



**Comisión
Federal de
Telecomunicaciones**

UNIDAD DE PROSPECTIVA Y REGULACIÓN



ANEXO 5

México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

VIABILIDAD DEL DESPLIEGUE DE UNA RED DE SEGURIDAD PÚBLICA EN LA BANDA 698-806 MHz.

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

DICTAMEN

- El despliegue de una red dedicada para seguridad pública en la banda de 698-806 MHz, conforme al plan de segmentación A4 no es acorde a la realidad económica de nuestro país.
- El mejor esquema en costo-beneficio para proveer de conectividad nacional a los cuerpos de seguridad, de ser el caso, es mediante el uso de redes privadas virtuales.
- Actualmente, las agencias de seguridad pública en nuestro país cuentan con suficiente espectro dedicado para el soporte de sus labores.

Luis Felipe Lucatero Govea
Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación

Contenido del estudio

I.	Arquitecturas alternativas para redes de seguridad pública.....	3
II.	Implementación de una red dedicada de seguridad pública bajo el esquema A4	3
III.	Implementación de una red virtual de seguridad pública en A5	8
IV.	Bandas alternativas.....	14
	Referencias.....	16

I. Arquitecturas alternativas para redes de seguridad pública

Existen dos grandes opciones para dotar de conectividad a los elementos de seguridad pública: una red dedicada y una red privada virtual.

La red dedicada la construyen los cuerpos de seguridad pública para su uso, son ellos los propietarios y los que realizan el trabajo de mantenimiento y expansión de la red, así como los que proveen de equipos terminales y mantenimiento a sus usuarios.

El esquema de red privada virtual se basa en el uso de infraestructura primaria (como una red de transporte de datos) para transmitir información; esta información viaja segura mediante mecanismos de encriptación de datos que impiden que alguien no autorizado pueda acceder la información que se transmite.

II. Implementación de una red dedicada de seguridad pública bajo el esquema A4

El esquema A4 prejuzga el uso de 30 MHz de espectro a tareas de seguridad pública. Al implementar el esquema A4 esos 30 MHz deberán ser usados sólo por los cuerpos de seguridad pública. Existen preocupaciones sobre la capacidad financiera de los cuerpos de seguridad para solventar el gasto de inversión requerido para la instalación de una red dedicada.

A efecto de cuantificar el costo de construcción de una red dedicada, se construyó un modelo que considera el costo de instalación de la red, de los terminales del usuario y el costo de operación.

Costos de instalación de la red

Si la red es nacional, deberá de tener cobertura en las áreas pobladas del país y en los caminos que conectan esas poblaciones. La República Mexicana tiene una extensión geográfica de 1 959 248 [km²] de los cuales un 1 100 000 [km²] son áreas habitadas y 200 000 [km²] de carreteras¹.

Cada radiobase tiene una cobertura en zonas urbanas de un área circular de radio de 5 km y en carreteras de un radio de 10 km. Esto debido a que en las zonas pobladas existe una mayor demanda de servicios de conectividad que en las carreteras. A menor densidad de usuarios mayor cobertura, es por esto que en las zonas carreteras se tiene una mayor cobertura.

Lo anterior queda resumido en la siguiente tabla.

¹ Estudio realizado por Telefónica México

Supuestos técnicos	
Área total del país	1 959 248 [km ²]
Área poblada	1 100 000 [km ²]
Carreteras	200 000 [km ²]
Radio de cobertura en zona poblada	5 [km]
Radio de cobertura en zona carretera	10 [km]

Para determinar el número de emplazamientos en las zonas pobladas, se usó la razón entre el área geográfica a cubrir y el área de cobertura de cada emplazamiento, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Cantidad de emplazamientos para zonas urbanas

$$\frac{1,100,000 [km^2]}{\pi * (5[km])^2} = 14,005$$

Cantidad de emplazamientos para carreteras

$$\frac{200,000 [km^2]}{\pi * (10[km])^2} = 636$$

Los resultados anteriores quedan resumidos en la siguiente tabla:

Número de emplazamientos requeridos	
Zonas habitadas	14 005
Zonas carreteras	636
Total	14 641

De acuerdo con información contenida en un contrato público entre el Estado de Washington en los Estados Unidos de América y un proveedor de infraestructura, el Estado de Washington adquirió infraestructura para construir 8 nuevos emplazamientos y para expandir 28 emplazamientos ya existentes. El costo agregado de estos dos rubros es de \$17 195 114 [USD].

De acuerdo con esta información y con estimaciones propias, el costo promedio de cada emplazamiento es de \$400 000 [USD].

El costo de instalar una red de seguridad pública en México sería de:

$$400,000 \left[\frac{USD}{emplazamiento} \right] * 14,641 [emplazamiento] = 5\,856\,400\,000 [USD]$$

Costo de terminales de usuario

Como inversión inicial, a efecto de equipar a los agentes de seguridad pública en los niveles de gobierno federal, estatal y municipal, es razonable estimar el número de agentes de seguridad pública en 500,000, cifra obtenida de información proporcionada por el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, misma que indica que existen 26 955 policías ministeriales, 198 185 policías estatales y 166 697 policías municipales, dando un total de 391 837 policías. Asimismo, la policía federal cuenta con 34 438 efectivos y si consideramos además el personal de la Cruz Roja de 32 mil voluntarios, el número total se coloca cerca de los 500 mil elementos, esto sin contar a los cuerpos del CISEN, bomberos, rescatistas, protección civil, ejército y marina.

Se ha considerado la totalidad de los elementos que integran los cuerpos de seguridad pública antes citados, debido a que, sin importar el rango, se trata de elementos de primera respuesta y se encuentran habilitados para atender directamente las diversas situaciones de emergencia. Lo anterior aplica tanto a policías de tránsito como a los voluntarios de la Cruz Roja, quienes directamente responden ante y durante las situaciones de emergencia y quienes transmiten información vital a las respectivas unidades médicas.

Cabe señalar que no se consideró que los cuerpos de seguridad o emergencia cuenten con equipos que soporten únicamente comunicaciones de banda angosta, ya que el supuesto básico de este ejercicio radica en la proyección a futuro que consiste en esquemas de provisión de conectividad de banda ancha móvil con el objetivo de incrementar la efectividad y agilidad que son indispensables en las actividades de los cuerpos de seguridad y emergencia.

De acuerdo con la información del contrato con el Estado de Washington y con estimaciones propias, el costo promedio de cada equipo es de 4 000 USD. La inversión en equipos sería de:

$$500,000[\text{usuarios}] * 4,000 \left[\frac{\text{USD}}{\text{usuario}} \right] = \mathbf{2\ 000\ 000\ 000\ [USD]}$$

Es importante destacar que en el citado contrato público con el Estado de Washington el precio por terminal se estipula en 6 000 USD, sin embargo, para efectos de la presente estimación se contemplan los descuentos que podrían otorgarse por compras de alto volumen, fijando el precio en 4 000 USD por terminal.

Costo de operación

El costo de operación de un sitio comprende el gasto en luz, administración del sitio y de los suscriptores. De acuerdo con un estudio de Ericsson (Gildert, 2006) cada sitio consume 10 kWh. En México el costo de la electricidad varía de acuerdo a la ubicación geográfica y al horario de consumo. En promedio, la luz eléctrica para la industria en México tiene un costo de 0.37 USD. Dado que las radiobases estarán funcionando las 24 horas los 365 días del año, la cuenta anual por electricidad será de:

Cálculo del costo de operación

$$10[kWh] \times 0.3722138 \left[\frac{USD}{kWh} \right] \times 24[h] \times 365[días] \times 14,641[emplazamientos] \\ = 477,383,404 [USD]$$

Adicionalmente, se requiere estimar el costo de la administración mensual de cada sitio, el cual incluye renta de los enlaces dedicados, seguridad del lugar, videovigilancia, reparación de daños por ataques vandálicos, previsión de refacciones, consumo de diesel para los generadores de electricidad de respaldo, costos de limpieza, mantenimiento y renta de predios (en su caso).

Si consideramos que la componente de costo más importante es la asociada al enlace dedicado y que según información del mercado el mismo es del orden de 1 000 USD mensuales, para efectos de simplificar la estimación podemos emplear dicha cifra como un límite inferior del costo de administración. Lo cual es perfectamente razonable si consideramos que el añadir cualquier otro de los costos antes señalados, solamente enfatizará los resultados que se obtienen en el presente estudio. Esto tiene sentido debido a que resulta imposible determinar el costo exacto o incluso máximo de la administración del sitio sin conocer la topología de la red. Sin embargo, es lógico realizar una estimación del costo mínimo, situación que ilustra perfectamente la conclusión final del estudio.

De tal forma, que el costo de administración anual de los 14,641 sitios será de:

Cálculo del costo de administración de sitios

$$1,000 \left[\frac{USD}{emplazamiento * mes} \right] \times 12[meses] \times 14,641[emplazamientos] \\ = 175,962,00 [USD]$$

Finalmente se considera el costo de la administración de los usuarios, el cual incluiría sistemas de atención telefónica, reparaciones en caso de fallas, centro de operaciones de red, operación de un sistema de conmutación, flotillas regionales de mantenimiento, equipos identificadores y correctores de fuentes de interferencia, equipos de soporte técnico, compra de hardware y software, entre otros.

De acuerdo a información de mercado, el solo costo del centro de atención telefónica corresponde a un promedio de 10 USD por usuario, que para efectos de simplificar la estimación podemos emplear dicha cifra como un límite inferior del costo de administración de usuarios. Una vez más, esto es razonable si consideramos que el añadir cualquier otro de los costos antes señalados, solamente enfatizará los resultados que se obtienen en el presente estudio.

Con estas consideraciones, el costo anual de la administración de todos los usuarios de la red puede estimarse como sigue:

Cálculo del costo de administración de usuarios

$$10 \left[\frac{USD}{[suscriptor * mes]} \right] \times 12 [meses] \times 500,000 [suscriptores] = 60,000,000 [USD]$$

Los resultados anteriores quedan resumidos en la siguiente tabla:

Capex [USD]	
Emplazamientos	5 856 400 000
Equipos Terminales	2 000 000 000
<i>Total</i>	7 856 400 000
Opex [USD]	
Electricidad	477 383 000
Administración sitio	175 962 000
Administración usuarios	60 000 000
<i>Total</i>	709 745 000

A efecto de contextualizar los montos asociados a la instalación y operación de una red dedicada se hizo una comparación del costo de instalación de la red y su operación con el presupuesto federal (Unión, 2011) destinado a diferentes rubros. El tipo de cambio usado fue de 13.29 $\left[\frac{MXN}{USD} \right]$, que es el publicado por el Banco de México en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Julio del 2012. Los resultados quedan expuestos en la siguiente tabla en donde *a* es el costo de instalación y *b* es el costo de operación.

Rubro	Presupuesto en USD (c)	a/c	b/c
Salud	8 537 185 000	0.92	0.08
Comunicaciones y Transportes	6 435 559 000	1.22	0.11
Desarrollo Social	6 384 088 000	1.23	0.11
Programa Oportunidades	4 806 115 925	1.63	0.14
Defensa Nacional	4 183 668 000	1.87	0.16
Seguridad Pública	3 049 601 000	2.57	0.23
Marina	1 480 521 000	5.3	0.48

El Capex requerido, es equivalente al presupuesto para el año 2012 del sector salud, 1.23 veces mayor al presupuesto dedicado al desarrollo social, casi 2 veces el presupuesto de defensa nacional, 2.57 veces el presupuesto de seguridad pública y 5.3 veces el presupuesto de la marina nacional. Por otro lado, el costo de operación anual es equivalente a casi la cuarta parte del presupuesto anual de seguridad pública.

Al comparar el costo de instalación y de operación de la red con el presupuesto de la Federación, resulta complicado ver un escenario en el que el Gobierno Federal decida invertir en una red de seguridad pública dedicada en la banda de 700 MHz en lugar de invertir en otros temas prioritarios como el desarrollo social.

III. Implementación de una red virtual de seguridad pública en A5

A diferencia del esquema A4, el esquema de segmentación A5 no prejuzga la atribución de espectro a servicios específicos, incluyendo aplicaciones de seguridad pública, por lo que este esquema cuenta con la suficiente flexibilidad para permitir el despliegue de una red dedicada de seguridad pública y de ser el caso, cubrir las necesidades de conectividad de las instituciones encargadas de este rubro.

Sin embargo, dado que aún no existe un ecosistema para equipos dedicados a seguridad pública en A5 no es posible estimar el costo de construcción de una red, ni de los asociados a su operación.

Existe como alternativa el establecimiento de redes privadas virtuales (VPNs), mediante las cuales se interconectan puntos remotos de una red a través de infraestructura primaria, como por ejemplo la red celular. Las VPNs cuentan con mecanismos de autenticación y encriptación que hacen las comunicaciones sumamente seguras. Actualmente muchos bancos se comunican con sus sucursales en tiempo real a través de VPNs que funcionan sobre la red de banda ancha de los operadores de Internet (infraestructura primaria).

Las VPNs reducen costos ya que eliminan la necesidad de tener recursos dedicados para la comunicación entre dos puntos. Es decir, los cuerpos de seguridad pública no necesitarían tener una red dedicada para comunicarse, lo pueden hacer con seguridad y confiabilidad a través de una VPN que use como infraestructura primaria la red de los operadores móviles comerciales. Los cuerpos de seguridad arrendarían un porcentaje de capacidad de la capacidad Total de los operadores móviles.

Es práctica común a nivel internacional la utilización de redes privadas virtuales para seguridad pública. Incluso en nuestro país existen al menos dos casos del empleo de redes privadas virtuales para seguridad pública, como es el caso de la red denominada Plataforma México y la red nacional de radiocomunicaciones IRIS.

Mediante el uso de Plataforma México se ha implementado exitosamente la conectividad de datos y compartición de información de inteligencia a nivel nacional e internacional entre las principales entidades de seguridad pública de una manera altamente eficiente a través de la red de transporte de Telmex, lo que permite habilitar las comunicaciones entre la Secretaría de Seguridad Pública y demás centros de operación e inteligencia.

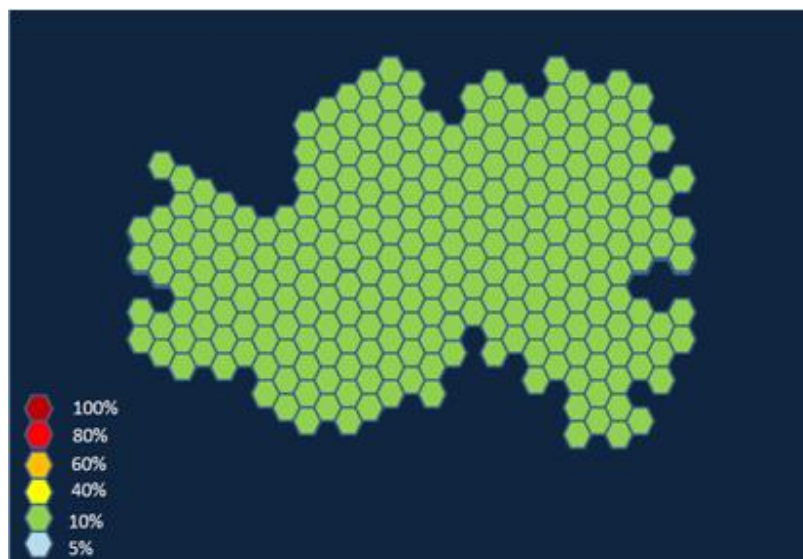
Por su parte, la red nacional IRIS, a cargo de la Secretaría de Seguridad Pública y que opera en la banda de 380-400 MHz es otro ejemplo en el que existen circuitos virtuales, que forman parte de

redes comerciales existentes, dedicados a la interconectividad de los sistemas de comunicación de los diferentes cuerpos de seguridad nacional.

El costo de la encriptación no es de tomarse en cuenta en virtud de que los cuerpos de seguridad generalmente cuentan con departamentos de desarrollo tecnológico y dedicados a la producción de soluciones basadas en software para diferentes plataformas. La escritura de código dedicado a la encriptación de software no resultaría en un costo adicional ya que se encontraría dentro de las tareas de los equipos especializados de los departamentos de software. Cabe señalar además que los algoritmos de encriptación no son complejos, ya que de manera general la encriptación se puede lograr mediante la multiplicación de dos números primos lo suficientemente grandes. La clave de un sistema de encriptación es que tanto en el equipo de recepción como en el de transmisión se fijen de antemano los grupos de números primos que han de formar parte de la secuencia de encriptación. Esto hace que su decriptación por un agente externo que no conozca la llave sea prácticamente imposible.

En caso de que las fuerzas del orden, auxilio y rescate, no estén utilizando toda su capacidad en un determinado momento del tiempo, es decir, si parte de la capacidad dedicada a las fuerzas del orden, auxilio y rescate no está siendo usada, los usuarios de la red podrán hacer uso. En otras palabras, la capacidad dedicada para las fuerzas del orden, auxilio y rescate, es la capacidad máxima de la que podrán hacer uso en ausencia de situaciones de emergencia. En el caso ilustrado en la siguiente figura, las fuerzas del orden, auxilio y rescate tienen destinadas un 10% de la capacidad total de los operadores móviles en ausencia de emergencia.

Red con capacidad dedicada en ausencia de emergencia.

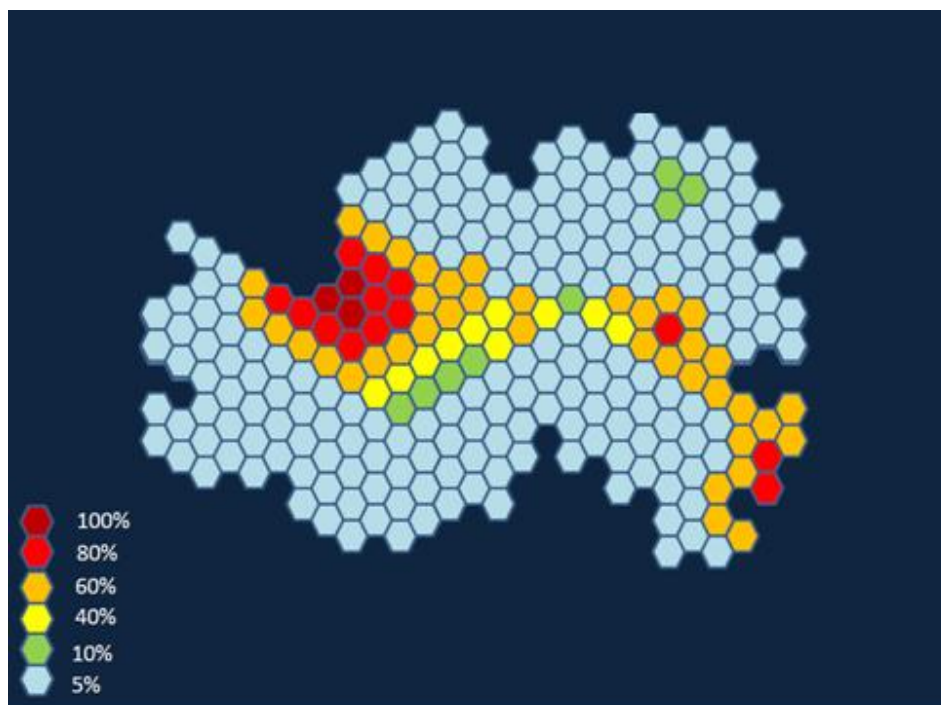


Una de las ventajas de basar la conectividad de las agencias de seguridad pública en las redes de los operadores móviles es que las redes de cuarta generación LTE gozarán de una característica denominada Self Organizing Networks (SON).

SON permitirá que en caso de emergencia o catástrofe (un ataque terrorista en una zona urbana, un terremoto, huracán, tsunami, etc.) se le pueda otorgar un aumento de capacidad a los cuerpos de seguridad que lo requieran. Este aumento de capacidad puede no ser en la totalidad de la red, sino solamente en aquellas regiones en las que se haya dado la situación de emergencia. Lo anterior evita que los cuerpos de seguridad pública compitan por el acceso a la red celular con turistas, periodistas, o usuarios en general tratándose de comunicarse con sus familiares y tengan comunicación en todo momento para atender la situación de emergencia.

Esta conectividad aumentada de los cuerpos de seguridad no deja sin posibilidad de comunicación a los ciudadanos. Los teléfonos comerciales actualmente tienen la capacidad de funcionar en más de una banda, normalmente en 3. La conectividad aumentada para cuerpos de seguridad funcionaría en la banda de 700 MHz, por lo que los ciudadanos podrían comunicarse mediante su dispositivo móvil usando cualquiera de las otras bandas que tenga su operador.

Ilustración del funcionamiento de capacidad dedicada en condiciones de emergencia.



Además, las SON tiene la capacidad de otorgar un aumento de capacidad a los cuerpos de seguridad pública en los trayectos desde la zona de catástrofe hacia puntos clave como hospitales; es decir, el aumento de capacidad no sería únicamente en la zona de desastre, sino también en los trayectos que los cuerpos de seguridad necesiten realizar para trasladar heridos.

Para poder establecer una red privada virtual a través de la red, será necesario arrendar capacidad a los operadores móviles. Bajo este esquema, los cuerpos de seguridad pública podrán pagar una renta mensual a los operadores móviles por usuario de \$500.00 pesos mexicanos, aproximadamente 37 USD. Con este costo, se cubrirían las necesidades de los agentes que son comparables a las de un usuario que consume datos en aplicaciones de alta demanda, como descarga de video (*streaming*). Se espera que se puedan satisfacer los requerimientos de las fuerzas de seguridad pública brindando latencias inferiores a 70 ms y pudiendo transmitir datos tanto de subida como de bajada a 800 kbps. Estos valores son cercanos a los que un ciudadano común utilizaría. Sin embargo, en situación de emergencia o catástrofe natural, se podría dar capacidad adicional en el lugar y momento adecuado.

En este sentido, las capacidades mínimas que se prevé demanden los cuerpos de seguridad en un esquema de red virtual, serán fácilmente atendibles con la capacidad que es capaz de proveer cualquier red comercial de banda ancha, cuyo diseño soporta la demanda de tráfico de un número mucho mayor de usuarios.

Considerando los 500,000 agentes de seguridad pública en el país, este esquema implicaría un costo anual de:

Costo de operación en una red privada virtual

$$36.852 \left[\frac{USD}{suscriptor * mes} \right] \times 12 [meses] \times 500,000 [suscriptores] = 225,684,000 [USD]$$

Si se consideran 500,000 oficiales y \$500 mensuales esto da \$250 000 000 mensuales o \$1 000 000 000 de pesos por trimestre, esto sería comparable al 3% de los \$36 000 000 000 de pesos que el operador Telcel vendió en México en Q1 2012. Considerando que las llamadas entre oficiales serían *on-net* no habría costos de interconexión a considerar en la rentabilidad del servicio. Es razonable pensar que la venta de conectividad de datos con ingresos mensuales asegurados de esta magnitud puede ser un incentivo para ofrecer el nivel de precio evocado en el estudio. Si el dispositivo no se subsidia obtener este nivel de ingresos por usuario permitiría una rentabilidad más grande que el actual plan Telcel1000.

Además, los cuerpos de seguridad pública deberán adquirir *smartphones* para el uso de estas redes de siguiente generación. En virtud de que actualmente no existe una referencia de costo de un equipo diseñado para operar en el esquema de segmentación A5, para efectos de este ejercicio se tomará en consideración un *smartphone* comercial con funcionalidades equivalentes a las que se prevé se requerirán para las aplicaciones de seguridad pública. En este caso se optó por una terminal marca Motorola, modelo Defy MB525, mismo que tiene un precio de mercado de 169.99

USD², entonces el costo de proveer a los cuerpos de seguridad y emergencia con estos equipos será de:

$$169.99 \left[\frac{USD}{\text{equipo}} \right] \times 500,000[\text{suscriptores}] \approx \mathbf{84,5[Millones USD]}$$

Es importante resaltar que la estimación anterior correspondería a un precio máximo que obtendrían los cuerpos de seguridad y emergencia ya que no considera ningún tipo de descuento, por lo que lo podemos considerar como un techo. Además, cabe subrayar que actualmente no existen equipos que operen bajo el esquema de segmentación A5, sin embargo resulta razonable estimar que los equipos terminales para operar en el esquema A5 tendrán costos y capacidades similares a los disponibles actualmente en otras bandas.

Cabe señalar, que así como en el caso de estudio para el despliegue de una red dedicada en el esquema A4, para el ejercicio de una red virtual en el esquema A5, no se contemplan los costos asociados al desarrollo de aplicaciones de software, ya que dicho desarrollo depende de las necesidades específicas de cada institución de seguridad. De hecho, en el esquema A4, al tratarse de terminales con plataforma propietaria cualquier aplicación adicional forzosamente tendría que ser desarrollada por el proveedor del equipo, en este caso de Motorola. Mientras que en el caso de estudio del esquema A5, al emplearse un equipo comercial basado en una plataforma abierta al desarrollo de aplicaciones, como lo es Android, iOS, Windows o Blackberry OS, cualquier aplicación específica de software puede ser desarrollada por la propia institución de seguridad pública.

Finalmente, es importante destacar que el objetivo de éste estudio no es la comparación entre equipos terminales, sino entre dos esquemas enfocados a proveer una solución para aplicaciones de seguridad pública.

El esquema estadounidense prejuzga la adopción de una tecnología y equipos sobre la banda de 700 MHz. Como contraparte, con segmentación APT y en el esquema de implementación de redes virtuales, los cuerpos de seguridad pública tendrán la oportunidad de optar por los equipos que mejor se ajusten a sus necesidades sin tener que sujetarse a los ofrecimientos técnicos de un proveedor específico, en virtud de la amplia gama de equipos con plataforma LTE que se prevé se encontrarán disponibles en el corto plazo.

² Precio al menudeo del smartphone sin bloqueo obtenido el 12 de septiembre de 2012 en la siguiente liga <http://www.amazon.com/Motorola-Defy-Unlocked-Cellphone-Warranty/dp/B00485CGHS/>. Cabe señalar que independientemente de la permanencia en el mercado de este modelo en particular, el orden de magnitud del precio de referencia se mantiene como el elemento importante para el diseño de política pública.

En la siguiente tabla se muestra un comparativo entre los dos escenarios, en donde es claro que los elevados costos asociados a la instalación y operación de una red dedicada que tendría que pagar el Estado, serían absorbidos indirectamente por los concesionarios en el escenario de una red virtual.

Esquema	Capex de la red (USD)	Opex (USD)
Red dedicada en A4	5,856,400,000	709,745,000
Red virtual en A5	84,995,000	225,684,000

Por otra parte, se muestra a continuación una comparación de las capacidades técnicas de un smartphone típico con las características que tendrían los equipos utilizados por los cuerpos de seguridad en la banda de 700 MHz. Como se mencionó anteriormente, actualmente no existen equipos para utilizarse con el esquema de segmentación A5, sin embargo, es razonable pensar que los equipos bajo A5 tendrán capacidades y costos similares a los teléfonos actuales.

Característica técnica	Esquema A4 (Motorola APX7500) (móvil para vehículo)	Esquema A4 (Motorola APX7000) (portátil de mano)	Esquema A4 (Motorola LEX 700) (portátil de mano)	Esquema A5 (equipo Motorola) (Smartphone)
Número de bandas	2	4	4	4
Tipo de Software	Propietario	Propietario	Propietario (Windows)	Código abierto (Android)
GPS	Sí	Sí	Sí	Sí
Tasa de transmisión de datos	9.6 kbps	N/A	No especifica.	3.6 Mbps
Memoria almacenamiento	N/A	64 MB	Hasta 32 GB	Hasta 32 GB
Memoria RAM	N/A	N/A	1 GB	512 MB
Cámara	No		8 MP	5 MP
Pantalla	Display LCD de 3 colores.	Display LCD, con todos los colores, 4 línea de texto x 14 caracteres	4" 800x480 WVGA	3.7" 854x480 WVGA
Videollamadas	No	No	No	Sí
Envío de imágenes	No	No	Sí	Sí
Puertos	USB	USB	USB 2.0	microUSB v2.0
Peso [kg]	3.17	0.335	0.233	0.188
Dimensiones	50.8 x 177.8 x 218.4 mm)	5.07" x 2.34" x 1.57"	5.3 x 2.8 x 0.7 in	107 x 59 x 13.4 mm
Temperatura de	-30°C /+60°C	-30°C /+60°C	-10°C /+55°C	N/A

operación				
Batería	N/A	2100 mAh	1930 mAh	1540 mAh

Por otro lado, en el esquema de la red privada virtual no existen consideraciones de costos de interconexión, debido a que las comunicaciones se realizan sobre IP, en las que por definición no existen costos de interconexión. Un ejemplo de esto es cuando un usuario realiza una búsqueda en Google, la búsqueda puede realizarse en los servidores ubicados en California, Florida o Brasil, sin que al usuario le cueste más la interconexión a estos puntos. Similarmente, las comunicaciones de la VPN se realizarán sobre IP, y los usuarios no pagarán costos de interconexión porque no existen. Esto es, dada la naturaleza de las comunicaciones basadas en IP, aún en transacciones que involucren el empleo de redes de diferentes operadores, dichas transacciones serán *de facto* equivalentes en términos de negocios a comunicaciones en modalidad *on-net*.

En el mundo IP el concepto de interconexión para eventos de conectividad *generados por un usuario* no existe.

En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos en la materia, los teléfonos comerciales tienen la ventaja de operar incluso hasta en 4 ó más bandas de frecuencias, por lo que en el esquema propuesto de VPN los usuarios de seguridad pública harán uso de la red de datos LTE en la banda de 700 MHz, mientras que para comunicaciones de voz podrán utilizar otras bandas y otras tecnologías, hasta en tanto se alcance un estado de madurez apropiado en la implementación de estándares como Voz sobre LTE (VoLTE). Sin embargo, empresas como Ericsson, Nokia Siemens Networks, Alcatel-Lucent y Huawei indican que VoLTE será implementable comercialmente en Q1 2013.

IV. Bandas alternativas

Actualmente los servicios de seguridad pública en el país ya gozan de espectro dedicado en diversas frecuencias como se ve en siguiente tabla:

Espectro dedicado actualmente para aplicaciones de seguridad

Banda [MHz]	MHz disponibles	Entidades que las usan
380-400	20	Federales y Estatales
1525-1544	19	Banda "L" operada por Telecomm
1545-1559	14	Banda "L" operada por Telecomm
1626.5-1645.5	19	Banda "L" operada por Telecomm
1646.5-1660.5	14	Banda "L" operada por Telecomm
821-824	3	Estatales y municipales
866-869	3	Estatales y municipales

Banda [MHz]	MHz disponibles	Entidades que las usan
4940-4990	50	Federales, estatales y municipales
Total	142	

Como se puede observar, los cuerpos de seguridad tienen asignado actualmente más de 100 MHz de espectro dedicado, lo que deja constancia de la suficiencia espectral para que las entidades de Seguridad Pública desarrollen sus tareas de comunicación y que en adición puedan desplegar redes más amplias en estas bandas para cubrir sus necesidades institucionales.

Considerando solamente la red IRIS de la SSP, ésta cuenta con 20MHz de espectro contiguo (380-400 MHz), lo cual es comparable al espectro contiguo que cualquier operador móvil del mundo posee. El espectro en 400 MHz de la red IRIS permite tener menos de la mitad de sitios que se tendrían en 700MHz y representa un patrimonio espectral muy valioso, debido a su gran valor y funcionalidad, este espectro está reservado en EUA para aplicaciones militares.

Es conveniente señalar que la mayoría las bandas mencionadas anteriormente, no están identificadas como IMT, por lo que no resultan atractivas para ser usadas comercialmente. Además, el espectro de uso oficial se otorga bajo demanda, los cuerpos de seguridad y las entidades gubernamentales solicitan a la autoridad la asignación de canales en determinadas bandas. Aún cuando alguna agencia gubernamental solicitara más espectro, hay margen de maniobra en otras bandas para proveerles.

Referencias

- Gildert, P. (2006, 29-Enero). *Power System Efficiency in Wireless Communication*, Ericsson. Retrieved 2012, 11-Julio from http://www.apec-conf.org/2006/APEC_2006_SP2_1.pdf
- Hinojosa, F. C. (2012, 6-Enero). *Presidencia de la República*. Retrieved 2012, 11-Julio from <http://www.presidencia.gob.mx/2012/01/el-presidente-calderon-en-la-ceremonia-conmemorativa-del-dia-de-la-enfermera-2/>
- Inegi. (2011). *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos* (Vol. 2). México, D.F.: INEGI.
- México, B. d. (2012). TIPO de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera pagaderas en la. In *Diario Oficial de la Federación* (p. 672). D.F. Mexico: Secretaria de Gobernación.
- México, B. d. (11 Julio 2012). TIPO de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera pagaderas en la República Mexicana. In *Diario Oficial de la Federación* (p. 108). D.F.: Secretaria de Gobernación.
- Unión, C. d. (2011). *PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN PARA EL EJERCICIO FISCAL 2012*. D.F.