORA CIUDAD QUESADA
SUBESTACIÓN DE TRANSMISIÓN SABANILLA
CERRO PALOMO
SUBESTACIÓN REDUCTORA SANTA RITA
CERRO SANTA RITA
CERRO VISTA AL MAR
GUAYABAL
PLANTA EOLICA TEJONA
P.H. COROBICI
VOLCAN BARVA
CERRO GALLO
SUBESTACION EL ESTE
CERRO CEDRAL

La mayoría de los enlaces corresponden al Sector de Energía del ICE; sin embargo varios de ellos son micro-ondas que se usan en zonas rurales.

## INFORME TECNICO SOBRE USO Y DIPOSICIÓN DE BANDAS CELULARES DEL ICE

### Situación Planeada

Se espera que los enlaces de micro-ondas pueden coexistir con nuevos sistemas celulares debido a que dichas microondas en su mayoría se encuentran ubicadas en zonas remotas y son enlaces de baja potencia de transmisión.

Esto no exime el hacer medidas de campo, para determinar, cuánta puede ser la densidad de potencia recibida en eventuales receptores que viajarían en las zonas metropolitanas de las principales ciudades del país en el caso de desarrollo de redes celulares. La siguiente figura muestra el plan que se podría plantear para dicha banda.



Figura 10. Plan Inicial que podría funcionar para nuevos sistemas celulares en la banda 2100 MHz coexistiendo con sistemas de micro-ondas del ICE en la parte superior de la banda

### Inversión estimada en la parte alta de la banda 2100 MHz.

En la parte alta de la banda de 2100 MHz se encuentran instalados 29 enlaces de micro-onda de diversas capacidades. La inversión aproximada es de USD \$ 6 millones y la inversión en obras civiles y electromecánicas puede ascender a USD \$ 3 millones. El trasladar esto enlaces a otras bandas de frecuencias que se encuentre en un espacio muy superior a la banda 2100 MHz, podría significar inversiones que superen 3 veces el valor actual, siendo la inversión estimada superior a los USD \$ 30 millones.

Por tal motivo y entendiendo que pueden coexistir los sistemas, lo recomendable sería determinar los niveles de interferencia que podrían causar estos pocos enlaces a una eventual red celular y tomar dicho dato como término de ruido.

## POSIBILIDAD DE SOLUCIONES EN OTRAS BANDAS

El ICE a analizado otras opciones de bandas para IMT, que han sido muy promulgadas internacionalmente son la bandas de 450, 700, 900 y AWS 1900 MHz.

Una forma de determinar si tales bandas están siendo utilizadas, es la de medir en los sitios que se tienen las concesiones y así determinar si verdaderamente existe la operación de dichas bandas o Sub-bandas.

En varios países en lo que corresponde a 700 MHz y en 900 MHz se han percatado de la falta de emisiones en varios de los espacios, pudiendo rescatar tales Sub-bandas y designándolas para los nuevos usos de sistemas IMT-Avanzados.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. La recomendación internacional GSMA, para los entes rectores de la regulación de las telecomunicaciones, es evitar poner topes de espectro a la operación de una red celular de 3G o superior. Las redes deben prepararse para operar al menos 2 x 20 MHz.
2. La banda 850 MHz tiene usuarios ICE en operación en toda la banda.
3. Para cumplir con su mandato el ICE seguirá usando la banda de 850 MHz a través de la neutralidad tecnológica. Su ocupación mínima es de 2 x 20 MHz aunque dispone de 2 x 25 MHz.
4. En la banda de 1800 MHz, podría disponerse de las Sub-bandas D y E, que se encuentran libres de señales.
5. La Sub-banda A, tiene en operación clientes GSM en una red Alcatel. Debido a que dicha red está presentando problemas operativos, se ha hecho un plan de contingencia para trasladar sus clientes, hacia la plataforma Ericsson que se encuentra en la Sub-banda C y parte de la B.
6. La red Alcatel se dejaría operando a la mitad de la capacidad con el fin de brindar servicios de prepago y la reutilización de elementos liberados como repuesto operativo del sistema que se mantiene en operación. Esto se daría por un periodo no mayor que un año.
7. Debe plantearse un cronograma de limpieza rápida de la Sub-banda A de 1800 MHz, para lo cual deben tomarse en cuenta varias actividades que buscan el menor impacto a los clientes.
8. En la banda 1800 MHz el ICE se quedará operando 2 x 20 MHz
9. La inversión total instalada en las Sub-bandas A, B y C es de aproximadamente USD\$ 380 y la instalada en la Sub-banda A y parte inferior de la B es de USD\$ 18 millones.
10. Las Sub-bandas A, B y C se pueden reconfigurar en el futuro cercano bajo un plan de ordenamiento para que el sistema Ericsson quede operando en la Sub-banda A y parte de la B de 1800 MHz.
11. La banda UMTS 2100 MHz, tiene la parte alta de la banda, ocupada por enlaces de micro-onda rurales y de energía la mitad de la banda.
12. La propuesta en la banda 2100 MHz es coexistir los sistemas celulares nuevos con las micro-ondas existentes, pero antes determinar el nivel de interferencia posible entre los sistemas.
13. El ICE reservará para islas de 3 G y avanzados, 2 x 20 MHz.
14. Hay otras bandas que se recomienda ir limpiando por parte del órgano rector para reutilizarlas en sistemas IMT-Avanzados, la cuales son las de 450, 700 y 900 MHz.