



Universidad
Industrial de
Santander

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



**DESARROLLO DE UN SERVICIO DE TELEMETRIA PARA EL REGISTRO
GEOREFERENCIADO DE LA RADIACION NO IONIZANTE**

JUAN CARLOS LUNA BARAJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA**

2010



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



**DESARROLLO DE UN SERVICIO DE TELEMETRÍA PARA EL REGISTRO
GEOREFERENCIADO DE LA RADIACION NO IONIZANTE**

JUAN CARLOS LUNA BARAJAS

**Proyecto de investigación para optar al título de:
Ingeniero de sistemas**

Director

PhD. Homero Ortega Boada

Codirector

MsC. Jose Luis Leal Gómez

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA**

2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien a Su Hijo envió a morir en una cruz por amor a los hombres, por ser el sustento de mi vida.

A mi madre, quien con sincero amor sigue aún luchando abnegadamente por bendecir a nuestra familia.

A mi padre por su valioso e incondicional apoyo.

A mi hermana Ángela, por esta linda amistad, desde el vientre de nuestra madre.

A Ahilen Flórez, por darme la oportunidad de pertenecer una increíble familia.

A Jennifer Paola Flórez, mi princesa y mi amor, por tres años de una romántica aventura que sólo está comenzando.

Al doctor Homero Ortega, por su espíritu de liderazgo, sin el cual hubiera sido imposible la realización de este proyecto.

A José Luis Leal Gómez, por su constante asesoría, confianza depositada y visión del entorno de las redes actuales, la cual guió el desarrollo.

A César Camilo Rodríguez, por la disposición abierta para compartir sus conocimientos y experiencia referente a de la radiación no ionizante y gestión del espectro.

Al Grupo de Investigación RadioGIS, por proveer un ambiente fresco, amigable, acogedor y “counteriano” para el desarrollo de la labor científica e investigativa.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	21
1. OBJETIVOS.....	22
1.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	23
3. JUSTIFICACIÓN.....	26
4. MARCO TEÓRICO	30
5. COMPONENTES SOFTWARE ASOCIADOS AL PROVEEDOR DEL SERVICIO....	31
5.1 INTRODUCCIÓN.....	31
5.2 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	32
5.3. ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA INFORMACIÓN DEL SERVICIO	33
5.4 DESARROLLO A NIVEL DE CAPA DE DATOS	35
5.5 DESARROLLO EN LA CAPA DE NEGOCIOS.....	43
5.6 DESARROLLO EN LA CAPA WEB.....	54
6. SOFTWARE ESPECIALIZADO EN LA GESTION DE LA MEDICIÓN GEOREFERENCIADA DE RADIACION DE RADIOFRECUENCIAS Y TELEMETRIA.....	59
6.1 ESTÁNDARES, LÍNEAS GUÍAS Y REGULACIONES.....	60
6.2 ANTECEDENTES.....	60
6.2.1 Del Proceso y los Instrumentos de medición:.....	60
6.2.2 Otros Software	62
6.3 SOFTWARE COMO PARTE DE UN SERVICIO: CARACTERÍSTICAS GENERALES	63
6.4 DISEÑO E IMPLEMENTACION.....	64
6.4.1 Interfaces de usuario.....	68

6.4.2	Módulo para la Gestión del Repositorio Local	77
6.4.3	Módulo de Telemetría.....	79
6.4.4	Módulo de Configuración.....	83
7.	MEDICIONES EN UNA ZONA PILOTO	85
7.1	PLANES DE MEDICIÓN	87
7.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS CAMPAÑAS DE MEDICIONES.....	89
7.2.1	Resultados obtenidos en la Fase 1.....	89
7.2.2	Resultados obtenidos en la Fase 2.....	90
7.2.3	Resultados obtenidos en la Fase 3.....	91
8.	VISOR MÓVIL.....	93
8.1.	DISEÑO Y CASOS DE USOS	93
8.2	RESULTADOS	94
8.3.	USO DE LOS GEOSERVICIOS.....	96
9.	CONCLUSIONES	100
	BIBLIOGRAFIA.....	102
	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA.....	106
	ANEXOS.....	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modelo general propuesto en Praconco.....	27
Figura 2. Visión General del Servicio para el registro y consulta asociado a las mediciones de RNI.....	33
Figura 3. Aplicación Empresarial según modelo Java EE 5.....	35
Figura 4. Base de Datos relacional del Servicio de Registro y Consulta – PostgreSQL 8.4 (PostGIS 1.5.1)....	37
Figura 5. Definición SQL de la Tabla spatial_ref_sys.....	38
Figura 6. Estructura del repositorio XML de dispositivos WURFL.....	40
Figura 7. Tipos de clases Java utilizados en los módulos Enterprise JavaBeans del Servicio Desarrollado	44
Figura 8. Clase Entidad “Campaign”	45
Figura 9. Diagrama de Clases de Entidad	47
Figura 10. Diagrama de Clases Regulares que interactúan directamente con Tablas	47
Figura 11. Módulo EJBSymot desde la vista de Paquetes de Clase en Netbeans v. 6.7.1.....	49
Figura 12. Diagrama de Clases - módulo EJBAadaptacion.....	50
Figura 13. Paquetes de Clases – <i>Módulo EJBSymot</i>	51
Figura 14. Fragmento de código fuente del session bean “CampaignFacade” y el uso de anotaciones	53
Figura 15. Aplicación Web (orientada a presentación) – Geoportal	54
Figura 16. Documento wsdl asociado al ServicioWeb ConsultasSymotWS.....	58
Figura 17. Componentes del lado del Servidor desarrollados – Vista Glassfish	58
Figura 18. Symot 2.0, como parte del Servicio de Monitoreo del Espectro de RadioGIS	63
Figura 19. Diagrama de Casos de Uso para la herramienta Software.....	65
Figura 20. Estructura de módulos de clases Symot 2.0.....	67
Figura 21 Creación de una Nueva Campaña de Medición	68
Figura 22. Asistente para la configuración de Hardware	69
Figura 23. Probar conectividad con instrumento de Medición.....	70
Figura 24. Adquisición de Coordenadas.....	71
Figura 25. Captura desde el Software de valores de intensidad de Campo Electromagnético	71
Figura 26. Envío remoto de los datos geo-referenciados	72
Figura 27. Resultados en Mapa, y valores máximo, mínimo, y promedio para cada sitio.....	73
Figura 28. Formato de la trama GPGGA, según NMEA	74
Figura 29. Estructura XML del Repositorio Local de Datos	79
Figura 30. Servicio Web para el Registro de Datos Georeferenciados.....	80
Figura 31 Métodos Web disponibles en <i>EntradaWS</i>	80

Figura 32. Agregando una referencia al servicio <i>EntradaWS</i> en el entorno de .NET	83
Figura 33. Rutina de envío remoto de datos pendientes	84
Figura 34. Zona piloto para las pruebas de medición (Barrio Provenza)	85
Figura 35. Distribución georreferenciada de radiación para la Fase 1.....	90
Figura 36. Diagrama de casos de uso para el visor Móvil	93
Figura 39. Operaciones del Proceso para la Consulta Móvil	97
Figura 40. Respuesta de <i>GetFeatureInfo</i> en formato html.....	98
Figura 41. Posición de RNI en el Espectro Electromagnético.....	109
Figura 42. Campo cercano y lejano.....	115
Figura 43. Fuentes Terrestres y Extraterrestres Naturales de radiación de RF	116
Figura 44. Recomendaciones ICNIRP para límites de exposición ocupacional y para el público en general	126
Figura 45. Zonas de Exposición.....	129
Figura 46. Límites de referencia ICNIRP para Campo Eléctrico	130
Figura 47. Límites de Referencia ICNIRP para Campo Magnético	131
Figura 48. Límites de exposición según el decreto 195 de 2005	132
Figura 49. Evolución Esperada de la Redes de Telecomunicaciones actuales hacia NGN.....	135
Figura 50. Arquitectura interna Servicios Web.....	149
Figura 51. Arquitectura de una Aplicación Empresarial	156

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de grupos de atributos disponibles para los móviles	42
Tabla 2. Requerimientos en función del usuario	65
Tabla 3. Códigos de Errores en la invocación de los métodos web	81
Tabla 4. Resultados de las mediciones de la Fase 1	89
Tabla 5. Resultados de las mediciones de la Fase 2.	91
Tabla 6. Resultados de las mediciones de la Fase 3.	92
Tabla 7. Inventario de Casos de uso Generales	93
Tabla 8. Parámetros del Geoservicio WMS	96
Tabla 9. Cantidades y unidades usadas en la banda de Radio Frecuencia.....	114
Tabla 10. Intensidad de campo eléctrico y corriente inducida medida en la vecindad de las antenas de RF .	117
Tabla 11. Mediciones hechas a distancias nominales de la torre de estación base. Unidades en $W \cdot m^{-2}$	123
Tabla 12. Soporte de servicios OGC en los servidores de mapas	145
Tabla 13. Tecnologías usadas en la capa web	158

GLOSARIO

ABSORCIÓN: En radio propagación de ondas, atenuación de una onda de radio debido a la disipación de su energía. Por ej. Conversión de su energía en otra forma, tal como el calor.

AGUDA: A corto plazo, consecuencia inmediata.

ALARA: Una política de precaución. “As Low As Reasonably Achievable” (Tan bajo como sea razonablemente alcanzable), usada para minimizar riesgos, tomando en cuenta diferentes factores, tales como costos, beneficios, o factores de factibilidad. Solamente es apropiada cuando se considera un riesgo estocástico que no tiene ningún umbral. Originalmente usada para radiaciones ionizantes.

APLICACIÓN: Un conjunto estructurado de capacidades, el cual provee un valor agregado de funcionalidad, apoyado por uno ó más servicios, los cuales pueden ser soportados por un API.

APLICACIÓN EMPRESARIAL: Definida en la especificación de Java EE, es una aplicación basada en el modelo de aplicación multicapa distribuida, en donde la lógica es dividida en componentes funcionales, posiblemente instalados en diferentes máquinas, dependiendo de la capa Java EE a la cual pertenece dicho componente.

ASOCIACIÓN: En epidemiología, una conexión establecida en base a los cálculos estadísticos en el sentido que, en individuos que exhiben ciertos datos clínicos, ciertos factores ambientales aparecen más frecuentemente en individuos que no tienen dichos datos clínicos. La existencia de una asociación no constituye prueba de una causal de enlace, pero puede implicar un aviso de la necesidad de investigación adicional.

CALIDAD DE LA EXPERIENCIA (QoE): Es la aceptabilidad total de una aplicación o servicio, en la forma en que es percibido subjetivamente por el usuario final.

CALIDAD DEL SERVICIO (QoS): Es el efecto colectivo del rendimiento del servicio, el cual determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio. (Recomendación UIT E.800)

CEM: Abreviatura para campos eléctricos y magnéticos o campos electromagnéticos.

CLIENTE: En el contexto de los Servicios, el cliente compra productos o servicios de una Empresa/Entidad ó recibe ofertas ó servicios gratuitos. Un cliente puede ser una persona ó un negocio, y podrían existir muchos usuarios por cliente.

COMPONENTE JAVA EE: Es una unidad funcional de software auto-contenedora que puede ir ensamblada dentro de una Aplicación Empresarial, a través de clases relacionadas y archivos de configuración, que lo comunica con otro(s) componente(s). Ejemplo: Aplicaciones clientes, applets, servlets, JSF, JSP, EJBs. Unos están diseñados para correr sobre servidores de aplicaciones, otros en el lado del cliente.

EMC: Compatibilidad electromagnética, propiedad de un aparato eléctrico o electrónico de funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético sin introducir señales interferentes a dicho ambiente.

DOSIMETRÍA: La técnica para determinar la cantidad de energía electromagnética absorbida en el cuerpo o sus tejidos.

DSTEL: Desarrollador de Servicios de Telecomunicación.

EFECTO: Cambio en el estado o dinámica de un sistemas causado por la acción de un agente.

ELF: Frecuencias extremadamente bajas, entre cero y 300 Hz.

EMISIÓN: Generalmente las emisiones son sustancias descargadas en el aire; en este libro las emisiones son ondas electromagnéticas radiadas por una fuente (ej. Línea eléctrica o antena).

EPIDEMIOLOGÍA: Estudio de la enfermedad y salud en poblaciones humanas y de los factores que las influyen.

ESTACIÓN BASE: Una estación base consiste de la antena ó antenas emisora(s) de radiación electromagnética en el rango de radiofrecuencias, la estructura de soporte, el gabinete de equipos y la estructura del cable.

EVALUACIÓN DE RIESGO: Un proceso formal usado para describir y estimar la probabilidad de resultados adversos a la salud proveniente de exposiciones ambientales a un agente. Los cuatro pasos son la identificación del peligro, la evaluación de la relación dosis-respuesta, la evaluación de la exposición y la caracterización del riesgo.

EVITACION PRUDENTE: Medidas de precaución que pueden ser tomadas para reducir la exposición del público a pequeño o modesto costo, donde prudente se refiere a los gastos.

EXPOSICIÓN: Concentración, cantidad o intensidad de un agente particular que alcanza un sistema dado.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL: Toda exposición a CEM experimentada por individuos en el curso de realización de sus trabajos.

EXPOSICIÓN PÚBLICA: Toda exposición a CEM experimentada por los miembros del público en general, excluyendo la exposición ocupacional y la caracterizada por el nivel y la duración de la exposición durante procedimientos médicos.

FACTOR DE REDUCCIÓN: Magnitud del factor de reducción o “factor de seguridad” en los límites de exposición que incorporan las incertidumbres en los datos.

FRECUENCIA: El número de ondas completas o ciclos por segundo que pasan por un determinado punto. La unidad es el Hertz (1 Hz = 1 ciclo por segundo).

FRECUENCIA INTERMEDIA (FI): Campos electromagnéticos en el rango de frecuencia de 300 Hz a 10 MHz.

IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, es una agencia especializada de la Organización Mundial de la Salud. Su misión es coordinar y conducir investigación sobre las causas del cáncer humano, los mecanismos carcinogénesis y el desarrollo de estrategias científicas para el control del cáncer.

ICNIRP: Comisión Internacional de Protección con la Radiación No Ionizante, es una organización científica internacional independiente cuyos objetivos son proporcionar recomendaciones y consejos sobre los peligros a la salud provenientes de la exposición a las radiaciones no-ionizantes. Tiene relaciones formales con la Organización Mundial de la Salud, la Organización Internacional del Trabajo y la Comisión de Comunidades Europeas.

INCERTIDUMBRE: Conocimiento imperfecto del estado de un sistema bajo consideración.

INTERFAZ DE RED DE USUARIO (UNI): En el contexto de NGN, es una interfaz entre equipo de usuario y terminación de la red en cuya interfaz funcionan los protocolos de acceso. Ésta interfaz no está limitada a un único protocolo.

JAVA EE (Java Enterprise Edition): Plataforma para desarrollo de aplicaciones empresariales, basado en lenguaje Java, y en un estándar de facto del Java Community Process, para el desarrollo de componentes de software modular sobre servidores de aplicaciones. Esta plataforma introduce un modelo de programación simplificado, que define una arquitectura para la implementación de servicios como una aplicación multicapas.

JPA: API para la persistencia en Java, el cual provee un camino automático para el mapeo objeto-relacional para la administración de datos relacionales en el contexto de la programación orientada a objetos, específicamente dentro “Enterprise Beans”, componentes web, y aplicaciones clientes.

LÍMITE DE EXPOSICIÓN: Valores de parámetros específicos relacionados a la intensidad del campo electromagnético al cual la gente puede estar máximamente expuesta. Una diferencia es hecha entre restricciones básicas y niveles de referencia.

MICROONDAS: Campos electromagnéticos de onda suficientemente corta para los cuales se pueden hacer uso, en transmisión y recepción, de las técnicas de guías de ondas y cavidades asociadas. Este término es utilizado para referirse a la radiación o campos en el rango de frecuencias de 300 MHz a 300 GHz.

NIVELES DE REFERENCIA: Valores de la intensidad de campo eléctrico y magnético que son derivados de las restricciones básicas y que sirven para establecer si las restricciones básicas están siendo satisfechas. La medición de las cantidades que forman los fundamentos de las restricciones básicas no es fácil, mientras que las intensidades de campos eléctrico y magnético son fácilmente medibles.

NIVEL DE UMBRAL: Mínimo valor del parámetro de exposición necesario para la observación primaria de un efecto.

OMS: Organización Mundial de la Salud, agencia de las Naciones Unidas con el mandato de actuar como autoridad directora y coordinadora del trabajo mundial sobre salud, promoviendo la cooperación técnica, asistiendo a los gobiernos en el fortalecimiento de los servicios de la salud y trabajando hacia la prevención y control de las enfermedades epidémicas, endémicas y otras.

PERCEPCIÓN DEL RIESGO: La forma que un individuo o un grupo percibe y valoriza un cierto riesgo. Un riesgo o peligro particular puede tener un significado diferente dependiendo del individuo y contexto.

PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN: El principio de tomar medidas para limitar a cierta actividad o exposición, aún cuando no haya sido totalmente establecido que la actividad o exposición constituye un peligro a la salud.

PROVEEDOR DE RED: Es la organización que mantiene y opera los componentes de red que soportan a los servicios. Un proveedor de red puede también llegar a tomar más de un rol, por ejemplo como proveedor de servicios.

PROVEEDOR DE SERVICIOS: Es una referencia general a un operador que provee servicios de telecomunicación NGN a clientes y otros usuarios, ya sea por tarifa o contrato básico. Un proveedor de servicios puede ó no operar una red, y puede ó no ser un cliente de otro servicio.

RADIACIÓN NO IONIZANTE: Las Radiaciones No-Ionizante (RNI) son ondas electromagnéticas que tienen energías fotónicas muy débiles para romper los enlaces atómicos.

RADIOFRECUENCIA (RF): Cualquier frecuencia a la cual la radiación electromagnética es útil en telecomunicaciones, generalmente se define el rango de 10 MHz a 300 GHz.

REGULACIÓN: Un conjunto de reglas, usualmente bajo una ley de parlamento.

RENDIMIENTO DE RED (NP): Dentro de la terminología de NGN, mide el rendimiento de la red en términos completamente medibles para el proveedor de red, usado con propósitos de diseño, configuración, operación y mantenimiento. Es el rendimiento asociado al servicio medido desde la interfaz de red a interfaz de red.

RESTRICCIÓN BÁSICA: Límites de exposición basados en la salud que se relacionan a ciertos fenómenos electromagnéticos, que si exceden pueden conducir a un deterioro de la salud, en el cuerpo humano. Para los campos estáticos estos límites son intensidades de campo eléctrico y magnético, para los campos alternos hasta los 10 MHz, son las corrientes inducidas en el cuerpo, para los campos alternos con frecuencias mayores a 100 kHz, estos límites son la conversión en calor que tiene lugar en el cuerpo. Entre 100 kHz y 10 MHz hay que tomar en cuenta tanto la inducción de corrientes como la generación de calor.

RIESGO: La probabilidad de un resultado específico, generalmente adverso, dado un conjunto particular de condiciones.

SALUD: Un estado de completo bienestar físico, mental y social y no meramente la ausencia de enfermedad.

SALUD PÚBLICA: La ciencia y la práctica de proteger y mejorar la salud de una comunidad, tanto por la práctica de medicina preventiva, educación de la salud, control de las enfermedades contagiosas, aplicación de las medidas sanitarias y monitoreo de los peligros ambientales.

SEGUIMIENTO DEL RIESGO: El proceso de monitoreo y la provisión de realimentación a las etapas siguientes del proceso de gestión del riesgo con sistemas de seguimiento coleccionando datos en el tiempo sobre factores de riesgos y los resultados en la salud.

SERVICIO: Tarea o conjunto de tareas ó funciones desarrolladas por un proveedor, dispuestas para un usuario.

SERVICIO DE TELECOMUNICACIÓN: Es un servicio, el cual implica procesamiento automatizado, almacenamiento y suministro de información (incluyendo voz, datos, imagen y video) a través de las redes de telecomunicación.

SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACION (LBS): Servicio proveído por algún operador ó tercero, personalizado, ofrecido a usuarios basándose en información de ubicación geográfica de éstos en un momento determinado. Para su operación utiliza tecnología de SIG, alguna tecnología de posicionamiento, GPS en el cliente ó Servicio de posicionamiento suministrado por el Operador de red.

SERVIDOR DE APLICACIONES (AS): Una unidad que soporta la ejecución de un servicio, ej. El control de Servidores de llamadas y recursos especiales NGN (ej. Servidor de Media, mensajes).

SIG: Sistema de Información Geográfica, es una integración organizada de Hardware, Software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

SUSCRIPTOR: La persona u organización responsable por firmar los contratos de servicios y por pagar dichos servicios. Pueden existir varios usuarios por suscriptor.

TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR): La tasa a la cual la energía es absorbida en los tejidos del cuerpo en vatios por kg (W/kg); el SAR es la medida dosimétrica que ha sido ampliamente adoptada en frecuencias por encima de 100 KHz.

TELECOMUNICACIÓN: Cualquier transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritura, imágenes y sonidos ó inteligencia de cualquier naturaleza a través de sistemas por cable, radio, ópticos u otros electromagnéticos. (Definición UIT, 1012).

UIT (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION): Es la organización más importante de las Naciones Unidas en lo que concierne a las tecnologías de la información y la comunicación. En su calidad de coordinador mundial de gobiernos y sector privado, la función de la UIT abarca tres sectores fundamentales, a saber: radiocomunicaciones, normalización y desarrollo.

USUARIO, USUARIO FINAL: Un ente humano, organización, ó sistema de telecomunicación que accede a una red con propósitos de comunicación a través de los servicios proveídos por dicha red. Es una entidad usando el servicio en la interfaz con la red, en UNI, ó asociada con el dispositivo en UNI.

RESUMEN

TITULO: DESARROLLO DE UN SERVICIO DE SERVICIO DE TELEMETRIA PARA EL REGISTRO GEOREFERENCIADO DE LA RADIACION NO IONIZANTE*

AUTOR: JUAN CARLOS LUNA BARAJAS**

PALABRAS CLAVES: Radiación No Ionizante, Servicios Web, Servicios Basados en Localización, Java EE, Redes de Próxima Generación.

DESCRIPCION:

El gran auge de las telecomunicaciones hoy, y de las tecnologías de radiodifusión en que están apoyadas, ha creado la necesidad de crear herramientas abiertas al público en general, así como a los entes regulatorios, para conocer y evaluar los niveles de radiación no ionizante en relación con las recomendaciones internacionales de organizaciones como la OMS, la UIT, y las mismas leyes colombianas, para asegurar la protección de la salud pública. Se plantea un camino de solución, a través del desarrollo de un servicio orientado a redes de próxima generación, en donde el autor actúa como Desarrollador de Servicios de Telecomunicaciones, apoyado en tecnologías para la implementación de software distribuido de última generación, sistemas de información geográfica, técnicas e instrumentación para la recolección de información de radiación no ionizante, visión de convergencia de redes, y con el apoyo del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnologías e Innovación, Colciencias, de la República de Colombia, y del grupo de investigación RadioGIS de la Universidad Industrial de Santander. El presente trabajo corresponde a la investigación para obtener el título de ingeniería, mediante el cual se propone un Servicio, y su posterior desarrollo, en base a la plataforma de desarrollo, orientada a NGN, del grupo de investigación RadioGIS.

* Proyecto de Investigación

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas, Ingeniería de Sistemas. Director: PhD. Homero Ortega Boada. Profesor Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones – UIS. Codirector: MSc José Luis Leal Gómez

ABSTRACT

TITLE: GEO-REFRENCED REGISTRY OF NON-IONIZING RADIATION THROUGH A TELEMETRY SERVICE*

AUTHOR: JUAN CARLOS LUNA BARAJAS**

KEY WORDS: Non-Ionizing Radiation, Web Service, Location Based Services, Java EE, Next Generation Network.

DESCRIPTION:

The electromagnetic environment consists of natural radiation and man-made electromagnetic fields that are produced either intentionally or as by-products of the use of electrical devices and systems. In fact, mobile and wireless communication industry has undergone rapid growth; in many countries the take-up rate is approaching and sometimes exceeding 100%. Wireless communication devices are used widely in all parts of modern society. Telecommunication is based in broadcasting, and this has as a basic goal to distribute radiofrequency electromagnetic energy over large areas around transmitter sites. That is why general public, as well as regulatory authorities, need to get access to relevant information about non-ionizing radiation levels in order to evaluate risk for public health, it based on international organization recommendations, like OMS, ITU, and constitutional laws. This project provides a software-based solution, where author acts as a Developer of Telecommunications Services, under the Next Generation Networks vision , and supported by technologies for server and mobile programming, geographical information systems, advanced non-ionizing radiation measurement instruments, NGN-based schemes, Colombian State through *Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnologías e Innovación de Colombia, Colciencias*, and the RadioGIS Research Group of *Universidad Industrial de Santander*. This work relates to research for the degree of engineering.

* Thesis Project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineerings. Engineering of System and Computer Science. Thesis Headmaster: PhD Homero Ortega Boada. Deputy Thesis HeadMaster: MSc José Luis Leal Gómez

INTRODUCCION

La preocupación pública sobre los posibles efectos en la salud de los Campos electromagnéticos (CEM) ha llevado a la comunidad científica a la elaboración de miles de estudios. Los riesgos potenciales de la exposición a los Campos electromagnéticos de instalaciones como líneas de energía eléctrica y estaciones base de telefonía móvil presentan un difícil conjunto de retos para los responsables. Los retos incluyen determinar si hay peligro por la exposición a los Campos Electromagnéticos y cuál es el impacto potencial en la salud, es decir, la determinación del riesgo; reconocer las razones de porque el público podría estar preocupado, es decir, percepción del riesgo; e implementar políticas que protejan la salud pública y respondan a las preocupaciones del público, es decir, gestión del riesgo. Responder a estos retos requiere involucrar individuos y organizaciones con el conjunto exacto de competencias, combinando la pericia científica relevante, fuertes habilidades de comunicación y buen juicio en las áreas de gestión y regulación.

Por otro lado, el ambiente actual de las telecomunicaciones plantea nuevos retos a la luz de las Redes de Próxima Generación. NGN trae desde su origen, el desarrollo de una capa de Servicios independiente de la naturaleza de la red. Poder combinar un Servicio de Telecomunicaciones, orientado a NGN, con un contenido dirigido a proveer información especial con respecto a la radiación no ionizante, podría resultar en un aporte tecnológico con miras a resolver un problema de salud pública.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Servicio Basado en Localización para apoyar la gestión del espectro radioeléctrico mediante la adaptación de equipos especializados en la medición de radiocomunicaciones a la Plataforma de Servicios NGN de RadioGIS¹.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar e implementar un Servicio basado en localización para el registro y consulta de la Radiación No Ionizante, sobre la Plataforma NGN de RadioGIS, siguiendo el estándar Java EE 5.
- Desarrollar e implementar una aplicación software que permita gestionar el proceso de captura de datos *geo*-referenciados de niveles de Radiación No Ionizante, controlando a través de una interfaz remota instrumentos NARDA NBM de la Serie 500, para la lectura de radiación, y adquiriendo posicionamiento a través de la comunicación con dispositivos GPS.
- Realizar pruebas piloto en lugares estratégicos de la ciudad para la valoración del Servicio LBS del Registro mencionado.
- Desarrollar un aplicativo móvil para dispositivos Pocket PC, que permita validar el Servicio LBS desarrollado, a través de la Consulta de las Mediciones realizadas en la prueba piloto.

¹ Grupo de Investigación y Desarrollo (I+D) asociado a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E3T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Nos encontramos en una época donde el auge de las comunicaciones inalámbricas es exponencial, permitiendo elevar la calidad de vida de la población, estimular la economía e integrar nuevos y múltiples servicios. Pero como en la mayoría de los avances tecnológicos, se requieren cuidados con el fin de no alterar el medio ambiente. Se deberían evaluar siempre los beneficios reales de las tecnologías a la población y los "efectos secundarios" directos e indirectos que conllevan.

Principalmente la contaminación electromagnética o "electrosmog" es un flagelo que empieza a incrementarse en proporción con los desarrollos y expansión de tecnologías inalámbricas. El funcionamiento de la célula y el sistema nervioso del ser humano está basado en la existencia de corriente directa y energía pulsada y por ello se cree que el uso de medios inalámbricos produce distorsiones en las células humanas. Como dato importante el número de usuarios de telefonía móvil celular en Colombia ya ha sobrepasado los 40 millones de abonados según las estadísticas de organismos como la CRT (Comisión Reguladora de las Telecomunicaciones), y no existe un control de los niveles de radiación de toda la infraestructura necesaria para cubrir esta demanda.

La preocupación de la población es plenamente justificada tanto por los estudios de la OMS, el creciente número de elementos radiantes en nuestro entorno, el extraño incremento de enfermedades, como las neurológicas y el cáncer, en personas de todas las edades (incluyendo niños y jóvenes). La OMS por iniciativa de su Comité Internacional, recomendó en Junio de 2007 durante su XXII reunión en Ginebra, que se tomen medidas para reducir la exposición a los campos electromagnéticos a fin de prevenir los efectos negativos para la salud de una exposición prolongada.

Son innumerables las quejas y denuncias que hace la población por los problemas que pueden generar para la salud al estar conviviendo cerca de torres de comunicaciones, principalmente de telefonía celular y televisión, según reportes del Ministerio de Comunicaciones; el caso médico más crítico reportado por el periódico nacional EL TIEMPO en abril de 2007 se presentó en octubre de 2006 en Bogotá, en donde a Carlos Adolfo Sosa el doctor William Rea, del Environmental Health Center, en Dallas, Estados Unidos, le diagnosticó encefalopatía tóxica, sensibilidad electromagnética y trastorno del sistema nervioso, enfermedad más conocida como síndrome de microondas; problema de salud que adquirió por convivir con una torre de microondas cerca de su casa.

Por otro lado, numerosos estudios científicos alrededor del mundo como el Informe Reflex de la Unión Europea (2004), de la Agencia Internacional de Investigación sobre el cáncer (IARC), de la Asociación de estudios geobiológicos (GEA), del Instituto Karoliska de Estocolmo, de la Universidad de Warwick y del Instituto Internacional de Biofísica de Alemania han vinculado las ondas electromagnéticas de las antenas de telefonía celular con casos de cáncer, y particularmente de leucemia, tumores cerebrales, depresión, afectaciones al sistema nervioso y circulatorio, lesiones en la piel, alteración del ritmo cardíaco, alta presión sanguínea, stress, jaquecas, mareos, dolor de cabeza, pérdida de memoria, insomnio, depresión, angustia, dificultades en la concentración, ruidos y zumbidos en los oídos, ruptura de la barrera hematoencefálica, cambios hormonales, ritmos circadianos y síndrome de radiofrecuencias, entre otros padecimientos. Especialmente amenazados se encuentran las mujeres en estado de embarazo, los niños, los adolescentes y las personas mayores y enfermas.

En la actualidad no existe ningún medio para que el público general, los entes regulatorios, las empresas de radiodifusión, las organizaciones de salud ó los grupos que investigan el tema, puedan acceder a información de los niveles de radiación electromagnética en un lugar de interés. Esto impide que: las empresas radiodifusoras tengan un control total sobre sus emisiones; las autoridades

encargadas del tema puedan verificar que se cumplan con las leyes impuestas en cuanto a los límites permitidos; las personas comunes se informen de las zonas en donde pueden correr más peligro; y los grupos de investigación científica, puedan usar la información para estudios epidemiológicos de los efectos.

3. JUSTIFICACIÓN

El Grupo de Investigación RadioGIS es un grupo multidisciplinario interesado en el desarrollo de Servicios de Telecomunicación. Sus intereses se centran en las redes de telecomunicación, las tecnologías y modelos subyacentes de dichas redes, los modelos de radio propagación, y la gestión del espectro radioeléctrico. Especial interés en los últimos años cobran el futuro de las Telecomunicaciones, la convergencia de las redes, y las redes de próxima generación.

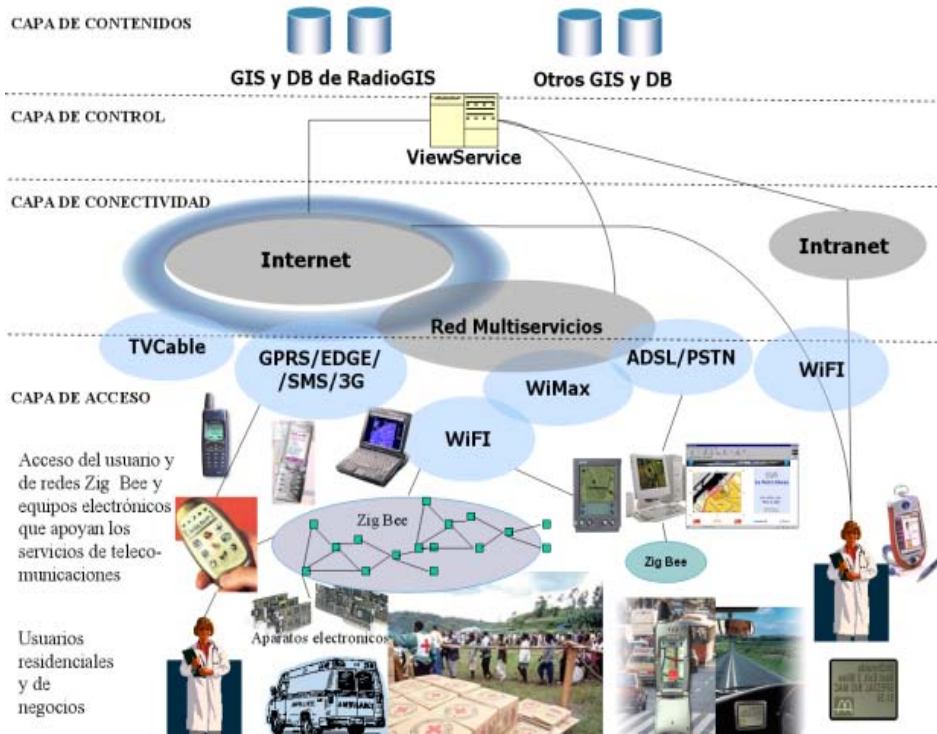
Debido a esto, RadioGIS ha venido trabajando en los dos últimos años en el diseño de una plataforma orientada a prestar servicios de telecomunicación orientados a NGN. De aquí surgió Praconco (Proyecto para la Convergencia de las Comunicaciones en Colombia), un planteamiento de gran envergadura, el cual ha sido apoyado por fondos provenientes de Colciencias, y en el que han sido participantes estudiantes de pregrado y postgrado de las escuelas de la E3T y Sistemas de la UIS. Bajo este modelo de Praconco (ver figura 1) se está consolidando la plataforma de servicios de RadioGIS, la cual busca implementar servicios de telecomunicación basados en localización (LBS).

Sería muy interesante, ante el problema planteado, prestar un servicio basado en localización para que las personas y organizaciones interesadas, a través de aplicaciones cliente de todo tipo (web, móvil), pudieran obtener información relevante de los niveles de radiación no ionizante, para la toma de decisiones.

Gracias a la Convergencia de las Comunicaciones hoy están casi dadas las condiciones para que cualquier persona con imaginación pueda crear servicios de telecomunicaciones avanzados que hasta el momento eran del dominio exclusivo de las grandes empresas de telecomunicación..

Hasta el momento, ha imperado el modelo cerrado de desarrollo, donde cada operador de telecomunicaciones se ocupa de crear sus propios servicios.

Figura 1 Modelo general propuesto en Praconco



Fuente: RadioGIS

Las nuevas redes de telecomunicaciones se basan casi por completo en conmutación de paquetes y en el protocolo IP. Resulta, entonces, natural que empresas de telecomunicaciones como Parlay² y Jain (Java APIs for Integrated Networks)³ hubieran creado las condiciones para que cualquier persona pudiera participar en el desarrollo de servicios de telecomunicaciones, proponiendo modelos que permiten que cualquier persona, sin mayor conocimiento de las redes de los operadores, pueda convertirse en Desarrollador de Servicios de Telecomunicaciones (de ahora en adelante **DSTel**). La idea es que los DSTel puedan usar recursos internos de las redes de los operadores, de una manera segura, sin que perjudique las funcionalidades de esas redes. Así por ejemplo, un

² Página Web del Grupo Parlay. <http://www.parlay.org>

³ Página Web del Grupo Jain. <http://java.sun.com/products/jain/>

DSTel puede crear servicios que involucren no solo las tradicionales consultas a bases de datos, sino que también puedan crear cualquier combinación con llamadas telefónicas, envío de SMS, MMS, video llamadas u otras tecnologías propias de la red del operador. El resultado es fácil de predecir: aparecerá una gran cantidad de novedosos servicios de telecomunicaciones para apoyar la industria, el comercio, la salud, el medio ambiente, etc., contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las personas. A esto se refieren los servicios NGN.

Pero los resultados que muestran los operadores hoy no coinciden mucho con las intenciones de los consorcios Parlay o Jain. Algunas empresas han adoptado la plataforma OSA/Parlay, pero no exponen su funcionalidad más allá de su propio equipo desarrollador. Mientras tanto crece la desorientación de quienes desde afuera desean participar como DSTel.

El grupo de investigación RadioGIS, considera que es posible, aún frente a estas limitaciones, crear las condiciones para que los DSTel, comiencen a producir servicios NGN, para lo cual propone una plataforma de servicios, en el marco del proyecto Praconco, que si bien se encuentra por fuera de las redes de los operadores, encaja perfectamente con las posibilidades y servicios reales que ofrecen las diversas redes, así como con la visión del grupo Parlay. Debido a intereses particulares del grupo y que se trata de una primera versión, la plataforma se ha enfatizado a promover por el momento solo los servicios Basados en Localización (LBS).

Para desplegar LBS es necesario contar con tres tecnologías, a nivel del análisis y operaciones con datos espaciales: se debe hacer uso de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), en relación a la obtención del posicionamiento es necesario contar con tecnologías de posicionamiento a nivel del cliente, por ejemplo el uso de GPS, o a nivel de servidor gracias a técnicas de ubicación basadas en la red del operador conocidas como NBL (Network Based Location) y finalmente es necesario contar con tecnologías de comunicación que permitan

transmitir la información de localización y los resultados del servicio, como pueden ser los servicios web o los geoservicios OGC.

La actual propuesta quiere desarrollar un servicio sobre la Plataforma de Servicios de RadioGIS. El autor, por tanto, actúa como un DSTel interno y externo: 1) interno por cuanto va a desarrollar la capacidad de la plataforma para manejar datos asociados a radiación no ionizante, y a exponerlos a través de métodos remotos a través de los ya mencionados Web Services, para el consumo posterior de aplicaciones externas. Es decir, darle la potencialidad a la plataforma, para que DSTel externos puedan crear aplicaciones que consuman esos Servicios disponibles. En este caso, estaríamos hablando principalmente de Servicios de Registro, y de Consulta para las campañas de medición realizadas en Bucaramanga; 2) externo, por cuanto no hay manera de probar un servicio si no es usándolo; en este caso el autor también actuaría como DSTel externo, en cuanto desarrollaría una aplicación para consumir el Servicio de Registro, y otra aplicación la cual consumiría el Servicio de Consulta para la visualización de las mediciones hechas.

4. MARCO TEÓRICO

En la ejecución de este proyecto surgieron una gran cantidad de conceptos, teorías, tecnologías y técnicas asociadas con el desarrollo del mismo. Documentar en este libro de una manera exhaustiva lo encontrado durante la revisión del estado del arte y marco referencial/conceptual, resultaría en varios tomos. Sin embargo, el autor ha podido identificar cuatro grandes grupos dentro del marco teórico, en los cuales ha recopilado y resumido información muy valiosa, la cual el lector podrá encontrar en los Anexos de este libro:

I. Radiación No Ionizante

- Qué es, las fuentes que la originan, los efectos sobre la salud, sus características físicas y resultados medidos para distintos sistemas inalámbricos. ANEXO A.
- Recomendaciones y Normas Internacionales así como leyes colombianas acerca de los límites de exposición. ANEXO B

II. NGN

- Definición, características, evolución de las redes hacia ella, el proceso en Colombia. ANEXO C

III. Consideraciones acerca de SIG, LBS, Servicios Web y técnicas de localización como soporte al desarrollo de un Servicio de Telecomunicación

- Acerca de SIG, geoservicios OGC, Base de Datos espacial PostGIS, Servicios Web (a la luz de nuevos estándares), y técnicas de localización. ANEXO D

IV. JAVA EE 5

- Las aplicaciones empresariales, Plataforma, APIs, Contenedores, Arquitectura, Tecnologías asociadas. ANEXO E.

5. COMPONENTES SOFTWARE ASOCIADOS AL PROVEEDOR DEL SERVICIO

5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo está asociado con el producto asociado al primer objetivo específico, y corresponde al desarrollo de toda la funcionalidad sobre el Servidor de Aplicaciones, funcionalidad que está definida como el conjunto de tareas, trabajos ó servicios que la lógica de la plataforma ofrece a los desarrolladores externos de aplicaciones clientes ó aplicaciones web.

Se ha desarrollado por tanto un agente proveedor del servicio basado en localización para el registro de los niveles de Radiación No Ionizante, utilizando la especificación de Java EE 5 y otras tecnologías asociadas con el manejo de información geográfica.

Es también importante, mencionar la visión que guió este proyecto, es decir, un servicio orientado a NGN. El concepto de Red de próxima generación (NGN) trae desde su origen, el desarrollo de una capa de Servicios independiente de la naturaleza de la red. Por ejemplo, si un suscriptor decidiera adquirir un Servicio de Televisión, asumiendo que la convergencia de las redes fuera un hecho, el usuario no se detendría a reflexionar a través de cual Red estaría recibiendo el servicio. En tal escenario, sería un hecho que al pagar por un servicio, éste debería estar disponible a través de la red de la preferencia del usuario.

Esto implica obviamente convergencia de las redes, lo cual evoca un concepto de trabajo mancomunado entre los distintos tipos de redes (y políticas gubernamentales), y sus operadores. No obstante, esto también conlleva un reto para los desarrolladores de Servicios. Una vez se consolide el proceso de convergencia, de lo cual el autor expresa total certeza, los operadores se volverían independientes de los vendedores de tecnología y de los protocolos que los

soportan, los DSTel tendrían más control sobre la creación de servicios, apareciendo nuevos y mejores servicios, y una nueva competencia que beneficiaría al usuario final.

Dado que los operadores en Colombia aún no brindan a los DSTel la capacidad de usar sus redes, éste proyecto supone que la convergencia existe, es decir, que existe esa red basada en paquetes que permite proveer servicios integrados con calidad de servicio. Este proyecto se basa sobre Internet, asumiendo que éste emula la anterior. Esto es buscar un pretexto para que los DSTel empiecen a desarrollar propuestas. El autor cree que una vez se den las condiciones en Colombia, el Servicio desarrollado se pueda exportar con facilidad al escenario de las NGN.

5.2 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

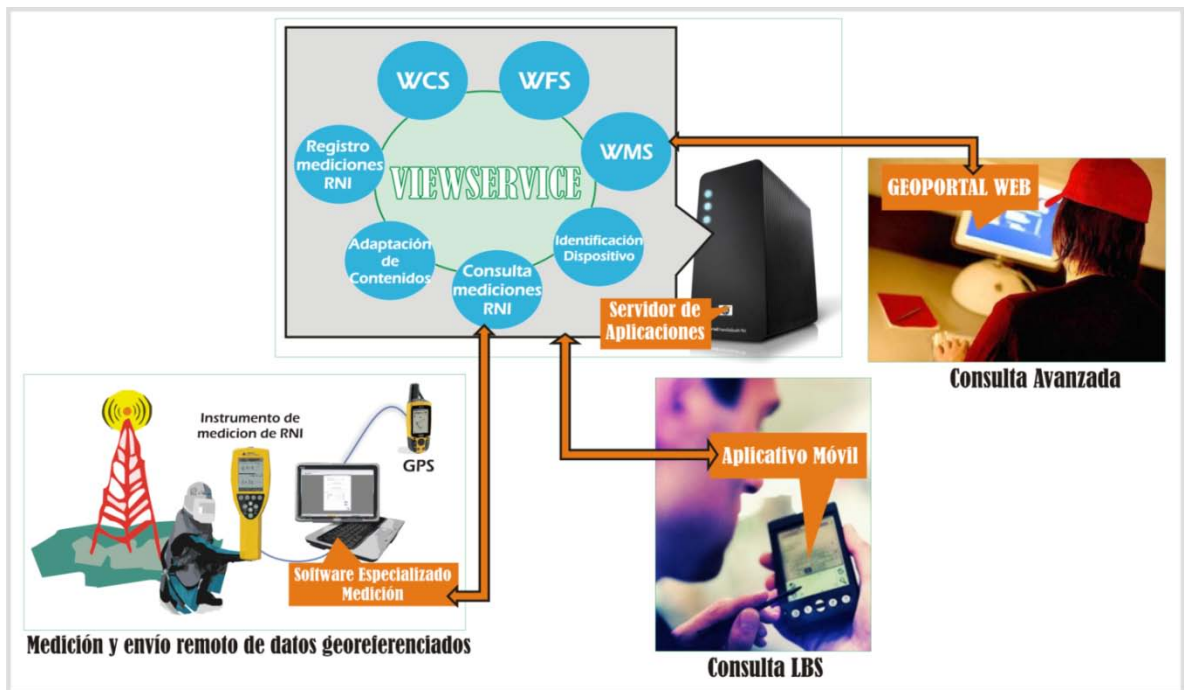
El desarrollo realizado, nació a partir de la necesidad de crear un LBS de telecomunicación que permitiera a otros sistemas remotos, intercambiar información geográfica relacionada con los niveles de Radiación No Ionizante medida en algún lugar del globo terrestre. Adicionalmente, era un requerimiento contar con información centralizada, para el posterior procesamiento a través de herramientas de SIG, para permitir la consulta por parte de usuarios finales, principalmente organizaciones reguladoras, a través de la visualización de mapas e informes de resultados.

Tal agente se desarrolló e implementó sobre una plataforma de servicios de telecomunicaciones orientada a NGN, existente en la Universidad Industrial de Santander, administrada por el grupo de investigación RadioGIS. El Servicio desarrollado está diseñado para permitir a sistemas especializados de medición registrar datos, y a aplicaciones móviles y/o web consultar dicha información relacionada con su ubicación. En realidad un servicio es una noción abstracta que debe ser implementada por un agente concreto. Tal agente representa la solución

software del proveedor del servicio. El presente capítulo se enfoca en describir los componentes que integran la solución desarrollada. En este caso, la solución se denomina aplicación empresarial dado que está basada en las especificaciones de Java Enterprise Edition 5 para el desarrollo de aplicaciones distribuidas. La plataforma de Servicios desarrollada está diseñada para permitir a otros desarrolladores de software hacer uso de los servicios especializados que ésta brinda. Uno de los escenarios iniciales que se consideró fue la regulación de los niveles de radiación no ionizante en Colombia.

5.3. ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA INFORMACIÓN DEL SERVICIO

Figura 2. Visión General del Servicio para el registro y consulta asociado a las mediciones de RNI



La ley colombiana, en conformidad con las recomendaciones de ICNIRP, UIT y OMS, estipula unos límites de referencia para los niveles de intensidad de campos eléctricos y magnéticos en las comunicaciones. Sin embargo, existe un número muy limitado de empresas certificadas en el país para tomar mediciones oficiales de estos niveles (en un proceso no automatizado cómo se constató). Los entes

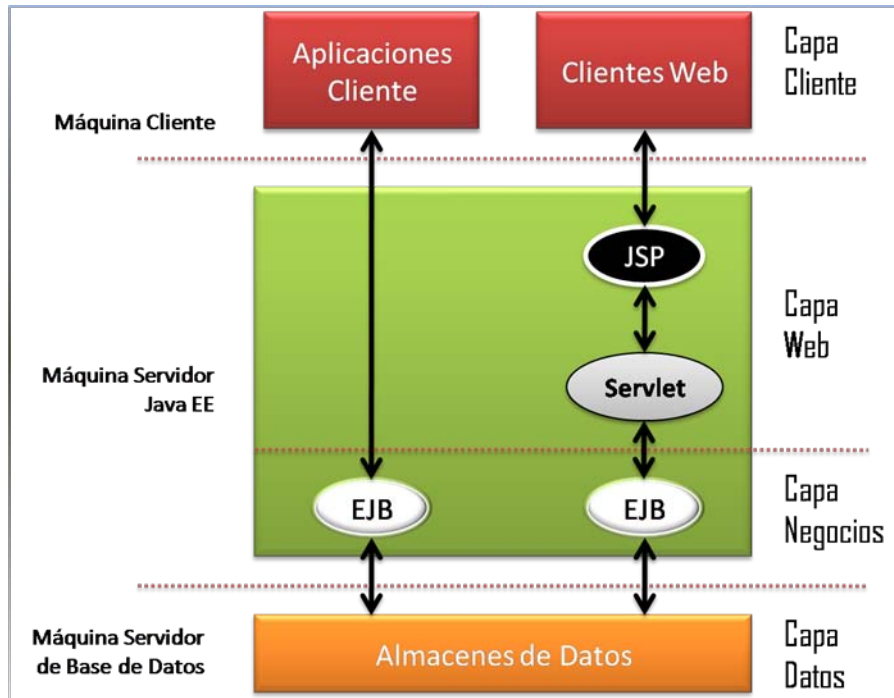
regulatorios, por un lado, y las empresas de radiodifusión, por otro, no tienen un camino ágil para acceder a esta información con el fin de verificar el cumplimiento a las normas. Esto intensifica la sensación de desprotección del público general, sobre todo frente al evidente aumento de las tecnologías inalámbricas, celulares y de radiocomunicación.

El proveer un Servicio, tanto de registro, para las aplicaciones que se puedan desarrollar para medición, como de Consulta, para las aplicaciones web y móviles, pondrá al alcance de los usuarios interesados la información necesaria para la toma pertinente de decisiones, previniendo así posibles problemas a la salud pública. Además esta información será muy útil para la realización de estudios epidemiológicos acerca de los efectos de la salud en la población debido a la exposición prolongada a los campos de radiación no ionizante, efectos que hasta el día de hoy constituyen un gran debate científico ante la incertidumbre relacionada con la falta de pruebas contundentes que apoyan diversas hipótesis. La Figura 2 presenta un esquema global del servicio desarrollado.

ViewService es el nombre que se le ha dado al conjunto de componentes software que implementan las diversas funcionalidades del Servicio, proveyendo además métodos visibles a los agentes solicitantes de servicios, a través de Servicios Web. Éstos Servicios Web están disponibles para una gran cantidad de componentes software (comúnmente tipo cliente), sin importar el lenguaje de programación (java, .NET, actionScript, etc.) en los que estén hechos ó la plataforma operativa nativa sobre la que funcionen.

Todos los componentes que proveen la funcionalidad a plataforma están ensamblados en una aplicación empresarial sobre un servidor de aplicaciones. Glassfish v2.1 es el servidor específico utilizado en este desarrollo. Con el fin de presentar en forma ordenada los resultados, y debido a la variedad de tecnologías utilizadas en el desarrollo del Servicio, se abordará el Sistema de una forma ascendente, recorriendo los componentes lógicos que integran el agente.

Figura 3. Aplicación Empresarial según modelo Java EE 5



Una aplicación empresarial, como es designada en la especificación de Java EE, es una aplicación distribuida basada en una arquitectura de componentes multinivel. El beneficio principal para los desarrolladores de software nace al observar como la complejidad de su sistema informático se deshace, permitiendo concentrarse en componentes lógicamente independientes. La Figura 3 presenta un esquema general de una aplicación distribuida según la especificación Java EE 5. En ella se aprecian las 4 capas de una aplicación distribuida: Capa da Datos (ó de Sistemas de Información Empresariales), Capa de Negocios, Capa Web y Capa cliente. De esta forma se divide la lógica en tres grandes grupos: lógica de presentación, lógica del negocio en sí, y lógica de control para el almacenamiento de la información en los almacenes de datos.

5.4 DESARROLLO A NIVEL DE CAPA DE DATOS

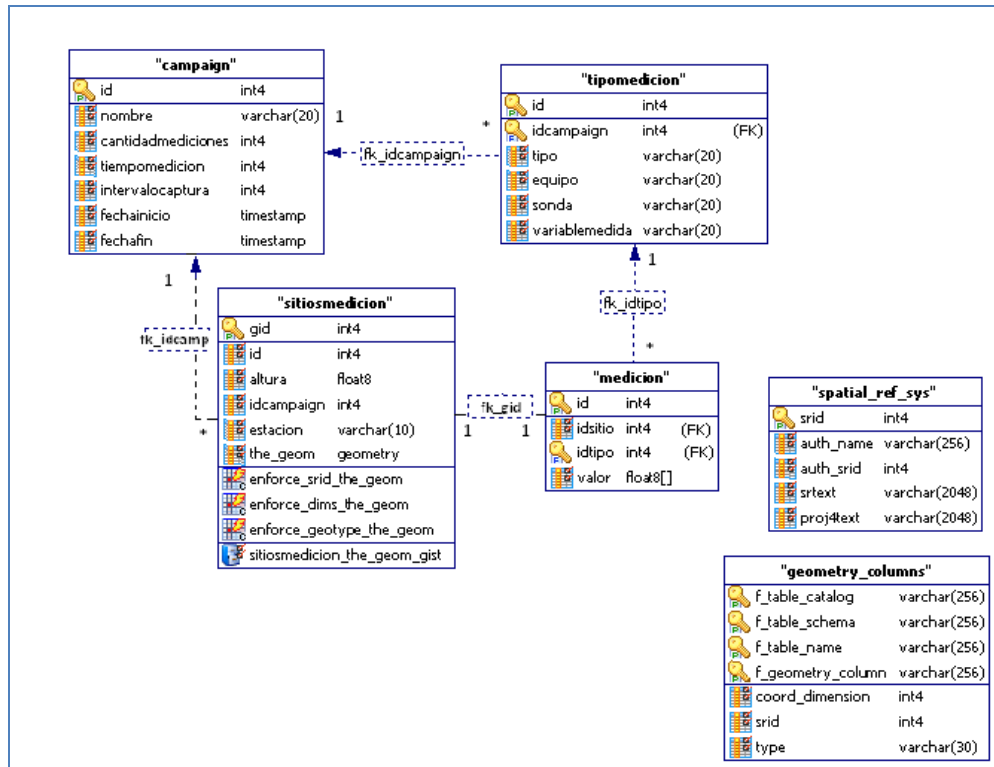
Cuando se empezó a hablar del servicio, al principio de este capítulo, se empezó a describirlo de afuera hacia adentro, desde la perspectiva del usuario que interactúa con la aplicación cliente. Generalmente lo que el usuario final ve, en la capa cliente, son las interfaces de interacción a través de entornos web, móviles o aplicaciones finales. Sin

embargo, el proceso para desarrollar un sistema basado en una arquitectura distribuida, empieza con la capa más invisible de todas: la capa de datos. La ventaja de una lógica de desarrollo distribuida es, primero, mantener diversos estratos de transparencia en los procesos internos entre capas, y segundo, la anhelada escalabilidad de los sistemas. En la capa de datos se encuentran los almacenes de datos empresariales, administrados por servidores ó gestores avanzados de bases de datos. A este nivel aparecen los primeros controles de seguridad e integridad de la información.

Por otro lado, un Servicio LBS lleva implícito un tipo de información especial: información geográfica ó espacial. Tener un Servicio LBS asociado con niveles de Radiación No Ionizante implica, no sólo conocer valores asociados a intensidades de CEM ó densidades de potencia, sino además relacionar esas variables numéricas con una posición terrestre global. Para cubrir este requerimiento se acudió a implementar un Servidor de Base de Datos en PostgreSQL 8.4, junto con PostGIS 1.5.1, una extensión que soporta objetos geográficos. Ambas tecnologías son abiertas, y adicionalmente, la capacidad geo-espacial está basada en los estándares de la OGC. De esta manera se procedió a diseñar e implementar la base de datos relacional asociada con el Servicio. La Figura 4 muestra el diseño de la base de datos relacional. Se puede apreciar que existen 4 tablas principales: las campañas de medición: el tipo ó tipos de medición asociado(s) a la campaña, las mediciones, y los sitios geográficos de las mediciones. La tabla “sitiosmedicion”, contiene un campo de tipo “geometry”, un tipo de dato OGC estándar, el cual representa una geometría (punto, línea, polígono, multi-polígono ó multi-línea) basado en un sistema de referencia espacial (SRS).

SRID es un valor numérico que se usa para identificar sin ambigüedades las distintas definiciones existentes para los sistemas espaciales locales, proyectados y no proyectados. El sistema de coordenadas es el corazón de todo Sistema de Información Geográfica. De hecho la mayor parte de proveedores han creado su propia implementación de SRID o refieren a aquellos creados por una autoridad como EPSG (European Petroleum Survey Group). Como se aprecia en la Figura 4, SRID es un campo requerido en la tabla de metadatos “spatial_ref_sys” especificada por la OGC en la definición de su estándar 1.1 y 1.2 (“Simple Features for SQL Specification”).

Figura 4. Base de Datos relacional del Servicio de Registro y Consulta – PostgreSQL 8.4 (PostGIS 1.5.1)



Para la creación de la base de datos se utilizó un valor de SRID igual a 4326, el cual identifica al sistema WGS 84. WGS (“World Geodetic System”, Sistema geodésico mundial), es un estándar usado ampliamente en cartografía, geodesia y navegación. Abarca un marco de coordenadas estándar para la tierra, una superficie de referencia esferoidal estándar (el datum ó elipsoide de referencia), y una superficie gravitacional equipotencial (el geoide) que define el nivel nominal del mar. La última versión fue hecha en 1984, y es el sistema de coordenadas de referencia usado por los sistemas de posicionamiento global (GPS). Esa fue la razón principal para trabajar con él. Debido a que el origen de coordenadas para WGS 84 está en el centro de masa de la Tierra, posee un error intrínseco menor a 2 cm⁴.

Como se documentó en el marco teórico (ANEXO D), el producto principal de la OGC son las especificaciones y estándares OpenGIS, los cuales son documentos técnicos que detallan interfaces o codificaciones. En lo que requiere a bases de datos espaciales,

⁴ "The EGM96 Geoid Undulation with Respect to the WGS84 Ellipsoid". NASA. <http://cddis.nasa.gov/926/egm96/doc/S11.HTML>

define tipos de objetos SIG, las funciones requeridas para manipularlas, y un conjunto de tablas de meta-datos. Para asegurar que los metadatos sean consistentes, las operaciones, tales como crear ó remover una columna espacial, son llevadas a cabo a través de procedimientos especiales definidos por OpenGIS.

Existen dos tablas OpenGIS de meta-datos en PostGIS, como se puede observar en la figura 4: SPATIAL_REF_SYS y GEOMETRY_COLUMNS. La primera tabla contiene los identificadores numéricos y las descripciones textuales de sistemas de coordenadas usados en las bases de datos espaciales.

La tabla SPATIAL_REF_SYS contiene alrededor de 3000 sistemas de referencia espaciales conocidos, además de definiciones detalladas para hacer transformaciones ó proyecciones entre ellos⁵. La definición de esta tabla está representada en la figura 5, y presenta cuatro columnas: SRID, AUTH_NAME, AUTH_SRID, SRTEXT y PROJ4TEXT.

SRID, como ya se mencionó antes, es un valor entero que identifica exclusivamente a un sistema de referencia espacial (SRS) dentro de la base de datos. AUTH_NAME es el nombre del estándar que está siendo citado por el sistema referencia, AUTH_SRID es el identificador del sistema de referencia definido por la autoridad citada, SRTEXT es una representación en formato de cadena de caracteres del sistema de referencia y PROJ4TEXT, contiene la definición de coordenada Proj4 (una librería de PostGIS que presta capacidades para transformaciones) en formato string. Ésta última es útil cuando se requiere definir un sistema de referencia personalizado⁶.

Figura 5. Definición SQL de la Tabla spatial_ref_sys

```
CREATE TABLE spatial_ref_sys (  
  srid          INTEGER NOT NULL PRIMARY KEY,  
  auth_name     VARCHAR(256),  
  auth_srid     INTEGER,  
  srtext        VARCHAR(2048),  
  proj4text     VARCHAR(2048)  
)
```

⁵ Información acerca de todos los sistemas de referencia espacial se puede encontrar en spatialreference.org

⁶ Para mayor información acerca de Proj4, visitar su web site en: <http://trac.osgeo.org/proj/>.

La tabla GEOMETRY_COLUMNS, por otro lado, configura los tipos de dato “geometry” que se utilizan en la base de datos. F_TABLE_SCHEMA es el esquema de PostgreSQL utilizado (público por ejemplo), F_TABLE_NAME representa la tabla en donde se utiliza el objeto “geometry”, por ejemplo la tabla “sitiosmedicion”, F_GEOMETRY_COLUMN es el nombre que se le da a la columna dentro de las otras tablas, SRID es una llave foránea referenciada de la tabla SPATIAL_REF_SYS, COORD_DIMENSION define la dimensión de la geometría (2 para 2D por ejemplo) y TYPE el tipo de objeto espacial, utilizado para restringir la columna espacial a un solo tipo (p ej., POINT para la tabla de sitios de medición ó POLYGON para la tabla de manzanas de Bucaramanga).

Por otro lado, la capacidad de PostGIS al tratar con objetos espaciales va más allá de definiciones y configuraciones. Existen cientos de funciones espaciales para SQL que proveen una sólida base para la gestión de la información a través de SIG. Veáse a manera de ejemplo, la siguiente consulta en donde se calcula la distancia en kilómetros entre dos puntos geográficos, asociados a sitios de medición en dos ciudades, Bucaramanga y Floridablanca, utilizando la función de PostGIS “ST_Length”:

```
SELECT
  sum(ST_Length(r.the_geom))/1000 AS kilometros
FROM
  sitios_bucara r,
  sitios_florida m
WHERE r.name = 'AltoPadres' AND m.name = 'km4'
      AND ST_contains(m.the_geom, r.the_geom) ;

kilometros
-----
4.56785689
(1 row)
```

Existe un repositorio adicional de datos en esta capa, que fue necesario incluir. Al planear el desarrollo de un Servicio orientado a NGN, fue necesario pensar en los distintos tipos de dispositivos que iban a consumirlo indirectamente a través de aplicaciones desarrolladas por terceros. Si bien la capa de aplicación es independiente del transporte según la visión NGN, no obstante, el Servicio debe poseer un componente interno que permita adaptar el contenido de la información según el tipo de agente llamante.

Por ejemplo, en el Servicio LBS de Consulta, se requiere retornar la información de las mediciones alrededor del sitio geográfico de la posición del usuario. En el caso en donde el usuario se conecta a través de una PDA ó dispositivo móvil, el tipo de información que soporta su aparato móvil es de vital importancia. Por ejemplo, un WMS (Web Map Service) devuelve resultados gráficos en distintos formatos de imagen, e incluso

acompañado de código JavaScript (OpenLayers). De qué tamaño deberá ser la imagen, depende de las características del dispositivo; si soporta lenguajes Script depende del navegador y éste a su vez del dispositivo.

Una gran parte de los resultados mostrados por un sistema de información geográfica son presentados alrededor de complejos mapas, y éstos están desarrollados en la capa web y/o cliente a través de tecnologías avanzadas orientadas a la presentación, tales como Flash, Flex, JavaScript, etc. El servicio por tanto debe identificar el dispositivo del agente solicitante y adaptar el tipo de información (voz, video, imágenes, texto) según las capacidades de aquél.

Figura 6. Estructura del repositorio XML de dispositivos WURFL

```
<device id="apple_iphone_ver1"
  user_agent="...AppleWebKit/420+ (KHTML, like Gecko)..."
  fall_back="apple_generic"
  actual_device_root="true">
  .
  .
  .
  <group id="product_info">
    <capability name="mobile_browser" value="Safari"/>
    <capability name="pointing_method" value="touchscreen"/>
    <capability name="model_name" value="iPhone"/>
    <capability name="device_os_version" value="1.0"/>
  </group>
  <group id="display">
    <capability name="physical_screen_height" value="74"/>
    <capability name="dual_orientation" value="true"/>
    <capability name="physical_screen_width" value="49"/>
    <capability name="max_image_width" value="320"/>
    <capability name="resolution_height" value="480"/>
    <capability name="resolution_width" value="320"/>
    <capability name="max_image_height" value="360"/>
  </group>
  <group id="sound_format">
    <capability name="aac" value="true"/>
    <capability name="mp3" value="true"/>
  </group>
  .
  .
  .
</device>
```

El auge de las telecomunicaciones móviles trajo consigo una industria de aparatos móviles celulares, PDAs y equipos similares. Cada uno de estos dispositivos presenta un

conjunto características únicas en cuanto a sus capacidades. Como resultado, fue necesario adquirir un almacén de datos con las capacidades de todos los dispositivos móviles del mercado.

Para ello, se tomó soporte del proyecto abierto llamado WURFL (Wireless Universal Resource File). Este proyecto creó, y actualmente administra, un archivo de configuración basado en XML, el cual contiene información acerca de las capacidades y características de muchos dispositivos móviles. El objetivo principal del archivo es recolectar tanta información como sea posible acerca de todos los dispositivos móviles que acceden a páginas WAP, para que los desarrolladores de software puedan construir mejores aplicaciones y mejores servicios para los usuarios.

Como se dijo, este es un proyecto abierto, en donde toda la información es recolectada por desarrolladores y empresas interesadas, de todo el mundo. Además de proveer un fichero XML siempre actualizado, el proyecto WURFL provee además una serie de APIs en distintos lenguajes de programación, para la búsqueda heurística del dispositivo en el fichero a partir de la identificación del agente de usuario. No obstante, se decidió desarrollar clases personalizadas basadas en algunas clases de la API Wurfl para interactuar con el fichero XML y realizar una búsqueda más sencilla (ver descripción más detallada en el Javadoc⁷).

La estructura del repositorio XML agrupa las características de cada dispositivo dentro de diversas categorías, y utiliza una etiqueta “<device>” para identificar a un dispositivo específico. La figura 6 muestra la porción de XML que identifica a un móvil iPhone versión 1.0. La etiqueta “<device>” define un dispositivo a través de un identificador único (id), muestra su “user-agent”, la familia de dispositivos al que pertenece (fall_back) y un valor que indica si el dispositivo es real ó virtual (actual_device_root).

Dentro de la anterior etiqueta que identifica a un dispositivo en particular, se encuentran las etiquetas “<group>”, las cuales agrupan características dentro de categorías. Por ejemplo, en la figura 6, se encuentra el grupo “display”, el cual agrupa las características del dispositivo que tienen que ver con la pantalla (tamaño, resolución, orientación, etc). Y

⁷ <http://fenix.uis.edu.co:8080/javadoc/index.html>

finalmente, las etiquetas “<capability>” definen cada característica del dispositivo. La Tabla 1, muestra cada uno de los grupos de atributos existentes, una descripción de la naturaleza de características que agrupa, y ejemplos de características que pertenecen a ese grupo.

Tabla 1. Descripción de grupos de atributos disponibles para los móviles

Etiqueta <group>	Descripción	Ejemplo
product_info	Modelo, marca y otra información genérica	brand_name, model_name, marketing_name, evic_os
wml_ui	Intefaz de Usuario para navegador WML	table_support, numbered_menus
chtml_ui	Interfaz de usuario para Compact HTML; modo del navegador	chtml_can_display_images_and_text_on_same_line, chtml_table_support
xhtml_ui	Interfaz de usuario para navegadores HTML/XHTML-MP	xhtml_honors_bgcolor, xhtml_supports_inline_input, cookie_support
Css	Inconvenientes encontrados en CSS	css_supports_width_as_percentage
Ajax	Características para el soporte de Ajax	ajax_support_javascript, ajax_support_events
markup	Lenguajes de marcado que soporta	xhtml_support_level, html_web_4_0, voicexml
Cache	Cache	total_cache_disable_support, time_to_live_support
display	Pantalla	resolution_width, resolution_height
image_format	Formatos de imagen soportados	Bmp, gif_animated, transparent_png_alpha, wbmp
bugs	Bugs	post_method_support, basic_authentication_support
wta	Wta	wta_voice_call
security	Seguridad	https_support, phone_id_provided
bearer	Bearer	has_cellular_radio, max_data_rate
storage	Almacenamiento	max_deck_size, max_url_length_cached_page
object_download	Descargas	downloadfun_support, directdownload_support, ringtone_midi_polyphonic
playback	Reproducción on-line	progressive_download, playback_vcodec_mpeg4_asp
wap_push	Soporta para DRM	oma_v_1_0_combined_delivery
drm	Soporta para streaming	streaming_video, streaming_real_media, streaming_flv
streaming	Soporte para wap push	wap_push_support, ascii_support
mms	Soporte mms	Receiver, sender, mms_max_height
j2me	Soporte características APIs y especificaciones de Java	j2me_http, j2me_video_capture_enabled
sms	Capacidad para SMS y SCKL	sms_enabled, text_imelody
sound_format	Formatos de sonidos soportados	Wav, mmf, smf, mld, amr, aac, mp3
flash_lite	Relacionadas con Adobe Flash	flash_lite_version, fl_browser
trascoding	Manejo abusos de transcoders	is_transcoder, transcoder_ua_header
rss	Soporte nativo para RSS feeds	rss_support
pdf	Soporte nativo para PDFs	pdf_support

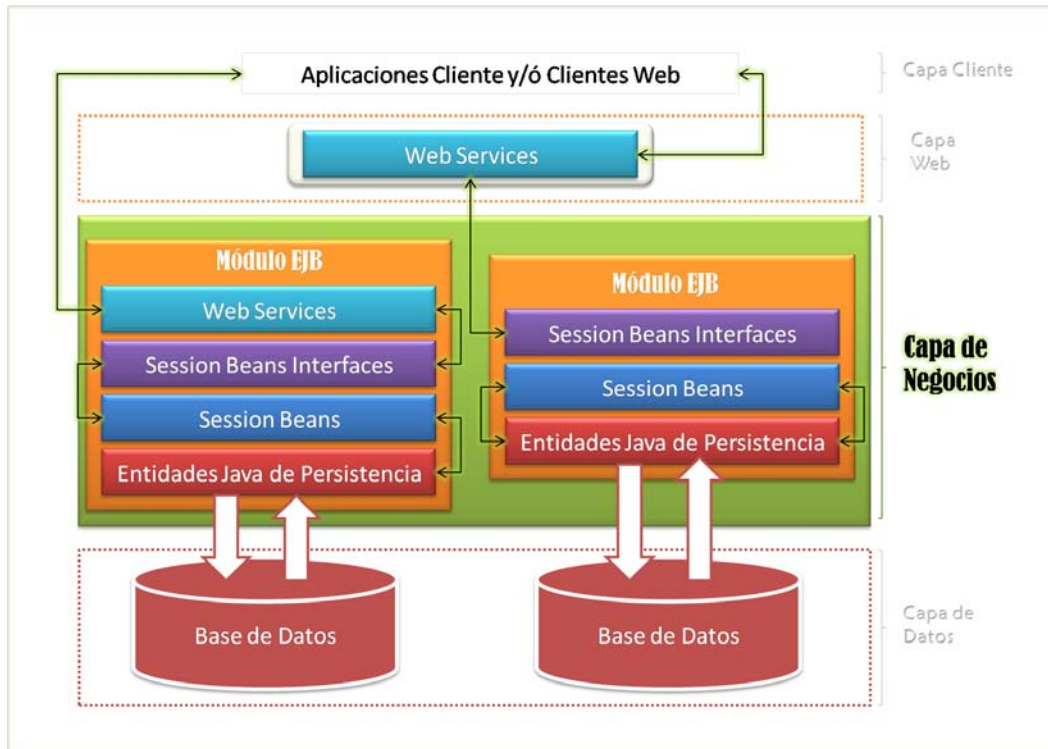
Tabla 6. (Continuación)

5.5 DESARROLLO EN LA CAPA DE NEGOCIOS

Anteriormente existía un modelo en donde las aplicaciones del usuario interactuaban directamente con los almacenes de datos. Ya no es así. Desde la especificación de J2EE, y ahora con Java EE 5, se introduce la capa central de las soluciones informáticas distribuidas. Típicamente en esta capa se encuentra la lógica del negocio, que en el contexto del Servicio desarrollado corresponde a las clases que implementan los algoritmos para coordinar el Servicio, que ejecutan comandos de procesamiento de información geográfica, que desarrollan evaluaciones y decisiones lógicas, y que realizan los cálculos numéricos y espaciales sobre los datos.

Para desplegar todo el proceso principal de la lógica de negocio, es necesario a su vez, hacer una segunda abstracción sobre ella. Al ser la capa de negocios la capa intermedia entre la capa de datos y la(s) capa(s) web y/o cliente, se entiende que debe poseer interfaces para la interacción con ellas. Por consiguiente, de aquí se desprenden tres tecnologías: Session Beans que implementan la lógica del negocio a través de interfaces remotas y locales (hacia la capa web y/o cliente), Clases Entidad (“Entity Class”) que realizan una cobertura directa y persistente sobre las tablas y relaciones de las bases de datos a través del uso del API de persistencia objeto/relacional de Java (JPA), y puntos finales de Servicios Web basados en mensajes XML (JAX-WS), los cuales exponen métodos a las capas superiores e interactúan con las interfaces remotas y públicas de los Session Beans.

Figura 7. Tipos de clases Java utilizados en los módulos Enterprise JavaBeans del Servicio Desarrollado



La figura 7 presenta la capa de negocios, en la cual se encuentran los Enterprise JavaBeans, los cuales agrupan distintas características funcionales de la lógica de negocios, dentro de contenedores EJB. Estos módulos representan componentes de software portables, que pueden ser fácilmente depurados con independencia, ó llevados a otra aplicación a través de archivos distribuibles con extensión “.JAR”, abriendo la posibilidad de ensamblado en cualquier otra aplicación empresarial. Tal como se observa en la figura 7, los Servicios Web pueden estar dentro del contenedor EJB ó bien se pueden implementar dentro de un contenedor web. Las flechas representan el flujo de información a través de la aplicación.

Una vez ubicados dentro del contenedor EJB, es necesario presentar las clases de entidad, desarrolladas haciendo uso del API de persistencia de Java (JPA). De los conceptos de base de datos relacional, se concluye que una entidad representa una tabla, y se podría decir que una instancia de esa entidad equivale a un registro de aquella tabla.

Para efectos de programación, JPA define en primer lugar las clases java de entidad (Una clase “Entity” por cada tabla). Junto con las propiedades ó atributos dentro de cada clase

java de entidad, se utilizan anotaciones especiales (en el código están precedidas por el símbolo @, ver Figura 8), para indicarle a la unidad de persistencia (TopLink) que un atributo corresponde a una columna de la tabla representada por la clase entidad, ó a una relación con otra tabla (uno a uno, uno a muchos, muchos a muchos, etc). A través de estas anotaciones se realiza el enlace persistente entre el objeto y la tabla en el momento en el que se instancia.

Figura 8. Clase Entidad “Campaign”

```

@Entity
@Table(name = "campaign")
@NamedQueries({@NamedQuery(name = "Campaign.findAll", query = "SELECT c FROM Campaign c")})
public class Campaign implements Serializable {
    private static final long serialVersionUID = 1L;

    @Id
    @GeneratedValue(strategy=GenerationType.SEQUENCE,generator="cam_id_seq")
    @SequenceGenerator(sequenceName="campaign_id_seq",allocationSize=1,name="cam_id_seq")
    @Basic(optional = false,fetch=FetchType.EAGER)
    private Integer id;
    @Basic(optional = false,fetch=FetchType.EAGER)
    @Column(name = "nombre")
    private String nombre;
    @Column(name = "cantidadmediciones")
    private Integer cantidadmediciones;
    @Column(name = "tiempomedicion")
    private Integer tiempomedicion;
    @Column(name = "intervalocaptura")
    private Integer intervalocaptura;
    @Column(name = "fechainicio")
    @Temporal(TemporalType.TIMESTAMP)
    private Date fechainicio;
    @Column(name = "fechafin")
    @Temporal(TemporalType.TIMESTAMP)
    private Date fechafin;
    @OneToMany(cascade = CascadeType.ALL, mappedBy = "idcampaign", fetch=FetchType.LAZY)
    private Collection<Tipomedicion> tipomedicionCollection;

```

Dentro de las características de una clase de entidad se tiene:

- Debe poseer un constructor público ó protegido sin argumentos;
- Si una instancia de una clase es pasada por valor a una interfaz remota de un session bean, la clase debe implementar la interfaz serializable;
- Puede heredar de otra clase entidad ó de otra clase no entidad; y
- Las variables que representan los atributos que instancian la persistencia deben ser declarados privados ó protegidos y sólo pueden ser accedidos directamente por los métodos de su clase entidad (encapsulamiento). Todos los demás clientes deben acceder a través de métodos de negocio (implementados a través de session beans ó message-driven beans).

Dentro de los tipos de datos que soportan los campos persistentes están los tipos primitivos (int, float, double, etc), java.lang.String; dentro de los tipos serializables están los tipos envolventes (Double, Int16, Int32, etc), y que representan fechas (java.sql.Date, java.util.Date, java.util.Calendar, java.sql.Time y TimeStamp); entre los serializables definidos por el usuario se tiene byte[], Byte[], char[], Character[]; y las Colecciones java.

En este punto se encontró un tropiezo inicial debido a la inexistencia de soporte para las columnas espaciales definidas como geometry, específicamente de la tabla de Sitios de Medición. La solución ingenierada fue construir una clase java regular que emulara el comportamiento de una clase entidad de la tabla "sitiosmedicion", definiendo métodos que realizaran las clásicas transacciones SQL basándose en los conectores jdbc.

La figura 8 muestra una porción del código de la clase de entidad "Campaign". Esta clase representa la tabla homónima en la base de datos. Note que las anotaciones poseen atributos; p. ej., la anotación sobre la propiedad tipomedicionCollection:

```
@oneToMany(cascade=cascadeType.ALL, mappedby="idcampaign", fetch = FetchType.LAZY)
```

Indica que ese atributo está asociado en una relación uno a muchos, por lo que se espera una colección de objetos de tipo Tipomedicion (una campaña de medición puede contener uno o más tipos de medición asociados); además le está diciendo a la unidad de persistencia que realice todas las operaciones de persistencia en cascada (cascadeType.ALL), le indica cual es el campo que define la llave primaria que mantiene la relación (mappedby="idcampaign"), y finalmente, le indica qué estrategia debe utilizar la unidad de persistencia en tiempo de ejecución para actualizar los objetos (lazy).

Como resultado se presentan en las figuras 9 y 10 los diagramas de clase para las clases de entidad, y las clases regulares (que interactúan con las tablas no compatibles), respectivamente. Las clases representadas allí, son las únicas clases que pueden interactuar con la base de datos directamente; sin embargo presentan métodos que permiten a los beans (especialmente session beans) solicitar operaciones sobre la base de datos.

Figura 9. Diagrama de Clases de Entidad

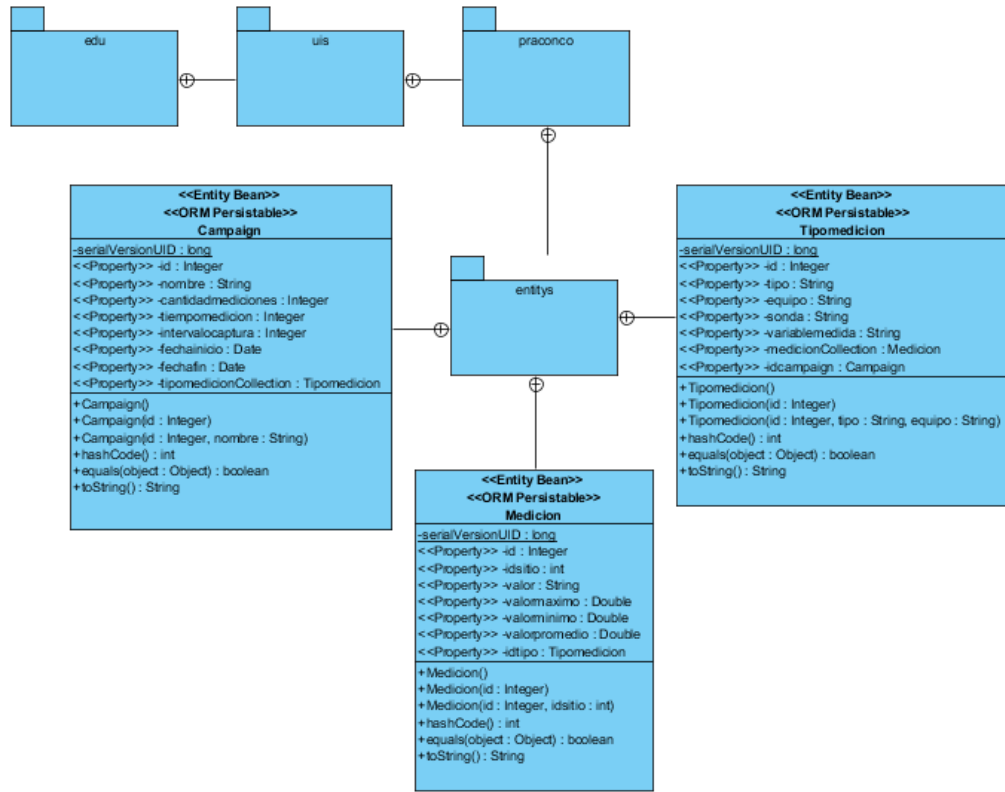
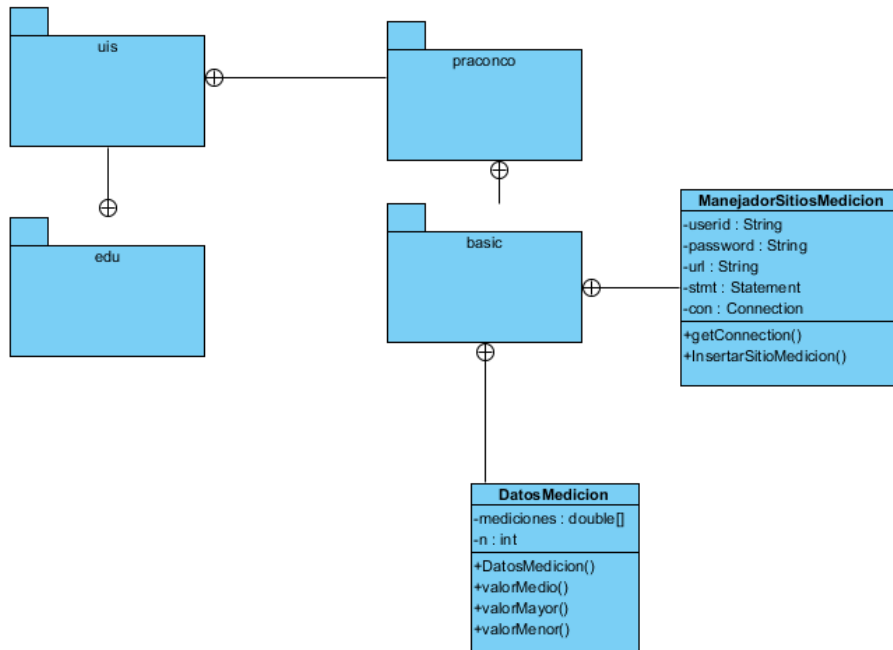


Figura 10. Diagrama de Clases Regulares que interactúan directamente con Tablas



Continuando, un session bean desarrolla un trabajo ó conjunto de tareas para un cliente especial. En este contexto, cliente tiene una connotación más amplia que pensar sólo en una aplicación web. El cliente aquí es un cliente al interior del Servidor de Aplicaciones. Como su nombre sugiere, un session bean es similar a una sesión interactiva, la cual no es persistente (es decir, no almacena datos de sesión en base de datos alguna), por eso, cuando el cliente termina, su sesión también y desaparece la relación.

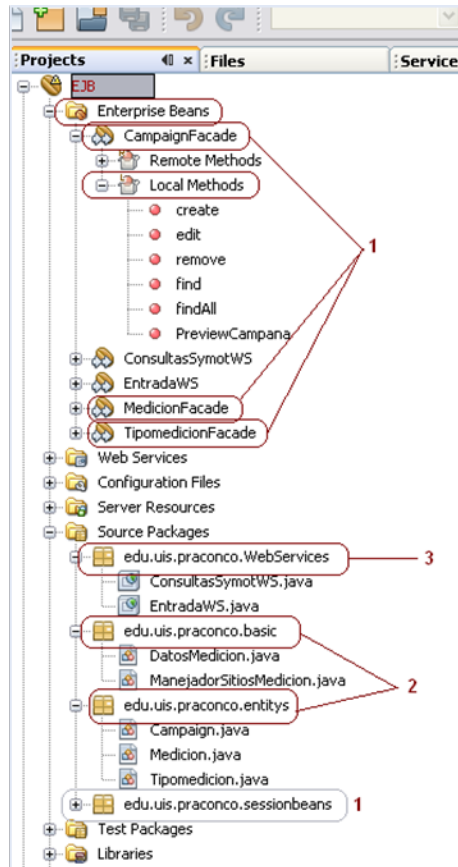
Es importante describir cómo interactúan los session beans dentro de los módulos EJBs. Refiérase nuevamente a la figura 7, en donde se hace referencia a las interfaces de los session beans. Un cliente que quiera solicitar un trabajo a un session bean, solamente lo puede hacer a través de los métodos definidos en la interfaz de ese session bean. Las interfaces definen una vista para el cliente de un bean. Los demás aspectos del bean, tales como las implementaciones y configuraciones, están ocultas al cliente.

Estas interfaces simplifican enormemente el trabajo de desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones empresariales. No solamente absuelven al cliente de cualquier complejidad de la capa de negocios, sino que también permiten cambiar la lógica internamente sin afectar a los clientes.

Como ya se dijo, un session bean realiza una tarea para un cliente especial. El tipo de cliente particular define las interfaces que pudiera tener un session bean (un session bean puede tener más de una interfaz). Aquí radica una de las consideraciones iniciales a la hora de diseñar la aplicación empresarial, a saber, el tipo de cliente que deberán soportar los beans: cliente remoto, cliente local, ó web service.

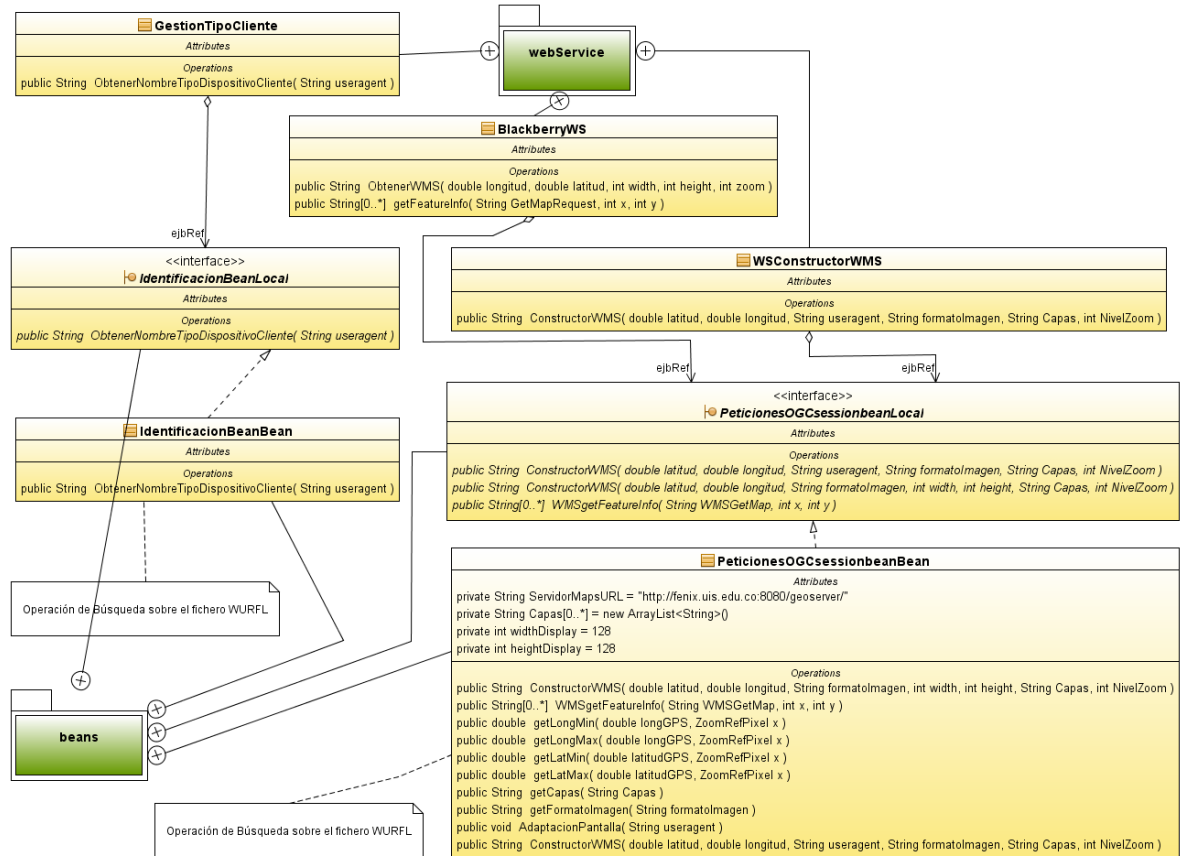
Los clientes remotos pueden estar ejecutándose en máquinas físicas y virtuales (JVM) diferentes a la máquina en donde se encuentra el bean al que quieren acceder. Pueden ser por ejemplo, componentes web, una aplicación cliente e incluso otro Enterprise bean. En este punto hay que mantener en mente que una aplicación empresarial puede tener sus componentes del lado de servidor distribuidos a lo largo de múltiples máquinas, por ejemplo, los componentes de su capa web pueden estar en máquinas distintas a la de los componentes EJBs, en cuyo escenario los session beans deberían permitir clientes remotos (implementado interfaces remotas).

Figura 11. Módulo EJBSymot desde la vista de Paquetes de Clase en Netbeans v. 6.7.1



Un cliente local, por su parte, debe correr en la misma máquina virtual java que el bean al que trata de acceder. Puede ser por ejemplo un componente web u otro Enterprise Bean. Las interfaces locales se definen frecuentemente cuando existe un alto grado de acoplamiento entre dos componentes. Para el desarrollo presente no se da el caso. (Sin embargo, supóngase que se tiene un módulo EJB que contenga la lógica que procesa las órdenes de compra de una mercancía; éste hace llamadas continuamente a otro módulo EJB que envía los emails de confirmación a los clientes. En este caso las interfaces entre session beans deberían manejarse localmente).

Figura 12. Diagrama de Clases - módulo EJBAadaptacion

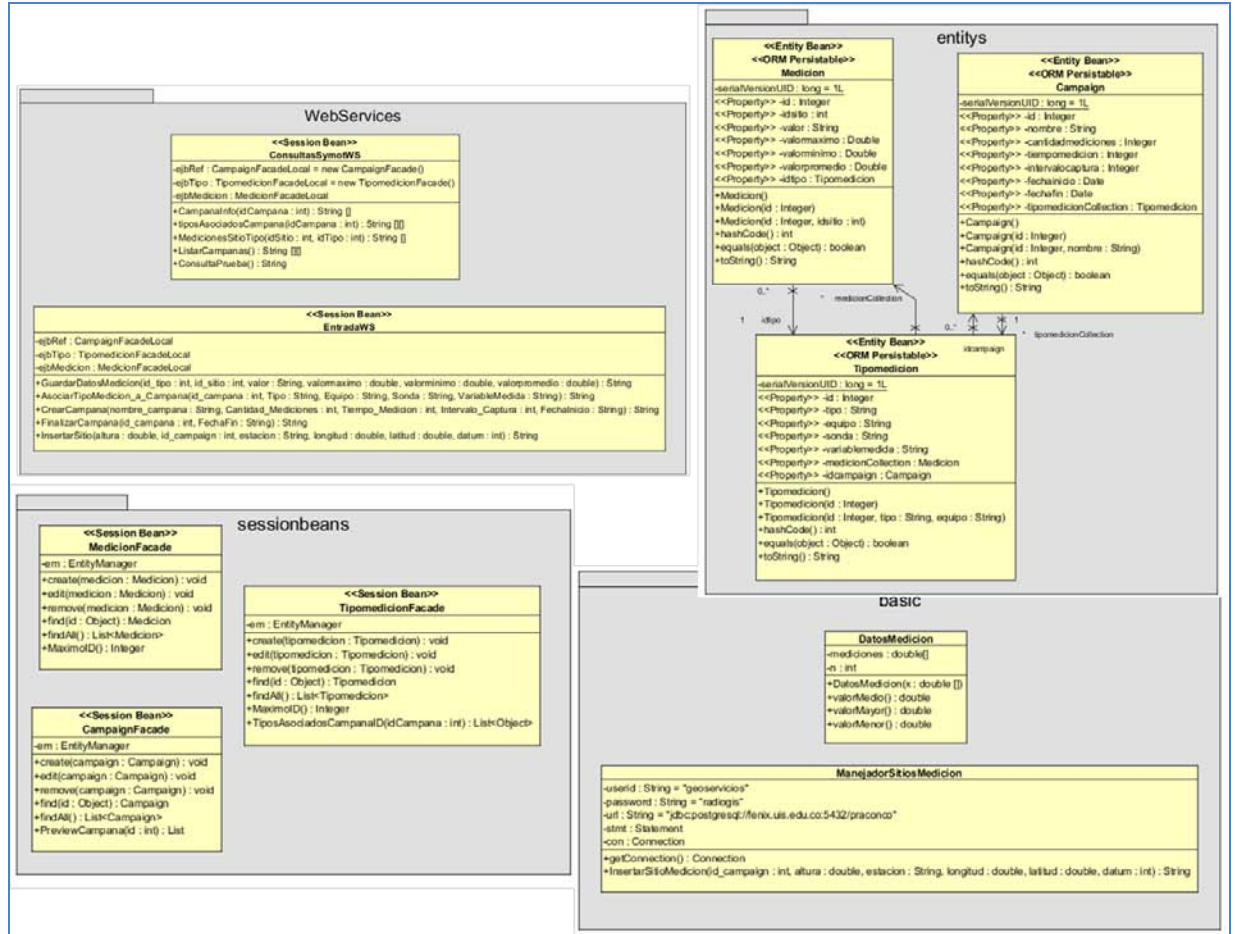


Finalmente, el tercer posible tipo de cliente de un session bean, es un Servicio Web. Existen dos maneras en Java EE, en las que interactúa un cliente con la lógica de negocios a través de la tecnología web service. En la primera, los clientes invocan métodos de Web Services tipo JAX-WS (API de Java para Servicios Web basados en XML), y en la segunda, el cliente tipo web service invoca directamente métodos de negocios de session beans de tipo stateless, (véase nuevamente la figura 7 para constatar). Adicionalmente, los beans y componentes web pueden ser clientes de Servicios Web (Esta flexibilidad es lo que permite integrar aplicaciones empresariales con web services).

En el plano de la implementación, se desarrollaron dos módulos EJB (a través del entorno Netbeans 6.7.1, Figura 11). El primero llamado EJBsymot, contiene la lógica para realizar operaciones de consulta y registro de los datos relacionados con los niveles de radiación no ionizante asociados a un sitio geográfico, y el segundo, EJBAadaptacion (Figura 12), se encarga de identificar el dispositivo de la aplicación final, servir de intermediario ante el

servidor de mapas para la consulta de geoservicios OGC (WMS, WFS, etc.), así como la adaptación del formato de los resultados (KML, GML, HTML, etc.).

Figura 13. Paquetes de Clases – Módulo EJBSymot



Nótese de la figura 11, el árbol de proyecto para EJBSymot, los cuatro paquetes de clases que corresponden a los elementos descritos anteriormente, a saber, 1) session beans, los cuales implementan las interfaces remotas y locales; 2) Clases de Entidad que representan las tablas de la base de datos (Campaign, Tipomedicion, Medicion), a través del mapeo objeto/relacional; y 3) los clientes Web Services de los session beans (no confundir con los clientes de web services, quienes invocan los métodos web expuestos por los Web Services), quienes hacen visibles al exterior (web) la funcionalidad de la plataforma.

Para el módulo EJBAadaptacion, se pueden observar dos session beans (PeticonesOGCsessionBean e IndetificacionBeanBean, ver Figura 12), que en general,

gestionan las peticiones a los geoservicios del Servidor de Mapas, y realizan el proceso de identificación de dispositivo del agente externo llamante (delegando ésta tarea a las clases del paquete wurfl, quienes interactúan directamente con el repositorio XML). Adicionalmente se pueden observar tres Servicios Web, quienes interactúan con las interfaces locales de los session beans, y exponen un conjunto de métodos web para los componentes de las capas superiores.

Una tercera lógica la presta Geoserver, el servidor de mapas, el cual está contenido como una aplicación empresarial dentro del Servidor de Aplicaciones. Éste realiza su propia cobertura sobre las tablas espaciales de la Base de Datos, y está más orientado hacia la presentación y edición de la información geoespacial. Adicionalmente presenta un API en Java para desarrolladores, a través de la cual se pueden crear, entre muchas opciones, clases de recursos personalizados, web services de tipo RESTful, java beans e interfaces web de usuario. Sin embargo, esta API está cada vez más en desuso (p ej., RESTful Web Service está siendo reemplazado por web services de JAX-WS; java bean fue reemplazado por los nuevos Enterprise java beans), y ya no están en las nuevas especificaciones de Java EE. Debido a esto, el uso de GeoServer en el proyecto está más orientado a la presentación y uso de los geoservicios.

Una característica común del lenguaje java a nivel de sintaxis, cuando se utilizan las APIs definidas en las especificaciones JSR 220/222/224 (Enterprise JavaBeans API 3.0, JAX-WS2.0 y JPA), es el uso de las anotaciones. Éstas diferencian a una clase java de otra, permitiendo definir las como bean, web service ó entity class.

La figura 14 visualiza la clase session bean llamada CampaignFacade. Se quiere describir las dos anotaciones utilizadas. La anotación número 1 proviene del API EJB (@Stateless), afecta a la definición de la clase y define la clase como un session bean “sin estado” (existen dos clases de session beans: Stateless y Stateful), lo cual significa que el bean no necesita mantener datos del estado del cliente a lo largo de la invocación a sus métodos, y que el bean realiza las mismas tareas para sus clientes. Nótese que en una lógica de negocio en donde forzosamente se necesite controlar el orden en el que se invocan a los métodos del bean, sería necesario mantener el estado de la interacción con el cliente durante su sesión. Por otra parte, los session bean sin estado son más flexibles y son los únicos que pueden implementar un web service (los otros requieren obligatoriamente el uso de una interfaz remota ó local).

Figura 14. Fragmento de código fuente del session bean “CampaignFacade” y el uso de anotaciones

```

/**
 * @author JUAN CARLOS LUNA
 */
@Stateless 1
public class CampaignFacade implements CampaignFacadeLocal {
    @PersistenceContext 2
    private EntityManager em; 3

    public void create(Campaign campaign) {
        em.persist(campaign);
    }

    public void edit(Campaign campaign) {
        em.merge(campaign);
    }

    public void remove(Campaign campaign) {
        em.remove(em.merge(campaign));
    }

    public Campaign find(Object id) {
        return em.find(Campaign.class, id);
    }

    public List<Campaign> findAll() {
        return em.createQuery("select object(o) from Campaign as o").getResultList();
    }
}

```

Continuando, la segunda anotación (@PersistenceContext) proviene del API de persistencia (JPA), y permite instanciar un objeto “especial” (ver 3, Figura 14) que implementa la interfaz EntityManager. Esto tiene que ver con la manera en que se gestiona la persistencia. Estos objetos que implementan un EntityManager pueden ejecutar instrucciones SQL y sincronizar los beans con la base de datos. Los EntityManager son gestionados por los contenedores del Servidor de Aplicaciones (p. ej., el contenedor EJB).

Nótese los métodos implementados. Por ejemplo el método: “public void create”, recibe una instancia de la clase de entidad campaign, el cual lo pasa como parámetro al método persist del objeto em (que es instancia de EntityManager), lo cual se traduce en una inserción de un registro en la tabla Campaign de la base de datos.

Este proceso tiene que ver con el ciclo de vida de la persistencia. Cuando en algún lugar se crea una instancia de alguna clase de entidad a través de la palabra reservada new (p. ej., a través de la sentencia “Campaign objeto = new Campaign(parametros)”), se dice que esa instancia de clase entidad está desacoplada, es decir, no existe acople aún con

la tabla de la base de datos, por lo que las modificaciones que se haga a las propiedades de esa instancia no son automáticamente actualizadas en la base de datos. Lo que en realidad hace el método `persist` del `EntityManager` es acoplar el objeto con la base de datos (persistencia). De esta forma lo que debe hacer el cliente del `session bean` para crear una campaña en la base de datos es, en primer lugar, crear un objeto de la clase entidad `Campaign`, para después configurar sus atributos (a través de sus métodos públicos o quizás a través del mismo constructor), y finalmente pasarlo como parámetro a través del método de negocio `create` implementado por el `session bean`.

Otro método del `EntityManager`, `merge(objetoEntidad)`, permite volver a gestionar una entidad persistente, actualizando la base de datos con su contenido (atributos). Los demás métodos apreciados en la figura 14 se infieren de la explicación anterior. Adicionalmente, `EntityManager` provee métodos para realizar transacciones SQL estándar, nativas, y en lenguaje extendido, lo que permite recibir directamente de las transacciones objetos ó colecciones de objetos de clases de entidad.

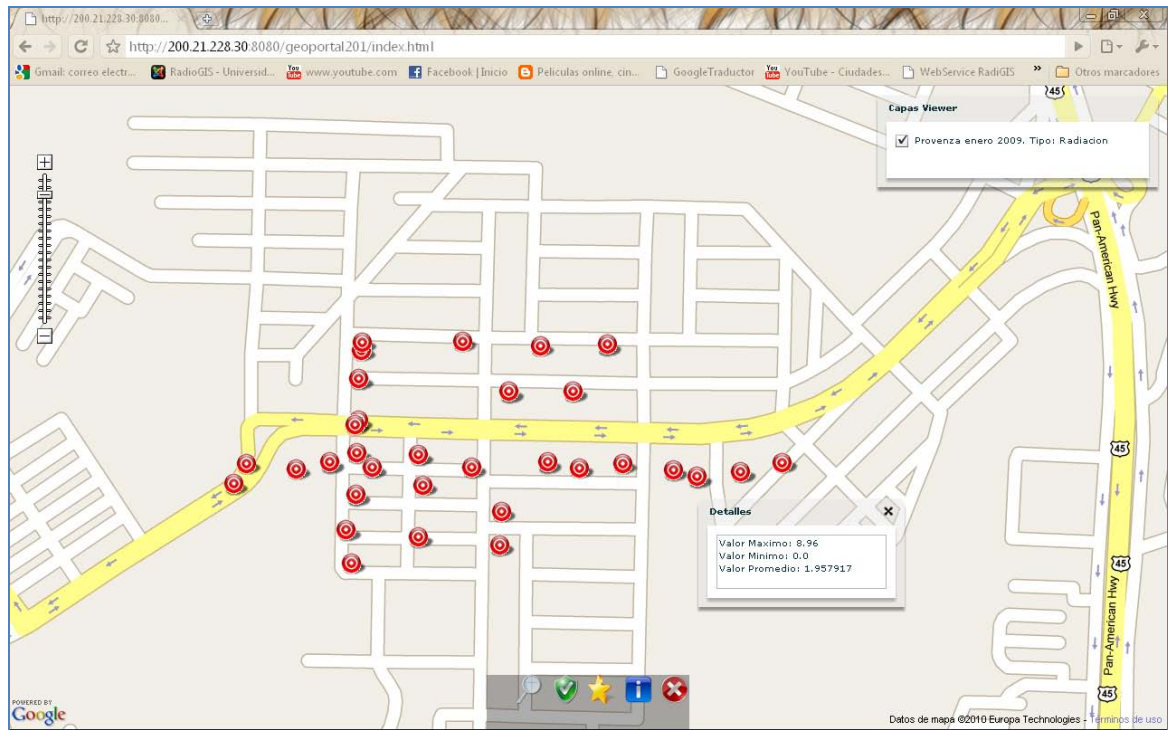
Volviendo al uso de las anotaciones, en la codificación de los Servicios Web también se utilizan las anotaciones. P. ej., para definir una clase java como un Servicio Web se agrega la anotación `@WebService()` encima de su declaración; adicionalmente, los métodos que se quieran exponer a las aplicaciones clientes deberán llevar la anotación: `@WebMethod(operationName="NombreVisible")`.

5.6 DESARROLLO EN LA CAPA WEB

Los componentes que se ejecutan del lado del servidor, se encuentran dentro de contenedores, ya sea en la capa de negocios o en la capa web.

Como ya se describió anteriormente, en la capa de negocio se encuentran aquellos módulos que implementan la lógica principal de la solución. En el caso de específico que compete a esta solución, aquella lógica tuvo que ver con la gestión de registro y consulta de la información alfanumérica y geo-espacial, relacionada con la Radiación No Ionizante.

Figura 15. Aplicación Web (orientada a presentación) – Geoportal



Sin embargo, la lógica principal desarrollada en el Servidor tiene que tener puntos de salida hacia el exterior, a través de los cuales puedan las aplicaciones (que interactúan directamente con el usuario final) solicitar la prestación de alguna funcionalidad del Servicio de Telecomunicación. Los web services ó Servicios Web, fueron desarrollados para eso, para publicar a través de la web, servicios de los cuales otros sistemas informáticos pudieran beneficiarse. Sólo esta clase de tecnología puede hacerlo debido a que está basado en estándares que todos reconocen, lo que le permite ser interoperable entre sistemas no homogéneos.

Por otro lado, como su nombre lo indica, la capa web en el modelo Java EE, despliega aplicaciones web. Las aplicaciones web son extensiones dinámicas del Servidor, y se puede dividir en dos categorías: orientadas a presentación y orientadas a servicios. Dentro de las primeras están todas aquellas que generan páginas web interactivas y que contienen varios tipos de lenguajes de marcado (HTML, XML, etc.) y contenido dinámico en respuesta a solicitudes. Dentro de este tipo se encuentra la tecnología Servlet, JSP y JSF.

Por otro lado, las aplicaciones web orientadas al servicio son aquellas que implementan puntos de entrada a métodos de negocio a través de web services. De hecho, muy a menudo las aplicaciones web orientadas a la presentación son clientes de las aplicaciones web orientadas al servicio. (En términos generales, cualquier aplicación cliente, sea web ó stand-alone, puede ser cliente de aplicaciones web orientadas al servicio (ó de web services publicados en contenedores EJBs, cuando el session bean subyacente es de tipo Stateless, ver Figura 14).

JAX-WS permite de cualquier modo, construir web services basados en las especificaciones técnicas de la W3C, lo que se traduce en una tecnología basada en los protocolos HTTP, SOAP, XML y WSDL. Éste último es el contrato de términos que establece el proveedor para el uso del servicio (describiendo cual es el protocolo de transporte soportado, el formato de los mensajes, los métodos disponibles y los tipos de datos para las operaciones). La dirección:

<http://fenix.uis.edu.co:8080/ConsultasSymotWSService/ConsultasSymotWS?wsdl>,

contiene el contrato, disponible en la web, del servicio web ConsultasSymotWS del módulo EJBSymot (Figura 14). Esta dirección es lo único que necesita conocer el desarrollador de una aplicación cliente para hacer uso del servicio.

De cualquier manera, la funcionalidad del servicio desarrollado sobre la plataforma sólo se hace visible cuando un agente solicitante entra en acción. Para ilustrar la capacidad de la aplicación empresarial desarrollada, se presentan resultados obtenidos a través de una aplicación web desarrollada en Flex, llamada Geoportal RadioGIS, como parte del proyecto Nirtel del grupo de investigación RadioGIS. Dicha herramienta presenta en forma de mapas los resultados de las mediciones de RNI realizadas por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander, en zonas estratégicas de Bucaramanga.

Para su funcionamiento, GeoPortal RadioGIS hace uso de los Servicios de Consultas Básicas del Servicio desarrollado sobre la plataforma. Es decir, es una aplicación web que permite realizar búsquedas generalizadas sobre la información disponible en la base de datos. El Servicio de Registro y Consulta LBS, se hará latente a través de aplicaciones cliente cuya gestión del servicio dependa de su ubicación. Para el Geoportal este no es el caso, sin embargo, en los dos próximos capítulos se expondrán dos aplicaciones clientes,

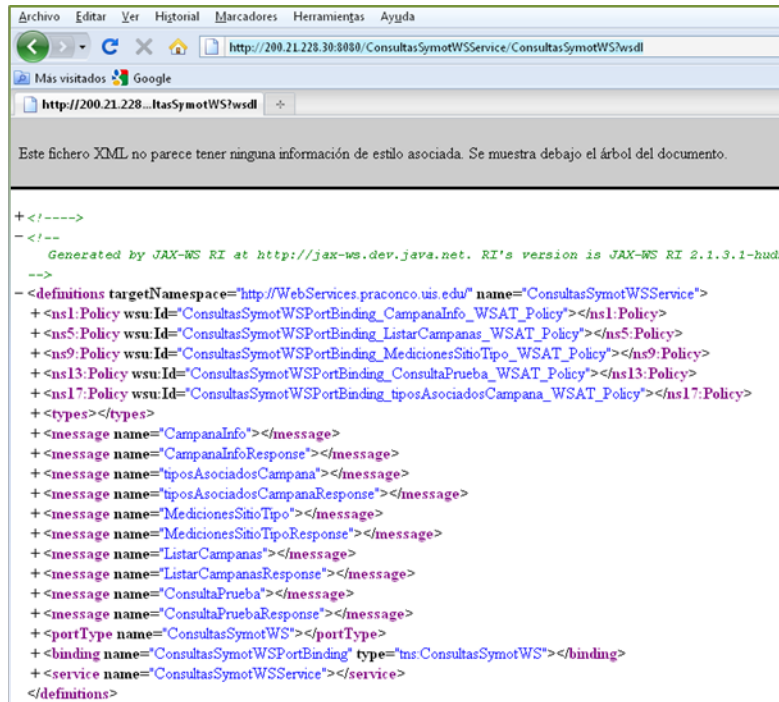
una para Consulta LBS y otra para Registro LBS, a través de las cuales se podrá apreciar esta capacidad.

Por ahora, se limitará a exponer cómo Geoportal hace uso de los servicios implementados. Primero, Geoportal llama al Servicio Web GestionTipoCliente (del módulo EJBAadaptacion, ver Figura 12), el cual invoca internamente al método de identificación que pertenece a la clase IdentificacionBean, y reconoce el dispositivo cliente como un Computador Personal (PC). Después de esto, la aplicación web puede acceder a los geoservicios, haciendo peticiones WMS y WFS. Como resultado de la consulta geográfica, Geoportal despliega el mapa de RNI.

Por otro lado, durante el proceso de interacción de la aplicación con el usuario, a través del mapa, se deben realizar llamadas al web service ConsultasSymotWS (contenido en EJBSymot) para consultar datos alfanuméricos (tales como los sitios en donde la intensidad de campo eléctrico rebase cierta cifra) y ejecutar filtros de contenido ó búsquedas avanzadas. P. ej., el usuario podría hacer click sobre un sitio de medición para conocer en detalle los valores de las mediciones realizadas durante una campaña en ese sitio, ante lo cual la aplicación invocaría el método web MedicionesEnSitio, para conocer el valor promedio del registro medido allí. Una descripción detallada se encuentra en el Javadoc, y la implementación completa de las clases en los Anexos.

Finalmente, en la figura 17 se presentan los componentes implementados sobre el Servidor de Aplicaciones desde el punto de vista de la sesión de administración. Obsérvese los módulo EJB y los Servicios Web implementados como parte de la funcionalidad de la plataforma. De esa manera, las aplicaciones clientes ya podrán hacer uso de un servicio para el registro y consulta basada en localización. De esto se hablará en los siguientes dos capítulos del libro.

Figura 16. Documento wsdl asociado al ServicioWeb ConsultasSymotWS

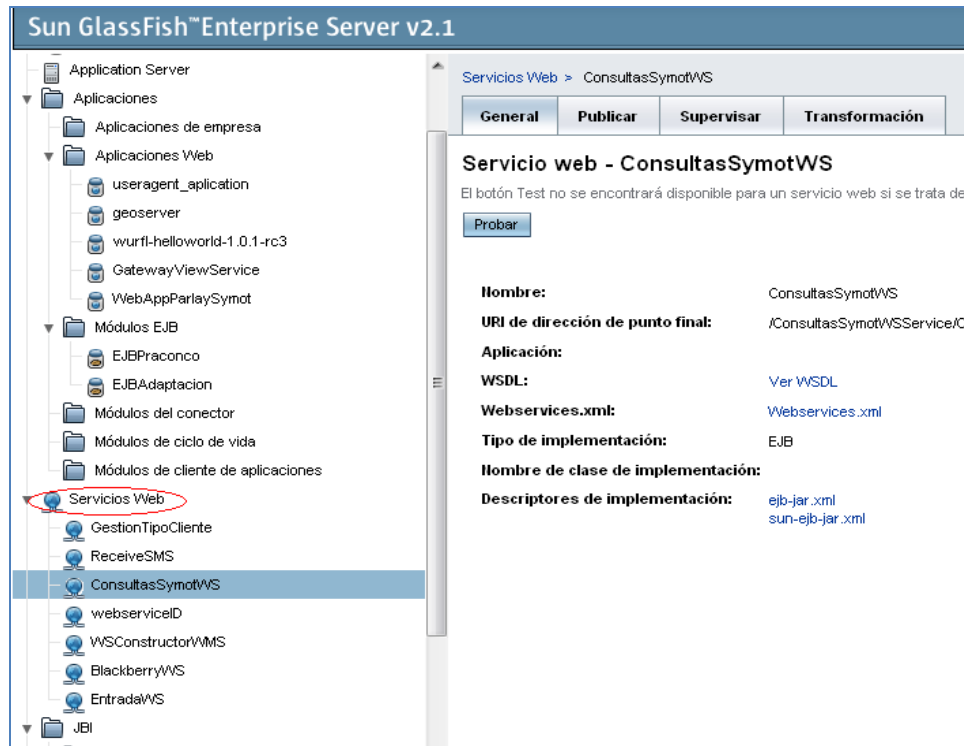


```

<!--
  Generated by JAX-WS RI at http://jax-ws.dev.java.net. RI's version is JAX-WS RI 2.1.3.1-hudson
-->
<definitions targetNamespace="http://WebServices.praconco.uis.edu" name="ConsultasSymotWSService">
  <ns1:Policy wsu:Id="ConsultasSymotWSPortBinding_CampanaInfo_WSAT_Policy"></ns1:Policy>
  <ns5:Policy wsu:Id="ConsultasSymotWSPortBinding_ListarCampanas_WSAT_Policy"></ns5:Policy>
  <ns9:Policy wsu:Id="ConsultasSymotWSPortBinding_MedicionesSitioTipo_WSAT_Policy"></ns9:Policy>
  <ns13:Policy wsu:Id="ConsultasSymotWSPortBinding_ConsultaPrueba_WSAT_Policy"></ns13:Policy>
  <ns17:Policy wsu:Id="ConsultasSymotWSPortBinding_tiposAsociadosCampana_WSAT_Policy"></ns17:Policy>
  <types/>
  <message name="CampanaInfo"></message>
  <message name="CampanaInfoResponse"></message>
  <message name="tiposAsociadosCampana"></message>
  <message name="tiposAsociadosCampanaResponse"></message>
  <message name="MedicionesSitioTipo"></message>
  <message name="MedicionesSitioTipoResponse"></message>
  <message name="ListarCampanas"></message>
  <message name="ListarCampanasResponse"></message>
  <message name="ConsultaPrueba"></message>
  <message name="ConsultaPruebaResponse"></message>
  <portType name="ConsultasSymotWS"></portType>
  <binding name="ConsultasSymotWSPortBinding" type="tns:ConsultasSymotWS"></binding>
  <service name="ConsultasSymotWSService"></service>
</definitions>

```

Figura 17. Componentes del lado del Servidor desarrollados – Vista Glassfish



Sun GlassFish™ Enterprise Server v2.1

Application Server

- Aplicaciones
 - Aplicaciones de empresa
 - Aplicaciones Web
 - useragent_application
 - geoserver
 - wurfl-helloworld-1.0.1-rc3
 - GatewayViewService
 - WebAppParlaySymot
 - Módulos EJB
 - EJBPraconco
 - EJBAdaptacion
 - Módulos del conector
 - Módulos de ciclo de vida
 - Módulos de cliente de aplicaciones
 - Servicios Web**
 - GestionTipoCliente
 - ReceiveSMS
 - ConsultasSymotWS**
 - webserviceID
 - WSConstruktorVMS
 - BlackberryWWS
 - EntradaWWS
 - JBI

Servicios Web > ConsultasSymotWS

General | Publicar | Supervisar | Transformación

Servicio web - ConsultasSymotWS

El botón Test no se encontrará disponible para un servicio web si se trata de un servicio web de tipo EJB.

Probar

Nombre: ConsultasSymotWS

URI de dirección de punto final: /ConsultasSymotWSService/ConsultasSymotWS

Aplicación: WebServices

WSDL: Ver WSDL

Webservices.xml: Webservices.xml

Tipo de implementación: EJB

Nombre de clase de implementación: ConsultasSymotWSImpl

Descriptores de implementación: ejb-jar.xml, sun-ejb-jar.xml

6. SOFTWARE ESPECIALIZADO EN LA GESTIÓN DE LA MEDICIÓN GEOREFERENCIADA DE RADIACION DE RADIOFRECUENCIAS⁸ Y TELEMETRIA

Proteger al hombre y los ambientes de efectos nocivos está menos relacionado con cosas que ocurren naturalmente, pero sí con problemas causados por el hombre mismo, tal como el ruido, los materiales peligrosos, la radiación electromagnética y radioactividad. Productores, operadores de equipos, empleadores, representantes y autoridades de seguridad, y cuerpos de seguridad ocupacional están confrontados con una gran responsabilidad.

Los sentidos subjetivos pueden proveer protección: El ser humano puede escuchar ruido, sentir vibraciones, y oler químicos –al menos a varias distancias. Debido a eso, puede evitar estos peligros ó tomar acciones preventivas. Sin embargo, no puede ver, escuchar u oler la radiación electromagnética. Esto genera sentimientos de nerviosismo. Para hacerse una estimación objetiva del problema es necesario tener la capacidad para medir los efectos. Así, medidas son inevitables.

Cuerpos nacionales e internacionales han especificado valores límites dependientes de la frecuencia para proveer protección de la exposición riesgosa de la radiación electromagnética. En esta consideración, las intensidades de campos permitidos para el ambiente ocupacional son usualmente más altas que para aquellos para el público general. Eso es porque aquellos que trabajan rutinariamente dentro de campos electromagnéticos, están entrenados, son conscientes de los riesgos potenciales, y actúan en concordancia. Por el contrario, empleadores deben asegurar un ambiente de trabajo seguro, demostrar que se

⁸ Los Campos eléctricos y magnéticos de alta frecuencia, con frecuencias hasta 300 GHz son también llamados radiación no ionizante (RNI), lo cual es diferente de la radiación “radioactiva” ionizante.

adhieren a los límites, indicar las zonas seguras, y dar instrucciones apropiadas de cómo actuar.

Existen en el mercado medidores de campo de banda ancha para este propósito. Ellos detectan y miden campos eléctricos y magnéticos en altas frecuencias, y están diseñados especialmente para hacer mediciones para asegurar la seguridad humana, en los alrededores de un sitio de aplicación.

6.1 ESTÁNDARES, LÍNEAS GUÍAS Y REGULACIONES

Existen numerosas referencias para límites de exposición a campos electromagnéticos. Cada país selecciona sus propios estándares nacionales para exposición a campos electromagnéticos. Sin embargo, la mayoría de los estándares nacionales están basados en las recomendaciones establecidas por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Ésta es una organización no gubernamental, formalmente reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), evalúa cientos de resultados científicos de todo el mundo, y produce recomendaciones sobre límites de exposición, los cuales son revisados periódicamente y actualizados si es necesario.

6.2 ANTECEDENTES

6.2.1 Del Proceso y los Instrumentos de medición:

El manejo de medidores de campos electromagnéticos está basado en un proceso manual. Usualmente, quienes los utilizan llevan un registro manual al tomar los valores. La norma UIT k52, recomienda un muestreo durante un tiempo aproximado de seis minutos por sitio. Por eso, quienes lo utilizan se ubican en el sitio de medición, y van tomando valores durante al menos seis minutos, para después hacer cálculos, en general promedios espaciales, para obtener el valor

consolidado de ese punto. Este proceso se repite para cada sitio de medición de la campaña de medición.

Sin embargo, existen muchas consideraciones adicionales que el operario debe tener en cuenta. Una de ellas tiene que ver con las medidas en campo lejano ó cercano. Los campos electromagnéticos tienen un componente eléctrico y uno magnético. A largas distancias de la fuente -campo lejano- estas dos componentes están en una relación constante. Entonces, en ese caso es necesario medir sólo uno de ellos; el otro puede ser calculado a partir del medido, e incluso es posible calcular el nivel de potencia. La relación no es igual en el campo cercano, por lo que es necesario medir el campo eléctrico y magnético por separado.

Otra consideración obligatoria tiene que ver con las capacidades de cada medidor. Para la elección de la herramienta correcta, es necesario estimar la gama de frecuencias en las que se quiere determinar la exposición, basándose en las características de los emisores pertinentes. En general, cada medidor tiene características distintas, lo que influye en la forma de uso. Para la correcta metodología de uso es necesario consultar la documentación del proveedor acerca del correcto uso.

En un caso particular, la distribución de los campos es difícilmente homogénea. Para simular la exposición para el cuerpo entero en una locación, el operario tendrá ó no que medir en muchos distintos puntos y tomar el promedio de la suma de los cuadrados de los resultados (promediado espacial), dependiendo de la tecnología del aparato. Instrumentos como NBM 550⁹ utilizado para presentar resultados en este artículo, tienen en cuenta estas consideraciones, en consecuencia, todo lo que tiene que hacer el operario es ubicarse en un punto y presionar un botón. Sin embargo, esto no aplica para todos los medidores.

⁹ <http://www.narda-sts.de/products/high-frequency/broadband-meters/nbm-550.html>

Todas estas consideraciones, sumado a la cantidad de cálculos manuales, introducen una probabilidad significativa de cometer un error humano en el proceso, afectando los resultados, sin olvidar la cantidad de tiempo requerido para completar la labor.

Otro dato importante tiene que ver con los medidores disponibles en el mercado. Hoy en día *Narda Safety Test Solutions* es el líder mundial en el desarrollo y producción de equipos de medición para campos electromagnéticos. Son pocos los equipos de banda ancha de otros proveedores que habilitan una interfaz remota óptica y/o usb. Se ha decido brindar compatibilidad a las series Narda, especialmente a las familia de la serie NBM 500.

6.2.2 Otros Software

NBM-TS es el software provisto por Narda para sus productos de la serie NBM. Éste permite básicamente la transferencia de datos desde la memoria del instrumento y la configuración del equipo.

Software de terceros oficialmente publicados se encontró a *GeoRadScanner*¹⁰, un prototipo desarrollado en LabView (una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño en lenguaje gráfico), el cual permite controlar de manera remota un instrumento Narda NBM 520. Un aporte valioso entregado por los autores, fue la definición de una metodología práctica para la medición automatizada a gran escala de niveles de radiación, debido a que la mayoría de recomendaciones internacionales presentan lineamientos guías, más no una secuencia de pasos prácticos a través de una aplicación informática.

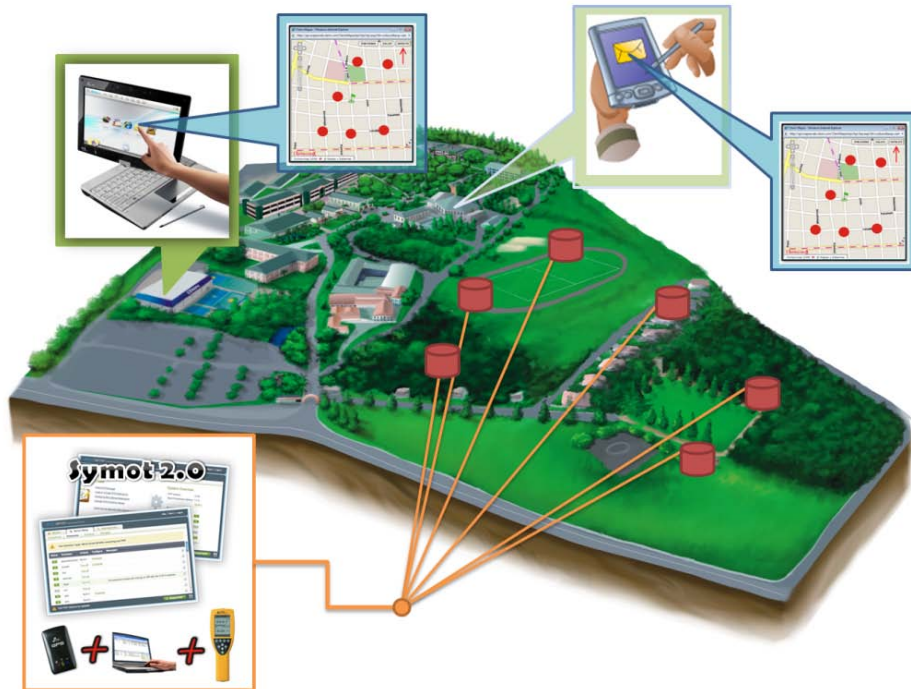
¹⁰ Tesis de Grado: Solución de Escaneo de Niveles de RNI basado en Narda NBM-520. César Camilo Rodríguez, Sergio Andrés Muñoz. E3T. Universidad Industrial de Santander.

6.3 SOFTWARE COMO PARTE DE UN SERVICIO: CARACTERÍSTICAS GENERALES

Symot 2.0, es un software especializado desarrollado para trabajar con medidores de banda ancha, y a futuro se espera compatibilidad con medidores de banda estrecha. Sus funcionalidades son: gestión de la configuración del instrumento y medición por control remoto, administración y transferencia de resultados a repositorio local de datos, y soporte para envío remoto de datos a Servidores de Aplicaciones Empresariales y análisis e impresión de los resultados.

Symot 2.0, es además una aplicación que hace parte del Servicio de Monitoreo del Espectro Electromagnético de RadioGIS¹¹, una solución informática distribuida orientada a redes tipo NGN. La solución global, desde el punto de vista del servicio, se visualiza en la figura 18.

Figura 18. Symot 2.0, como parte del Servicio de Monitoreo del Espectro de RadioGIS



¹¹ Grupo de Investigación y Desarrollo, Escuelas de Ingenierías Eléctrica y Electrónica de la Universidad Industrial de Santander, Colombia.

Symot 2.0, junto con la funcionalidad expuesta en la Plataforma, constituyen un Servicio Basado en Localización para el Registro Remoto de niveles de Radiación No Ionizante.

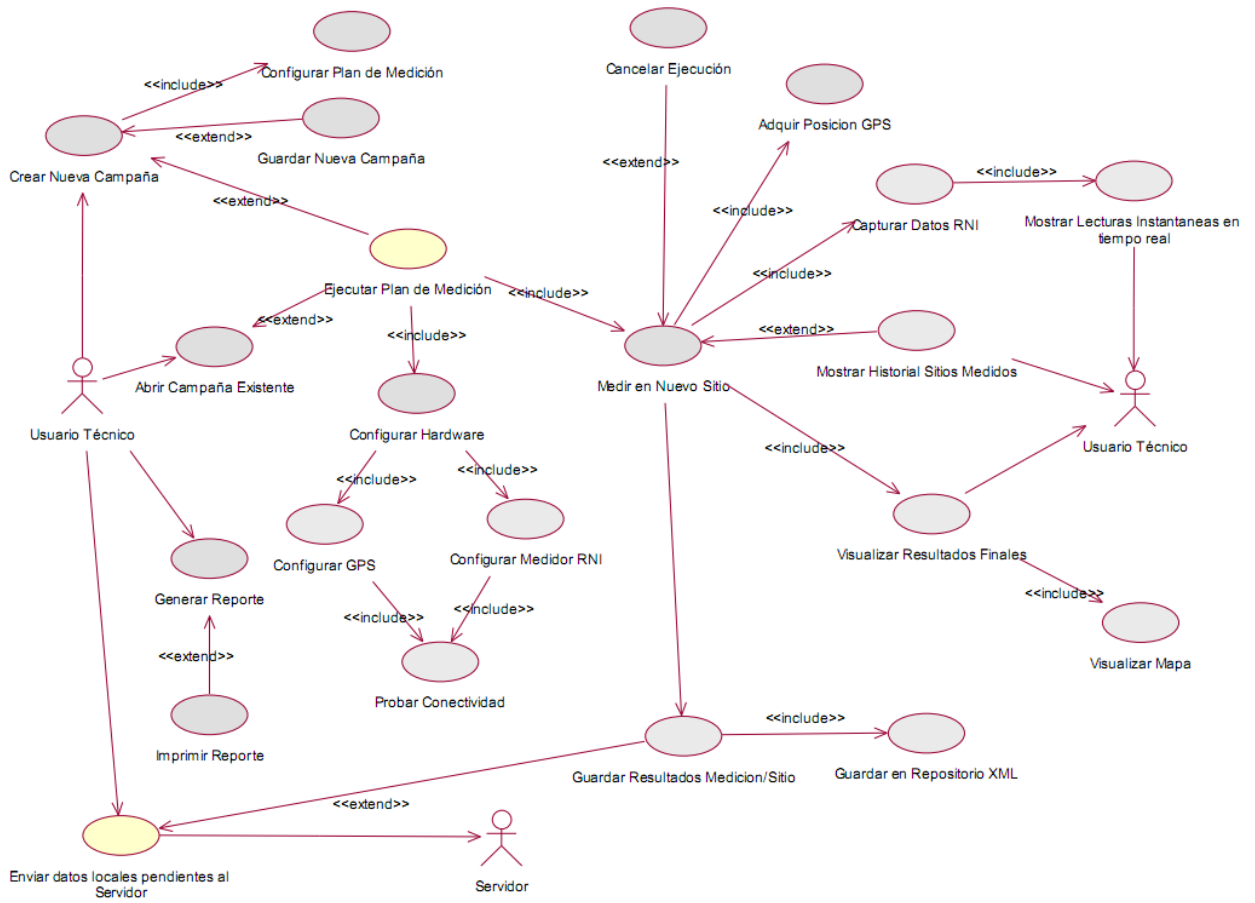
Características que diferencian a Symot 2.0 de las aplicaciones existentes son:

- Compatibilidad con múltiples medidores de radiación de radiofrecuencias de banda ancha.
- Compatibilidad con múltiples dispositivos de GPS (necesarios para la georeferenciación de los datos).
- Desarrollado completamente en .NET, a partir de un diseño modular, lo que lo hace ideal para incorporarse a otras soluciones.
- Posee un módulo de conectividad con Aplicaciones Java EE 5 a través de la tecnología *Web Service*.
- Envío remoto de la información en cualquier momento
- Compatibilidad de operación en modo Internet *Online/Offline*
- Visualización de Resultados en formato de Mapas
- Posee una Interfaz amigable para el usuario
- Comparación de resultados con distintos estándares de límites de referencia
- Posee un repositorio local de datos basado en XML
- Independencia del hardware

6.4 DISEÑO E IMPLEMENTACION

La primera aproximación es desde el punto de vista del usuario. “Fig 2” presenta el diagrama UML de casos de uso.

Figura 19. Diagrama de Casos de Uso para la herramienta Software



Desde el punto de vista del usuario, los requerimientos necesarios del software se recogieron en la siguiente tabla.

Tabla 2. Requerimientos en función del usuario

Identificador	Nombre
CUGSYMOT01	Crear Nueva Campaña de Medición
CUGSYMOT02	Configurar Nuevo Plan de Medición
CUGSYMOT03	Guardar Nueva Campaña
CUGSYMOT04	Abrir Campaña
CUGSYMOT05	Ejecutar Plan de Medición
CUGSYMOT06	Configurar Hardware: GPS e Instrumento de Medición de RNI
CUGSYMOT07	Probar conectividad de Hardware
CUGSYMOT08	Control Remoto dispositivo GPS para obtención de posición
CUGSYMOT09	Control Remoto medidor para la Captura de Datos
CUGSYMOT11	Visualización de Lecturas instantáneas en tiempo Real
CUGSYMOT12	Cambiar modo de operación: ONLINE/OFFLINE, entre sitios

CUGSYMOT13	Guardar localmente toda las mediciones del sitio
CUGSYMOT14	Mostrar historial de Sitios medidos de la campaña en ejecución
CUGSYMOT15	Enviar datos locales pendientes remotamente a Servidor
CUGSYMOT16	Mostrar consolidado del proceso actual de medición
CUGSYMOT17	Cancelar medición del sitio actual
CUGSYMOT18	Generar reporte
CUGSYMOT19	Visualizar resultados finales al terminar campaña
CUGSYMOT20	Visualizar Mapa de Niveles de Radiación por Campaña

CUGSYMOT30	Imprimir reporte
-------------------	-------------------------

En términos del usuario, conectando cualquier dispositivo GPS, y un medidor de radiación Narda de la serie 500, es posible a través del software automatizar el proceso de medición de tal manera, que sólo sea necesario desplazarse a los sitios geográficos requeridos para la evaluación de los niveles de radiación. El Software lee a través de una comunicación interna con el GPS las coordenadas del sitio, para posteriormente controlar remotamente el medidor y tomar lecturas instantáneas durante un tiempo determinado, calculando el valor promedio para cada sitio medido.

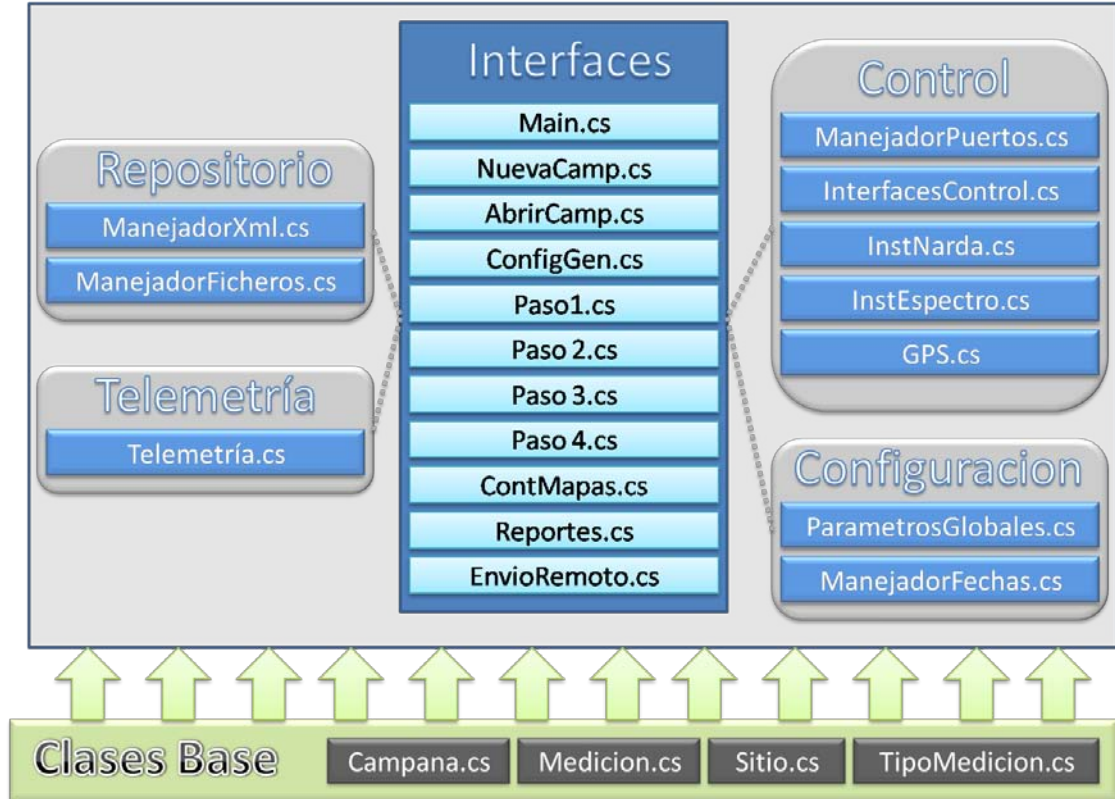
Además, la aplicación debe poder trabajar en dos modos de operación:

Online: Como parte de una aplicación distribuida que implementa al Servicio basado en localización para el registro de Datos, el almacén de datos asociado con los niveles de radiación, no se encuentra en máquina cliente alguna. La base de datos pertenece al dominio de las tecnologías del lado del servidor de aplicaciones, quien es el encargado de explotar y administrar dicha información a través de SIG. Por eso, en condiciones ideales cada medición hecha en campo por el Symot 2.0, será enviada al Servidor que representa la plataforma de Servicios.

Offline: Existirán ocasiones en campo, cuando la conexión a internet no esté disponible, ó sea deficiente, lo que debe permitir al usuario seguir trabajando sin inconvenientes. Por eso, el software gestiona, a través de un repositorio local basado en XML, la información pendiente de envío. Cuando se restablezca la conexión, y por confirmación del usuario, el software enviará la información pendiente al Servidor y actualizará su repositorio local de datos.

Desde el punto de vista de la implementación, el software fue construido modularmente, siguiendo una estructura de clases que se aprecia en la figura 20.

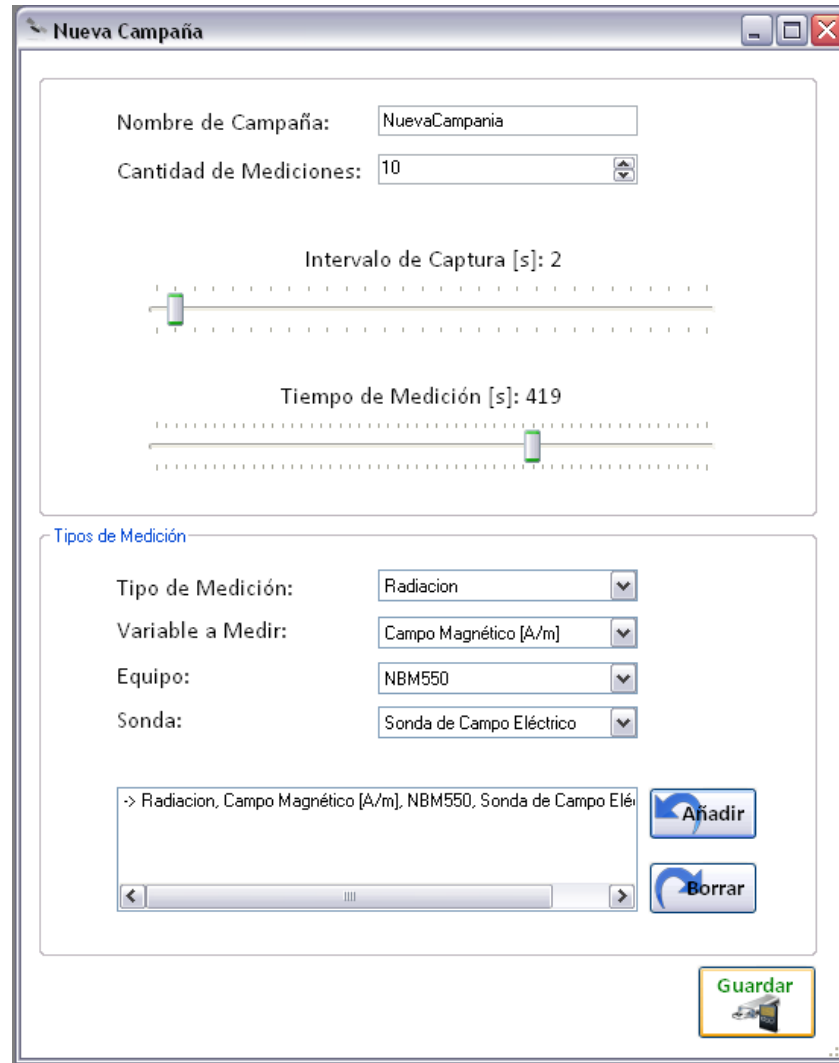
Figura 20. Estructura de módulos de clases Symot 2.0



Como se puede observar, cada módulo está encargado de desarrollar una funcionalidad específica, de esta manera existen 5 módulos: módulo de interfaces con el usuario, módulo de control, módulo de configuración, módulo de telemetría y módulo para la gestión del almacenamiento local o repositorio local de datos. Adicionalmente existe un grupo de clases base, las cuales representan la estructura de la metodología propuesta para la medición, esto es a través de la definición de campaña de mediciones, tipos de medición, sitios de medición, y las mediciones asociadas al sitio.

6.4.1 Interfaces de usuario

Figura 21 Creación de una Nueva Campaña de Medición



Las interfaces representan el punto de contacto entre el usuario final y la lógica interna de la aplicación, por lo que se decidió desarrollar interfaces intuitivas y sencillas en el modo de lo posible. A continuación se presentarán las interfaces de interacción con el usuario, asociadas con los requerimientos generales descritos en la tabla 2. La figura 21, por ejemplo, representa el diálogo para crear una nueva campaña de medición. Al crear la nueva campaña se configura el plan de

medición, el cual consiste en definir el número de sitios de medición para la campaña, el intervalo de captura el cual define el intervalo para el muestreo de la medición, el tiempo de medición que define el tiempo de captura de datos por sitio y, adicionalmente se define el tipo ó tipos de medición asociados a esta campaña. Existen dos tipos de medición: radiación y espectro. El primero está asociado con medidores de banda ancha, y el segundo de banda estrecha ó analizadores de espectro. Adicionalmente se define la componente de campo a medir, pudiendo ser campo eléctrico, magnético ó densidad de potencia, el equipo de medición y la sonda.

Figura 22. Asistente para la configuración de Hardware



Después de creada y guardada la campaña, es posible proseguir inmediatamente a la ejecución de las mediciones. Para esto es primero necesario comprobar la conexión tanto con el medidor de radiación como con el dispositivo GPS. La figuras 22 y 23 muestran el asistente de conexión con los dispositivos, el cual permite configurar los parámetros del puerto *usb-serial* y bluetooth para comprobar la conexión con cada dispositivo.

Una vez superada la etapa de verificación de comunicación con el instrumento de medición y con el GPS, se prosigue a la etapa de captura de los datos geo-

referenciados. Este proceso consta de cuatro pasos para cada sitio de medición de campaña: obtención de la posición a través de la lectura de GPS, obtención de la radiación a través del control remoto del instrumento de medición, obtención de la gráfica de escaneo de banda de frecuencia a través del analizador de espectro, y finalmente el envío remoto de la medición en el sitio. De esta manera, el operador sólo tiene que ubicarse en el sitio deseado para realizar las lecturas, y dejar que la aplicación ejecute el proceso. Las figura 24, 25 y 26, muestran partes de este proceso. Es de importancia notar que el tercer paso referente a la medición a través del analizador de espectros hace parte de una funcionalidad adicional a los objetivos planteados en este proyecto.

Figura 23. Probar conectividad con instrumento de Medición

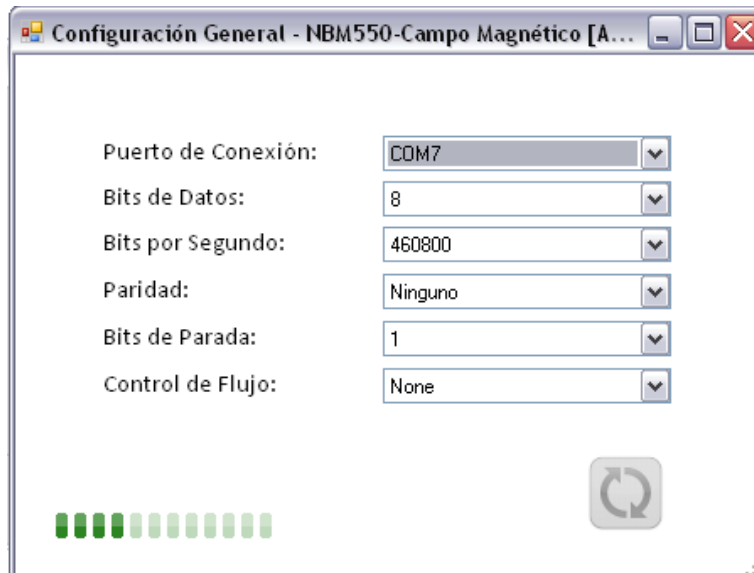


Figura 24. Adquisición de Coordenadas

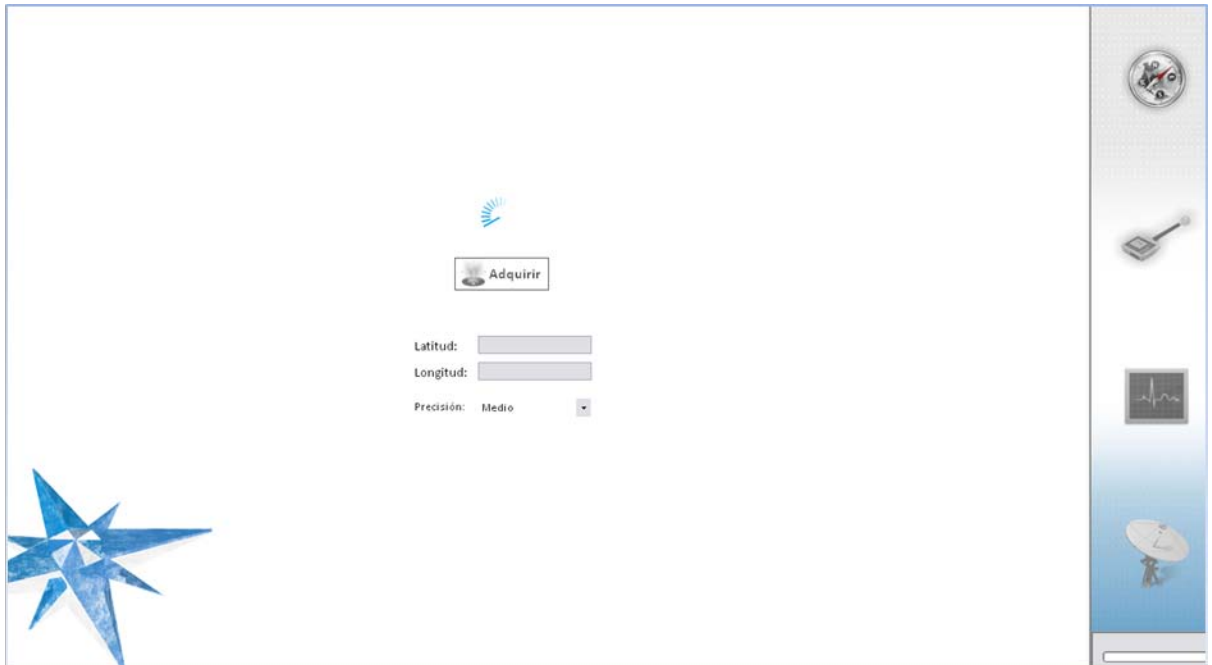


Figura 25. Captura desde el Software de valores de intensidad de Campo Electromagnético

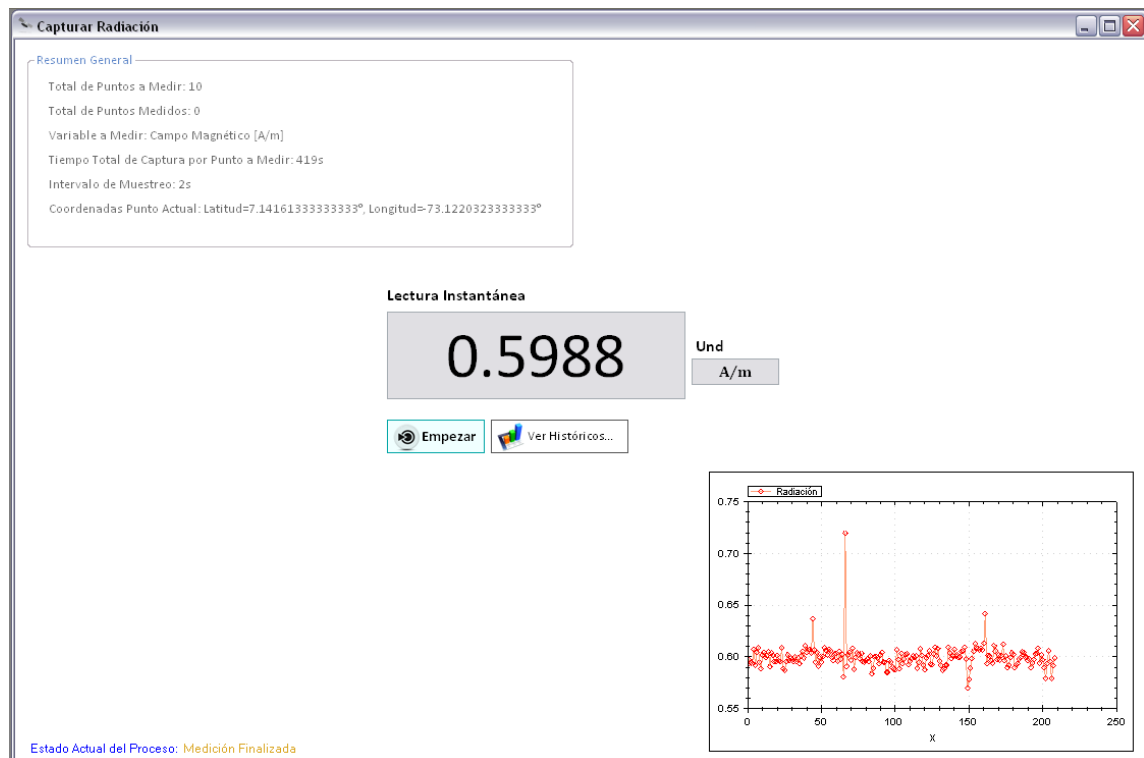
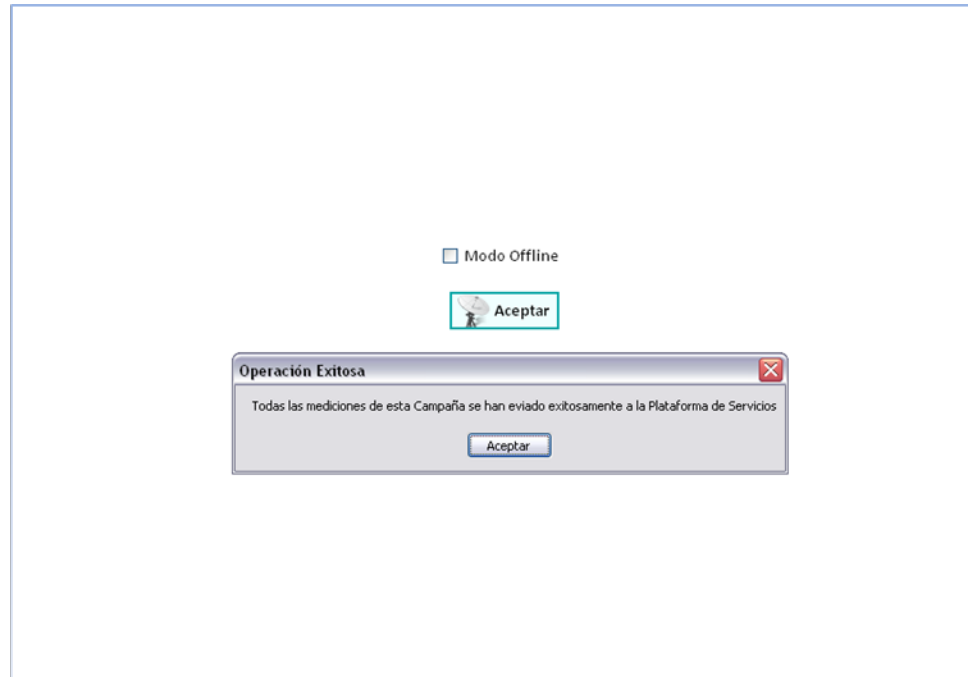
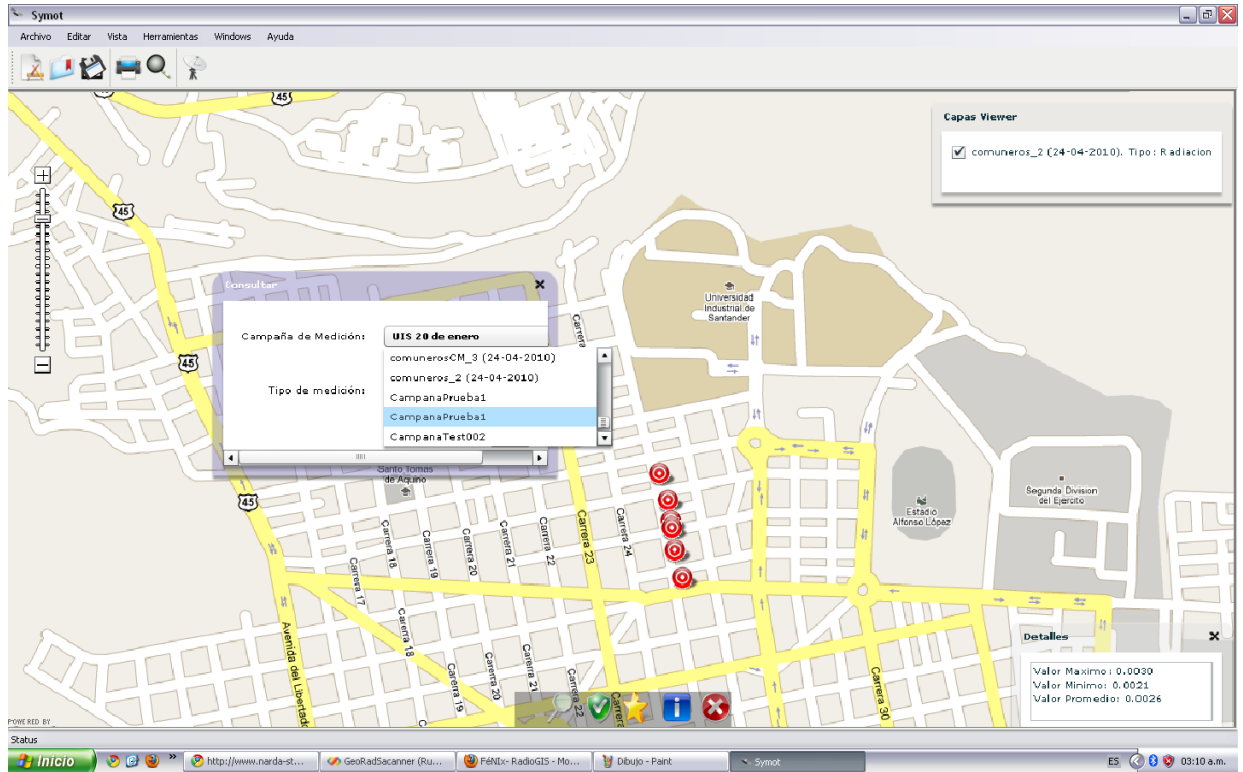


Figura 26. Envío remoto de los datos geo-referenciados



Una vez terminadas las mediciones en cada uno de los sitios de medición escogidos por el usuario, el software procede a mostrar en forma de mapa los sitios geográficos de su campaña, y al hacer click sobre cada punto puede visualizar el valor de la medición leído en ese punto. Dicho valor es el valor promedio espacial de las lecturas instantáneas que se leyeron en ese punto. Estos cálculos los realiza internamente la aplicación. La figura 27, muestra el resultado en forma de mapa.

Figura 27. Resultados en Mapa, y valores máximo, mínimo, y promedio para cada sitio



Nivel bajo:	# de muestras =10	
PDOP<5.0	# satélites = 4	GPS Quality Indicator > 0
Nivel medio:	# de muestras =20	
PDOP<3.0	# satélites = 4	GPS Quality Indicator > 0
Nivel alto:	# de muestras =30	
PDOP<2.0	#satélites = 4	GPS Quality Indicator > 0

La selección de uno u otro nivel de exigencia está asociado con las características del receptor GPS que se maneje (Relación señal a ruido, velocidad de transferencia, ganancia de la antena de recepción) y el tiempo de procesamiento necesario para suministrar un dato de posición al usuario.

El formato estándar que define las tramas de datos que se transfieren se fundamenta en el protocolo NMEA 0183, de forma tal que su correcta

identificación e interpretación es importante para que el módulo de control entregue la información correcta.

A continuación se lista las tramas que arrojan de forma automática un dispositivo GPS:

*\$GPGGA,231550.000,0707.5404,N,07306.6092,W,1.06,1.9,1023.5,M,0.0,M,,0000*4F*

*\$GPGSA,A,3,29,15,26,12,02,09,,,,,4.5,1.9,4.1*3D*

*\$GPRMC,231550.000,A,0707.5404,N,07306.6092,W,0.00,190.02,141208,,A*72*

*\$GPGGA,231551.000,0707.5403,N,07306.6091,W,1.06,1.9,1023.9,M,0.0,M,,0000*46*

*\$GPGSA,A,3,29,15,26,12,02,09,,,,,4.5,1.9,4.1*3D*

*\$GPRMC,231551.000,A,0707.5403,N,07306.6091,W,0.00,190.02,141208,,A*77*

*\$GPGGA,231552.000,0707.5398,N,07306.6092,W,1.06,1.9,1024.4,M,0.0,M,,0000*49*

Como se puede visualizar existen distintos tipos de trama definidas por el estándar NMEA. De especial interés para la aplicación fueron las tramas *GPGSA* y *GPGGA*, de las cuales se sacan los valores de PDOP (*GPGSA*) y los valores de latitud, longitud, número de satélites enlazados e indicador de enlace (*GPGGA*) (Véase figura 28).

Figura 28. Formato de la trama *GPGGA*, según NMEA

```
$--GGA, hhmmss.ss, llll.ll, a, yyyyy.yy, a, x, xx, x.x, x.x, M, x.x, M, x.x, xxxx*hh
```

- 1) Hora (UTC)
- 2) Latitud
- 3) N or S (Norte o sur)
- 4) Longitud
- 5) E or W (Este u oeste)
- 6) Indicador GPS,
 - 0 – No conectado,
 - 1 – GPS conectado,
 - 2 – GPS con conexión diferencial
- 7) Número de satelites rastreados, 00 - 12
- 8) Dilución Horizontal de posición
- 9) Antenna Altitude above/below mean-sea-level (geoid)
- 10) Unidades de la altitud de la antena, metros
- 11) Separación al geoid, diferencia entre el elipsoide WGS-84 y el nivel del mar (geoid)
- 12) Unidades de la separación al geoid, metros.

Si el lector observa detenidamente cualquier trama de las representadas arriba, se dará cuenta de que ésta está construida por una serie de valores separados por comas (“,”); de aquí que los métodos implementados para leer las tramas NMEA, primero tengan que diferenciar una trama de otra (identificando el salto de línea), y después obtener el valor en una determinada posición dentro de la trama (identificando las comas). Para ilustrar esto, véase el siguiente método del módulo de control para la obtención del número de satélites enlazados:

```
public static int TramaGGA_NumeroSatelites(String TramaGGA)
{
    char[] separator = { ',' };
    String[] cadena = TramaGGA.Split(separator);
    if (cadena.Length >= 7)
    {
        return Int16.Parse(cadena[7]);
    }
    return -1;
}
```

Tal como se aprecia, el método recibe una trama GPGGA en formato *String*, y debido a que el valor en la séptima posición corresponde al número de satélites, según el estándar, se utiliza el método *Split* de la clase *String* para separar la trama en elementos individuales de un vector, en donde cada elemento corresponde al *sub-String* encontrado entre comas (“,”). Este mismo tipo de lógica se utilizó para obtener los valores de las demás tramas NMEA. Una vez obtenidos los valores necesarios, se procede a evaluar si los valores cumplen con el filtro de calidad descrito más arriba. Si cumplen, se procede a almacenar en memoria la posición (latitud, longitud) de esa trama, y finalmente se ejecuta una operación de promediado espacial para obtener la posición final que es mostrada en la interfaz de usuario (figura 24).



Interacción con el instrumento de Medición

La mayoría de instrumentos de medición que implementan una interfaz remota, poseen un puerto de salida óptico (para evitar interferencias electromagnéticas en la medición) y/o *usb*, el cual es conectado al computador a través de un convertidor óptico-serial (o *usb*-serial). La configuración de estos puertos viene documentada con el instrumento, configuración que el software establece como predeterminada. Sin embargo, la aplicación también permite cambiar estos parámetros al usuario (figura 23).

La interacción remota está basada en una serie de comandos que habilita el fabricante. Es él al final quien determina los comandos, la sintaxis, las operaciones soportadas, y el formato. Véase por ejemplo el siguiente método de la clase *NardaNBM550.cs*, el cual solicita al instrumento un valor instantáneo de lectura justo después de haber tomado el control remotamente.

```
public double SolicitarUnaMedicion()
{
    this.PuertoSerial.DiscardInBuffer();
    this.PuertoSerial.DiscardOutBuffer();
    this.PuertoSerial.Write("MEAS?");
    bool espera = true;
    int contador = 0;
    while (espera)
    {
        System.Threading.Thread.Sleep(this.intervaloCaptura*1000);
        respuesta = this.PuertoSerial.ReadExisting();

        if (respuesta.Equals(String.Empty)==false)
        {
            char[] separator = { ',' };
            String[] par = respuesta.Split(separator);
            return (Double.Parse(par[0], CultureInfo.InvariantCulture));
        }
        else
            contador++;
        if (contador >= 30)
            espera = false;
    }
    return -1;
}
```

De especial interés es la sentencia que está resaltada. La aplicación escribe el comando “MEAS?” a través del puerto, comando que para los medidores Narda de la serie 500, significa una solicitud de lectura instantánea de radiación (si es de campo eléctrico ó magnético ó las unidades de respuesta, depende de la configuración previa hecha también remotamente). Cómo se ve en el método, la aplicación antes de hacer esa solicitud limpia el buffer de entrada (para

asegurarse de no recoger basura), y una vez recogido una cadena, realiza un proceso similar al presentado con las tramas NMEA. El instrumento no devuelve un valor único, sino que suelen devolver varios valores separados por comas (“,”), que denotan si la medición se pudo hacer, valores máximos y mínimos consolidados, y por supuesto el valor instantáneo. Éste último es el de especial interés, el cual es el que viene de primero en la respuesta. Dicho valor, es el valor que devuelve el método. Cada uno de los distintos medidores soportados tiene un funcionamiento similar, pudiendo cambiar levemente la sintaxis. Es de interés conocer que la mayoría de medidores que implementan una interfaz remota pertenecen al fabricante Narda. Actualmente se están evaluando otras marcas, que aunque escasas, es posible encontrar. Sin embargo, debido a los elevados costos de estos medidores, es imposible asegurar un perfecto funcionamiento hasta no hacer las pruebas con cada uno de ellos. Medidores Narda, de las series ERM-330 y NBM500, fueron probados con éxito, gracias a la colaboración del Ministerio de las Tecnologías de la Información, y Colciencias, a través del grupo de RadioGIS (quien adquirió un moderno medidor NBM550 para esta investigación).

6.4.2 Módulo para la Gestión del Repositorio Local

La aplicación está orientada a proveer un servicio de registro remoto de datos *geo-referenciados* a través del uso de *Web Services*, lo que implica que el usuario puede estar operando desde cualquier locación, en muchos casos fuera del casco urbano. Debido a la imposibilidad de asegurar una conexión estable a internet en todo momento durante las campañas de medición, las cuales suelen durar media jornada laboral (4 horas), se hizo imperativo brindar una opción para que la aplicación trabajar *offline* durante el tiempo que desee el usuario. Posteriormente, en cualquier momento, éste podría ejecutar el asistente de actualización, el cual mira en el repositorio local de datos las mediciones y/o campañas que aún no se han creado en la plataforma, y a continuación intenta enviarlas. Si el proceso

concluye con éxito, esto es, si recibe confirmación del servidor, procede a cambiar el estado de la campaña en el repositorio local a un estado de *enviado*.

El repositorio local de datos está basado en un archivo basado en XML. Este contiene de una manera esquemática la estructura de las campañas de medición. A partir de este archivo es posible guardar las nuevas campañas, abrir una campaña no finalizada para continuar con la ejecución de las mediciones pendientes, y finalmente enviar las mediciones de las campañas que aún no han sido enviadas al servidor.

Al momento de desarrollar cualquiera de las anteriores operaciones, el módulo, a través de la clase “*manejadordeficheros.cs*”, verifica que exista el archivo xml en la ruta:

“C:\Archivos de programa\RadioGis\Symot\mdfile.xml”

De no ser así, crea el directorio así como el archivo. Éste va a ser el repositorio de apoyo con el que va a contar la aplicación. Figura 29 presenta el esquema XML utilizado para mantener el repositorio local de datos.

Como se puede apreciar en la figura dentro de cada par de etiquetas “<Campana>...</Campana>”, está contenida toda la información necesaria para una campaña de medición. Una campaña puede tener uno ó más tipos de etiquetas “<TipoMedicion>”, y estas a su vez pueden contener cualquier número de etiquetas “<Medicion>”. Cada Medición está asociada a un único sitio, por lo que sólo existirá una etiqueta “<Sitio>” por etiqueta “<Medicion>”.

La gestión de leer del archivo xml los datos y convertirlos en objetos de tipo Campana, TipoMedicion, Medicion y Sitio está a cargo de la clase *manejadorxml.cs*, así como el proceso inverso (convertir objetos en el equivalente de etiquetas). Para ello toma soporte del espacio *System.Xml* del Framework de .NET. Véase en los Anexos, la implementación de esta clase.

Figura 29. Estructura XML del Repositorio Local de Datos

```

- <Proyectos>
- <Campana>
  <nombre>test004</nombre>
  <cantidadMediciones>1</cantidadMediciones>
  <tiempoMedicion>30</tiempoMedicion>
  <intervaloCaptura>2</intervaloCaptura>
  <fechaIni>2010-3-20 20:25:27</fechaIni>
  <fechaFin />
- <TipoMedicion>
  <idTipo>30930144</idTipo>
  <tipo>Radiacion</tipo>
  <equipo>NBM550</equipo>
  <sonda>Sonda de Campo Eléctrico</sonda>
  <variablemedida>Campo Eléctrico [V/m]</variablemedida>
- <Medicion>
  <idMedicion>1777297962</idMedicion>
  <valorMax>0,4122</valorMax>
  <valorMin>0,3612</valorMin>
  <valorProm>0,3794733333333333</valorProm>
  <datos>0,3644 0,3684 0,3815 0,3883 0,3769 0,3785 0,4122 0,366 0,3769 0,3738 0,383 0,389 0,386 0,386</datos>
  <enviado>0</enviado>
- <Sitio>
  <idSitio>1777297962</idSitio>
  <latitud>7,141722</latitud>
  <longitud>-73,122049</longitud>
  <altura>1000</altura>
  <estacion>Defecto</estacion>
</Sitio>
</Medicion>
</TipoMedicion>
</Campana>
- <Campana>
  <nombre>CampanaRadiogis</nombre>
  <cantidadMediciones>1</cantidadMediciones>
  <tiempoMedicion>30</tiempoMedicion>
  <intervaloCaptura>2</intervaloCaptura>

```

6.4.3 Módulo de Telemetría

En el capítulo anterior de este libro, se describió el desarrollo de los *web services* implementado en la plataforma de servicios de RadioGIS. Dicho *Web Service* llamado *EntradaWS*, se implementó dentro del Enterprise JavaBeans llamado *EJBSymot*. *EntradaWS* presenta un conjunto de métodos web, los cuales representan la funcionalidad de la plataforma para registrar datos geo-referenciados, para su posterior procesamiento gráfico a través de mapas. En la figura 30 se observa la vista de administrador dentro del Servidor de Aplicaciones que contiene el Servicio Web mencionado, y en la figura 31 los métodos web disponibles a través del Servicio Web. A continuación se describen los métodos disponibles.

Figura 30. Servicio Web para el Registro de Datos Georeferenciados

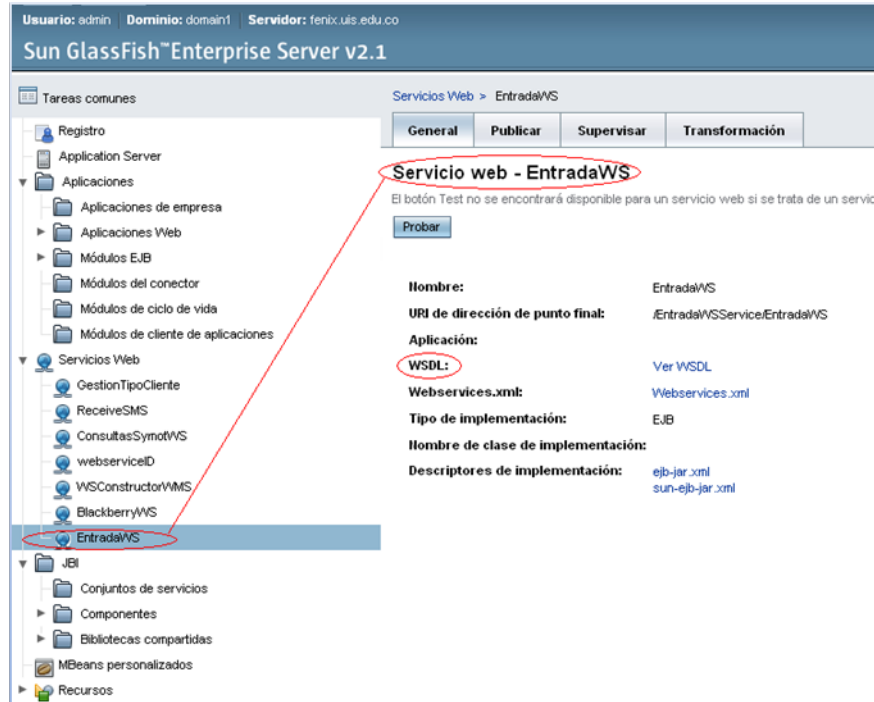


Figura 31 Métodos Web disponibles en *EntradaWS*

Métodos:	
public abstract java.lang.String edu.uis.praconco.webservices.EntradaWS.guardarDatosMedicion(int,int,java.lang.String,double,double,double)	<input type="text" value="guardarDatosMedicion"/> (<input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/>)
public abstract java.lang.String edu.uis.praconco.webservices.EntradaWS.asociarTipoMedicionACampana(int,java.lang.String,java.lang.String,java.lang.String,java.lang.String)	<input type="text" value="asociarTipoMedicionACampana"/> (<input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/>)
public abstract java.lang.String edu.uis.praconco.webservices.EntradaWS.crearCampana(java.lang.String,int,int,java.lang.String)	<input type="text" value="crearCampana"/> (<input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/>)
public abstract java.lang.String edu.uis.praconco.webservices.EntradaWS.finalizarCampana(int,java.lang.String)	<input type="text" value="finalizarCampana"/> (<input type="text"/> , <input type="text"/>)
public abstract java.lang.String edu.uis.praconco.webservices.EntradaWS.insertarSitio(double,int,java.lang.String,double,double,int)	<input type="text" value="insertarSitio"/> (<input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/> , <input type="text"/>)

crearCampana: Crea una campaña. Recibe como parámetro el nombre de la campaña, la cantidad de mediciones, el tiempo de medición, el intervalo de captura y la fecha de inicio de la campaña. Devuelve el id de campaña (el cual es un valor secuencial) ó un código de error si los parámetros no son correctos.

asociarTipoMedicionACampana: Permite asociar un tipo de medición a una campaña. Recibe como parámetros de entrada: el id de la Campaña, el tipo de

medición (p. ej., Radiación, Espectro), la variable a medir (p.ej., campo eléctrico), el instrumento de medición y la sonda. Retorna: el id de Tipo de Medición ó un código de error si los parámetros no son correctos.

insertarSitio: Permite crear un sitio geográfico en la base de datos espacial (tabla *sitiosmedicion*). Recibe: Id de la campaña al que pertenece el sitio, latitud, longitud, altura en metros, secuencia del sitio dentro de la campaña a la que pertenece, y sistema de referencia espacial de las coordenadas (SRID). Devuelve: el Id generado para el sitio ó un código de error si los parámetros no son correctos.

guardarDatosMedicion: Permite añadir una medición a un tipo de medición creado. Recibe: el Id del tipo de medición al que quiere ser agregado la medición (generado en el método *AsociarTipomedicionAcampaña*), el Id del Sitio (generado en el método *insertarSitio*), el vector ó matriz de datos leídos, el valor promedio, máximo y mínimo de la lectura. Retorna: Id de Medición generado ó un código de error si los parámetros no son correctos.

Los posibles códigos de error devueltos por los métodos son los siguientes:

Tabla 3. Códigos de Errores en la invocación de los métodos web

Códigos de Error	Significado
-1	Identificador no válido
-2	Error en el tipo del parámetro
-3	Sistema de Referencia no válido
-4	Tipo de Medición no válido
-5	Fecha inválida
-6	Parámetros incompletos
-7	Nombre de Campaña no válido

La clase *telemetría.cs* es la encargada de gestionar las llamadas a los servicios web de la plataforma. Esta clase toma un objeto *Campaña*, y a partir de sus atributos empezar a llamar a los métodos del Servicio Web. Symot 2.0 por tanto se convierte en el modelo en un *cliente web* del Servicio.

A nivel de programación en .NET, esto se logra agregando una *referencia web* tal y como se tratará de agregar una referencia a una librería *.dll*. Como consecuencia

el entorno abre un asistente en donde lo único que hace falta proveer es la dirección http del documento de descripción del Web Service que se quiere agregar (wsdl). Del capítulo anterior recordar que el WSDL es un protocolo que describe al Servicio Web y los términos de uso que impone el proveedor del servicio. La dirección wsdl para el servicio *EntradaWS* es el siguiente:

<http://fenix.uis.edu.co:8080/EntradaWSService/EntradaWS?wsdl>

La figura 32 muestra el asistente en Visual Studio 2008, a través del cual se agrega la referencia al servicio *EntradaWS*. De especial interés notar que de esta manera un aplicativo desarrollado en .NET funciona como un cliente de un servicio implementado en Java, todo gracias a la tecnología *Web Service*. Una vez agregada la referencia al servicio, la invocación a los métodos web se hace cómo se haría la invocación a métodos de una librería local. Véase el siguiente ejemplo, al invocar el método *CrearCampana*:

```
using SymotWS.EntradaWS; ...
public void CrearCampanaRemotamente()
{
    EntradaWSService servicio = new EntradaWSService(); //Instancia del Servicio
    int respuesta = servicio.CrearCampana("NombreCampana", 10, 600, 2, "11-10- 2008 04:45:30");
}
```

Obsérvese que sólo es necesario añadir el encabezado a la referencia web añadida, y a partir de allí se instancia el servicio como si de una clase más se tratase, teniendo acceso a los métodos.

Otras prestaciones del módulo de telemetría corresponden a la implementación de métodos que permiten comprobar la conexión con el servidor remoto, comprobación de Campañas creadas remotamente, y manejo de los posibles códigos de error devueltos por los métodos.

Una rutina valiosa dentro del módulo de telemetría es la gestión del envío de los datos locales que aún no han sido enviados a la plataforma. El diagrama de flujo de la figura 33 representa dicha rutina implementada en la clase *telemetría.cs*.

6.4.4 Módulo de Configuración

El módulo de Configuración contiene parámetros globales utilizados en la aplicación. A través de él es posible encontrar el formato de fecha que utiliza el servidor remoto, es posible configurar la ubicación y nombre del archivo XML local utilizado como repositorio. Adicionalmente, contiene operaciones de conversión útiles, tales como conversión entre tipos enumerables y cadenas de texto. Para ver la documentación completa revisar la carpeta anexa al CD llamada Symot.

Figura 32. Agregando una referencia al servicio *EntradaWS* en el entorno de .NET

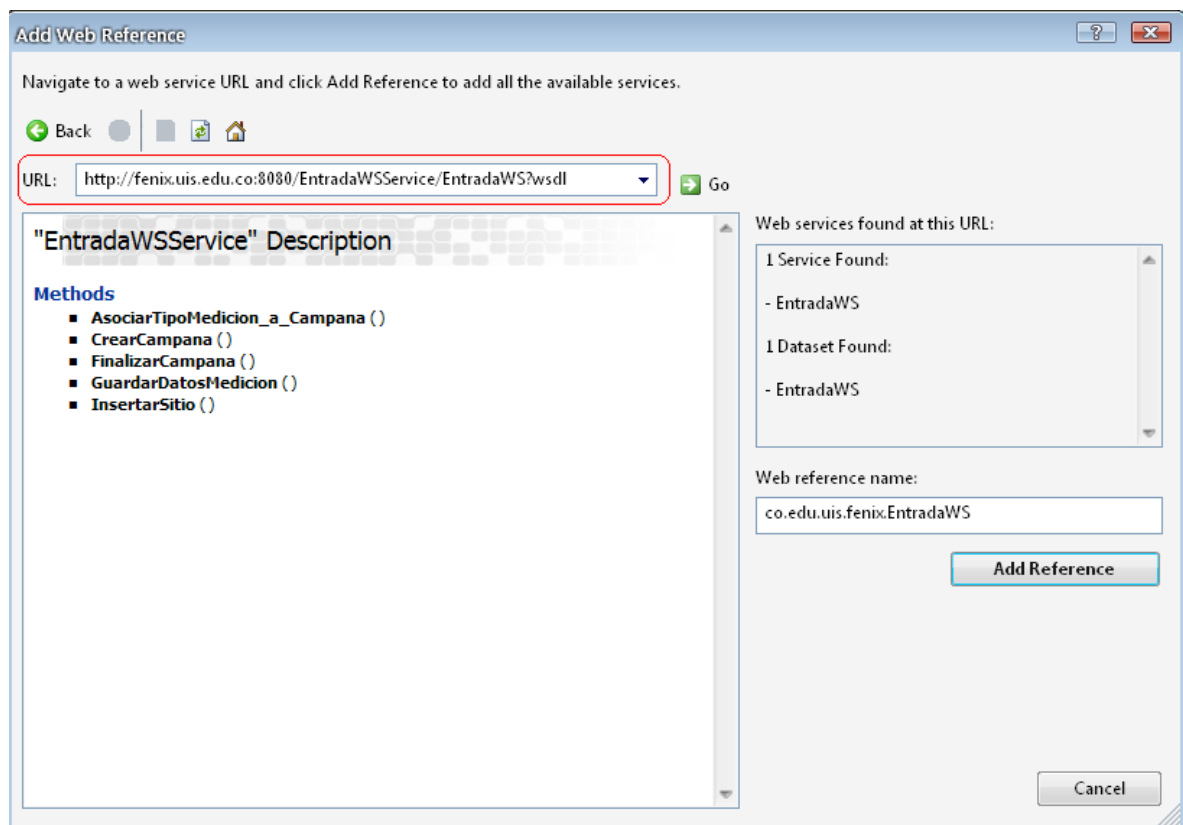
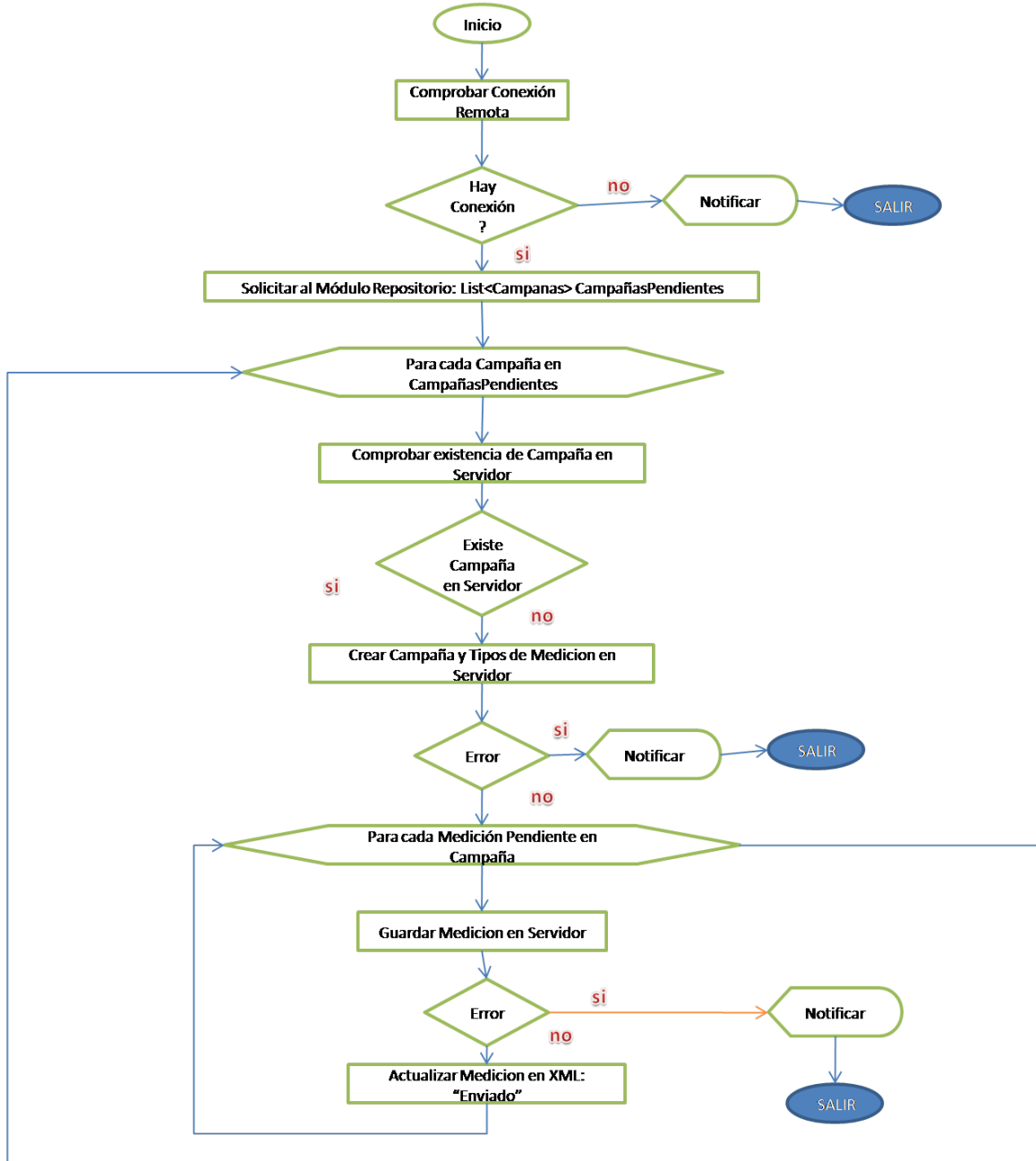


Figura 33. Rutina de envío remoto de datos pendientes



7. MEDICIONES EN UNA ZONA PILOTO

El sistema integrado de monitoreo de radiación no ionizante desarrollado (Symot) busca optimizar las campañas de medición y por ello es necesario realizar pruebas de funcionamiento en una zona piloto para validar la herramienta y examinar las ventajas y desventajas del sistema. Adicionalmente, se busca evaluar el comportamiento del Servicio de Registro como tal, midiendo factores como tiempo de respuesta del servicio, y desempeño de la aplicación desarrollada.

Figura 34. Zona piloto para las pruebas de medición (Barrio Provenza)



Fuente: Google Earth

Además con las mediciones realizadas se logran obtener los primeros registros con la metodología de medición planteada, resultados que pueden ser útiles para posteriores estudios. Gracias a esta prueba se obtiene un mapa de radiación no ionizante de una zona específica de Bucaramanga, lo que permite examinar la distribución de radiación en el trayecto definido por el plan de medición, de forma

tal que se emita un juicio preliminar sobre el nivel de cumplimiento de los límites establecidos por la recomendación UIT-T K.52.

Para el desarrollo de las pruebas, se contó con la asesoría del ingeniero César Camilo Rodríguez¹², experto en el tema de las mediciones de campos de radiofrecuencias, el cual es el representante del Grupo RadioGIS para la asesoría de este proyecto en lo concerniente a RNI. Su opinión fue trascendental para la decisión de la zona piloto a elegir para las pruebas. Según las palabras del experto: *“Es indispensable que las mediciones se realicen en zonas donde se pueda examinar el comportamiento del sistema en todo su esplendor, lugares donde el nivel de radiación pueda ser elevado en comparación con otros sitios y que la población se vea afectada directamente (esto se refleja por las quejas y reclamos hechas), además se deben considerar regiones donde la densidad de torres de comunicaciones sea relativamente alta y prioritariamente sectores residenciales”*.

Otro factor clave que se pudo deducir en entrevista con el experto, es examinar la cercanía de las estaciones radioeléctricas con centros educativos, centros geriátricos y centros de servicio médico, sitios en los cuales se deben realizar por norma mediciones de campos electromagnéticos si se encuentran a menos de 150 metros de las estaciones, tal como lo establece el artículo 4 del decreto 195 de 2005¹³ de los estatutos colombianos para el control de los niveles de radiación. Con base en los anteriores criterios, y teniendo en cuenta los estudios¹⁴ realizados con anterioridad por el Grupo de Investigación RadioGIS en diferentes lugares de la ciudad, se seleccionó un sector del barrio Provenza alrededor de tres torres de

¹² Egresado de la E3T. Actualmente el ingeniero César Rodríguez cursa estudios de Maestría en Electrónica en la Universidad Industrial de Santander, liderando una investigación para la generación de manchas completas de radiación con base en los puntos medidos. Cesar.rodriguez@radiogis.uis.edu.co

¹³ Párrafo del decreto 195 de 2005: “Independientemente de la tipificación se deben medir todas las estaciones radioeléctricas que se encuentren a menos de 150 metros de centros educativos, centros geriátricos y centros de servicio médico...”

¹⁴ Ej. Simulación y validación de los niveles de radiación electromagnética en las inmediaciones de una radio base para verificación de normas en condiciones andinas

comunicaciones de los operadores de telefonía celular Comcel, Movistar y Tigo en cercanía con el Colegio INEM.

7.1 PLANES DE MEDICIÓN

Las mediciones se desarrollaron en cuatro fases diferentes:

Fase 1: Pruebas preliminares

Objetivo: Ajustar y validar la aplicación Symot, operando tanto en modo *online* y *offline*.

Las características de la campaña de medición de esta fase son:

- Fecha de realización: 28 de Febrero de 2010.
- Hora de inicio: 9:20 am
- Hora de finalización: 5:10 p.m
- Cantidad de sitios o estaciones a medir: 8 puntos sobre la carrera 21 entre calles 107 y 102.
- Tiempo de medición por estación: 2 minutos.
- Intervalo de captura (dt): 4 segundos
- Campo medido: campo eléctrico
- Nivel de exigencia del GPS: bajo

Fase 2: Efectos de múltiples fuentes de radiación.

Objetivo: Escanear el comportamiento de la radiación en dirección de las tres torres de comunicaciones que se encuentran en la zona, con el fin de examinar el efecto de múltiples fuentes de radiación.

Las características de la campaña de medición de esta fase son:

- Fecha de realización: 2 de Marzo de 2010.
- Hora de inicio: 1:45 pm
- Hora de finalización: 3:10 pm
- Cantidad de sitios o estaciones a medir: 15 puntos sobre la carrera 21 entre calles 107 y 101
- Tiempo de medición por estación: 6 minutos.
- Intervalo de captura (dt): 4 segundos
- Medición porcentual.
- Nivel de exigencia del GPS: bajo

Fase 3: Mediciones distribuidas en la zona seleccionada.

Objetivo: Escanear el comportamiento de la radiación en un amplio sector preestablecido alrededor de las torres de comunicaciones.

Las características de la campaña de medición de esta fase son:

- Fecha de realización: 2 de Marzo de 2010.
- Hora de inicio: 4:05 pm
- Hora de finalización: 5:28 pm
- Cantidad de sitios o estaciones a medir: 10 puntos totalmente distribuidos alrededor de las torres de comunicaciones.
- Tiempo de medición por estación: 6 minutos.
- Intervalo de captura (dt): 4 segundos
- Campo medido: campo eléctrico
- Nivel de exigencia del GPS: bajo

7.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS CAMPAÑAS DE MEDICIONES

7.2.1 Resultados obtenidos en la Fase 1

Gracias a esta campaña de medición, se logró medir el comportamiento del dispositivo de posicionamiento global. Se comprobó que el estado del clima afecta ligeramente el tiempo del enlace con los satélites. A través de un módem de Tigo se tuvo conexión constante a Internet, y durante el modo *online*, el desempeño del proceso de telemetría fue aceptable. Tiempos entre 2 y 10 segundos fueron medidos durante el proceso de las mediciones tomadas por punto. La mitad de las mediciones se realizaron *offline*. Una vez finalizada la campaña, se ejecutó el asistente de actualización, el cual envió la información local al Servidor con éxito, con un tiempo de 10 segundos para mediciones hechas en cuatro sitios de medición.

Luego de culminada la campaña de medición de la fase 1, los datos resultantes se tabularon automáticamente por la herramienta Symot, tal como se muestra en la siguiente tabla:

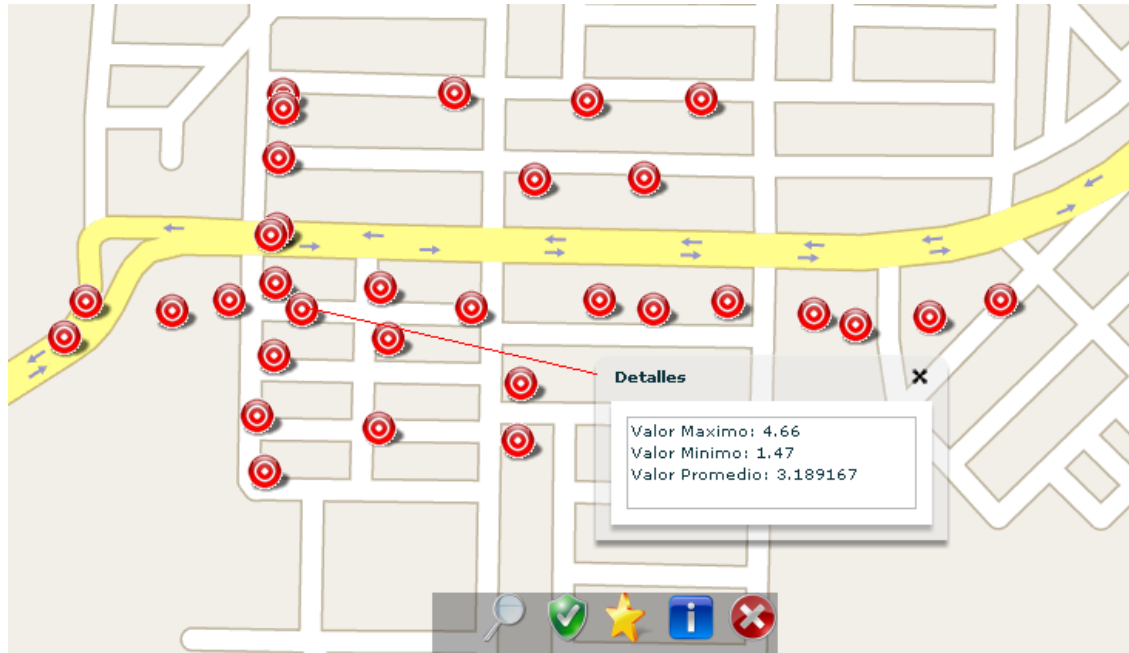
Tabla 4. Resultados de las mediciones de la Fase 1

# Estación	Latitud	Longitud	Altura [m]	Radiación Promedio [V/m]	Radiación Máxima [V/m]	Radiación Mínima [V/m]	UIT-T K.52
1	7° 5' 2,114"	-73° 7' 1,71"	919,36667	0,50875	0,94	0	Cumple
2	7° 5' 3,502"	-73° 7' 1,89"	915,63333	0,47333333	0,9	0,08	Cumple
3	7° 5' 4,974"	-73° 7' 1,494"	920,03333	0,28416667	0,94	0	Cumple
4	4° 43' 24,516"	-48° 44' 40,958"	613,6	0,28	0,94	0	Cumple
5	7° 5' 8,126"	-73° 7' 1,402"	921,2	0,54875	0,94	0,17	Cumple
6	7° 5' 7,994"	-73° 7' 1,554"	918,1	0,58666667	0,94	0,1	Cumple
7	7° 5' 9,89"	-73° 7' 1,358"	917,3	0,49166667	0,94	0,08	Cumple
8	7° 5' 11,128"	-73° 7' 1,262"	917,13333	0,5175	0,94	0	Cumple

Con base en los resultados anteriores se observa que se están cumpliendo los límites poblacionales de radiación no ionizante definidos por la recomendación internacional UIT-T K.52 y el decreto 195 de 2005 de la normatividad colombiana que define los límites de exposición máxima a campos electromagnéticos.

A través de la herramienta se visualizó finalmente, el resultado de la campaña en forma de mapa de nivel, tal como se observa en la figura.

Figura 35. Distribución georreferenciada de radiación para la Fase 1



El máximo nivel de radiación medido en la fase 1 está en la parte central de la región que forma las tres torres de comunicaciones consideradas, tal como se aprecia en la figura anterior, aunque se debe tener en cuenta que estos valores son cambiantes en el tiempo por la naturaleza del servicio que presta las estaciones de telefonía celular.

7.2.2 Resultados obtenidos en la Fase 2

Los datos que resultaron de la campaña de medición de la fase 2 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resultados de las mediciones de la Fase 2.

# Estación	Latitud	Longitud	Altura [m]	Radiación Promedio [%]	Radiación Máxima [%]	Radiación Mínima [%]	UIT-T K.52
1	7° 5' 13,728"	-73° 7' 4,506"	901,53333	0,021244667	0,2	0	Cumple
2	7° 5' 13,618"	-73° 7' 3,404"	902,2	0	0	0	Cumple
3	7° 5' 13,534"	-73° 7' 2,67"	904,06667	0	0	0	Cumple
4	7° 5' 13,574"	-73° 7' 2,094"	903,23333	0	0	0	Cumple
5	7° 5' 13,274"	-73° 7' 1,534"	904,26667	0	0	0	Cumple
6	7° 5' 12,064"	-73° 7' 1,456"	907,06667	0,024355643	0,32	0	Cumple
7	7° 5' 10,794"	-73° 7' 1,462"	918,2	0,036363636	0,53	0	Cumple
8	7° 5' 9,442"	-73° 7' 1,474"	917,9	0,144545455	0,75	0	Cumple
9	7° 5' 8,364"	-73° 7' 1,508"	918,53333	0,240909091	0,62	0	Cumple
10	7° 5' 6,48"	-73° 7' 1,474"	913,3	0,193454523	0,92	0	Cumple
11	7° 5' 5,218"	-73° 7' 1,522"	917,6	0,112727273	0	0	Cumple
12	7° 5' 4,522"	-73° 7' 1,566"	914,73333	0	0	0	Cumple
13	7° 5' 3,408"	-73° 7' 1,556"	913,83333	0	0	0	Cumple
14	7° 5' 2,394"	-73° 7' 1,6"	919,03333	0,048181818	0,03	0	Cumple
15	7° 5' 1,1"	-73° 7' 1,572"	918,3	0	0	0	Cumple

Con base en la tabla anterior se determina que se está cumpliendo la recomendación UIT-T K.52 y en su defecto el decreto 195 de 2005 que regula los límites de radiación permitidos en Colombia. Considerando que el 100% es el máximo valor aceptado, todos los sitios medidos en esta campaña están significativamente por debajo del mismo, lo que indica que el aporte en radiación de las tres torres es mínimo.

Estos resultados corroboran las mediciones de la primera fase, ya que se aprecia la mayor concentración de radiación en el centro de la región que forman las tres torres de telefonía celular estudiadas

7.2.3 Resultados obtenidos en la Fase 3

Los datos que resultaron de la campaña de medición de la fase 3 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Resultados de las mediciones de la Fase 3.

# Estación	Latitud	Longitud	Altura [m]	Radiación Promedio [V/m]	Radiación Máxima [V/m]	Radiación Mínima [V/m]	UIT-T K.52
1	7° 5' 5,414"	-73° 6' 58,626"	915,13333	1,4727778	3,9	0	Cumple
2	7° 5' 3,2"	-73° 6' 58,842"	924,53333	1,1369444	3,9	0	Cumple
3	7° 5' 2,864"	-73° 6' 55,372"	923,33333	1,76125	4,17	0	Cumple
4	7° 5' 4,306"	-73° 6' 55,294"	922,93333	1,3768056	3,9	0	Cumple
5	7° 5' 9,348"	-73° 6' 54,942"	924,26667	0,3675	2,55	0	Cumple
6	7° 5' 9,388"	-73° 6' 52,22"	935,93333	1,6633333	4,17	0	Cumple
7	7° 5' 11,336"	-73° 6' 50,784"	920,03333	2,7711111	4,66	0	Cumple
8	7° 5' 11,314"	-73° 6' 53,656"	919,5	3,0923611	5,1	0	Cumple
9	7° 5' 11,52"	-73° 6' 56,972"	916,86667	2,6891667	4,66	0	Cumple
10	7° 5' 11,466"	-73° 7' 1,238"	912,53333	4,6231944	5,89	2,94	Cumple

Con base en la tabla anterior se determina que se está cumpliendo la recomendación UIT-T K.52 y en su defecto el decreto 195 de 2005 que regula los límites de radiación permitidos en Colombia

Para mediciones distribuidas los resultados muestran que la mayor concentración de radiación esta en el centro, tal como se ha corroborado anteriormente y que en la medida que se aleja de las torres la radiación disminuye, pero esta afirmación está condicionada para lugares donde se pueden presentar ciertos fenómenos de propagación y otros factores no estudiados que pueden ayudar a aumentar los niveles, tal como lo muestra las lecturas en los puntos de la calle 102.

8. VISOR MÓVIL

El Visor móvil hace parte del sistema de aplicativos móviles, un conjunto de desarrollos realizados para el consumo de servicios desde dispositivos móviles.

Está enfocado en la interfaz gráfica de usuario móvil para la interacción de los LBS ofrecidos por la Plataforma de Servicios.

8.1. DISEÑO Y CASOS DE USOS

Figura 36. Diagrama de casos de uso para el visor Móvil

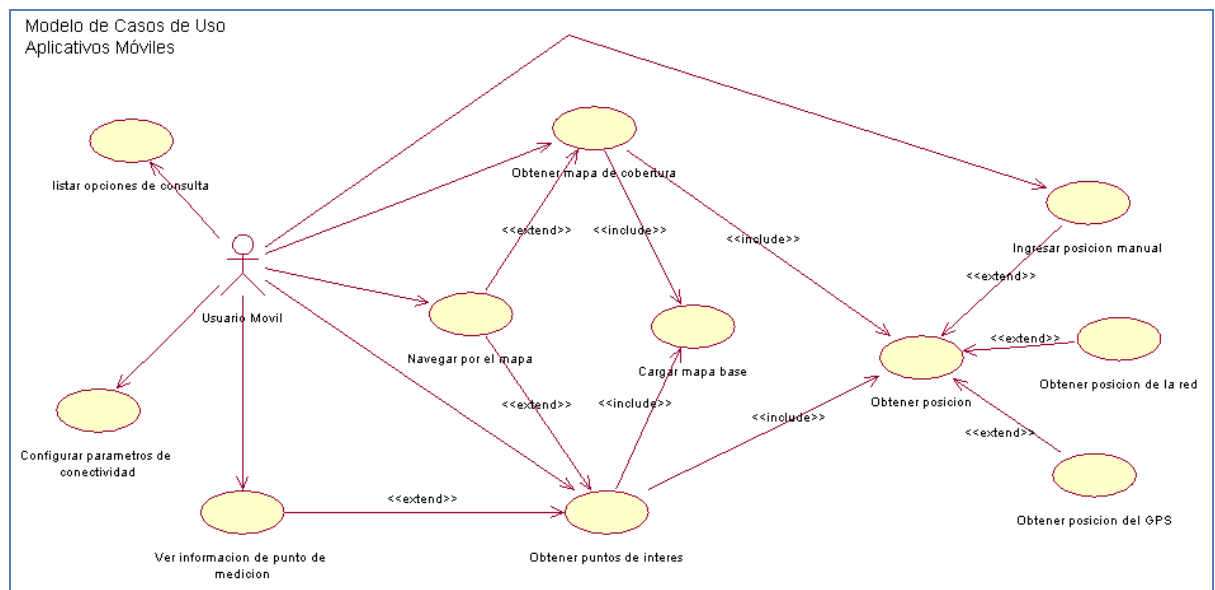


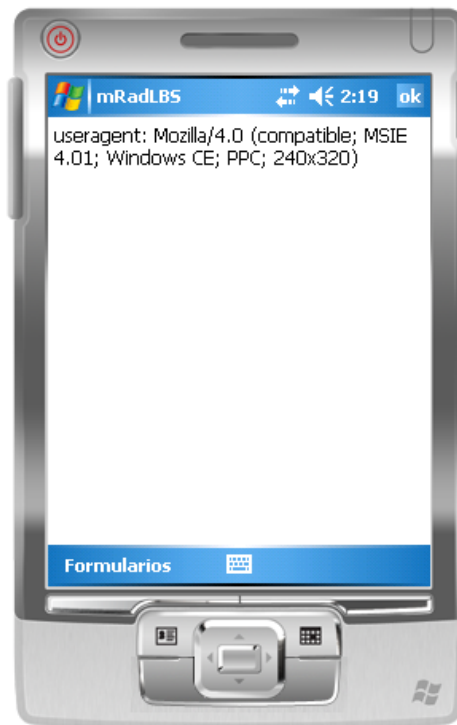
Tabla 7. Inventario de Casos de uso Generales

Identificador	Nombre
CUAM-01	Listar opciones de consulta
CUAM-02	Obtener puntos de interés
CUAM-03	Obtener mapa de cobertura
CUAM-04	Navegar por el mapa
CUAM-05	Cargar mapa base
CUAM-06	Obtener posición
CUAM-07	Ingresar posición manual
CUAM-08	Obtener posición de la red
CUAM-09	Obtener posición del GPS
CUAM-10	Ver información del punto de interés
CUAM-11	Configurar parámetros de conectividad

8.2 RESULTADOS

Para ilustrar la capacidad de los servicios desarrollados, se desarrolló un aplicativo móvil genérico para dispositivos Pocket PC. Se desarrollo utilizando el *Compact Framwork* de .NET. El aplicativo es sencillamente un visor móvil. No tiene ninguna lógica de procesamiento compleja, lo cual es ideal para pequeños dispositivos.

Figura 37. Identificación del User-Agent



El dispositivo hace uso de los servicios de identificación y adaptación de contenidos, tema que se trato en el capítulo 5. Allí se habló como la lógica de negocios en el lado del servidor, utilizaba el *user-agent* para buscar las características del almacén de datos basado en WURFL.

A nivel de desarrollo, el aplicativo consume el Web Service llamado BlackberryWS, llamado así porque inicialmente se estaba trabajando con ese tipo de dispositivos. Dentro de tal *Web Service*, los métodos web valiosos son los asociados con PeticionesOGC.

Cuando el dispositivo es reconocido (ver Figura 37), está listo para invocar los métodos de peticiones OGC. La idea del servicio presentado, es sencillamente, que en base a la

ubicación del móvil, se despliegue un mapa con coordenada central en su posición, que le permita consultar los valores de radiación en esa zona.

Esto plantea dos caminos de solución para el asunto de la posición del móvil. Suponiendo que el Servicio está orientado a NGN, estaríamos en capacidad de utilizar APIs de los operadores para obtener la localización del usuario. Sin embargo, dado que esto aún no es así, y con fin de presentar resultados, se decidió hacer uso de la técnica de localización por GPS. Actualmente, muchos dispositivos móviles integran un receptor de GPS, y existen varias alternativas para obtener este servicio. En el caso presentado aquí, se adaptó un receptor GPS por *bluetooth* y a través de él se obtuvieron las coordenadas, en una manera muy similar de cómo se hizo con la aplicación Symot 2.0, esto es, *parseando* las tramas NMEA.

Figura 38. Vista del mapa obtenido por el aplicativo móvil



Como resultado el móvil está en capacidad de consumir el Servicio Web, pasando como parámetro de entrada su posición. Todo lo demás está a cargo de la lógica del Servidor. El visor móvil, envía su posición y recibe una trama formateada que equivale a una

petición WMS, preparada especialmente por el Servidor con los parámetros específicos de su móvil (específicamente resolución y dimensiones de la pantalla) y parámetros geográficos de la consulta en base a su posición. Con esta petición WMS en formato *String*, el aplicativo cliente invoca directamente al Servidor de Mapas, GeoServer, el cual le devuelve el resultado en forma de imagen jpg, png, ó tiff.

8.3. USO DE LOS GEOSERVICIOS

La lógica desarrollada consiste en manejar llamadas a geoservicios, específicamente WMS y WFS. Los servicios OGC no requieren de una implementación específica, tan solo es necesario crear las peticiones GET con los parámetros requeridos para que el servidor de mapas procese los datos y retorne el resultado deseado. En este punto el servidor actúa como un asesor, proveyendo la petición que necesita la aplicación móvil para solicitar al servidor de mapas el mapa final.

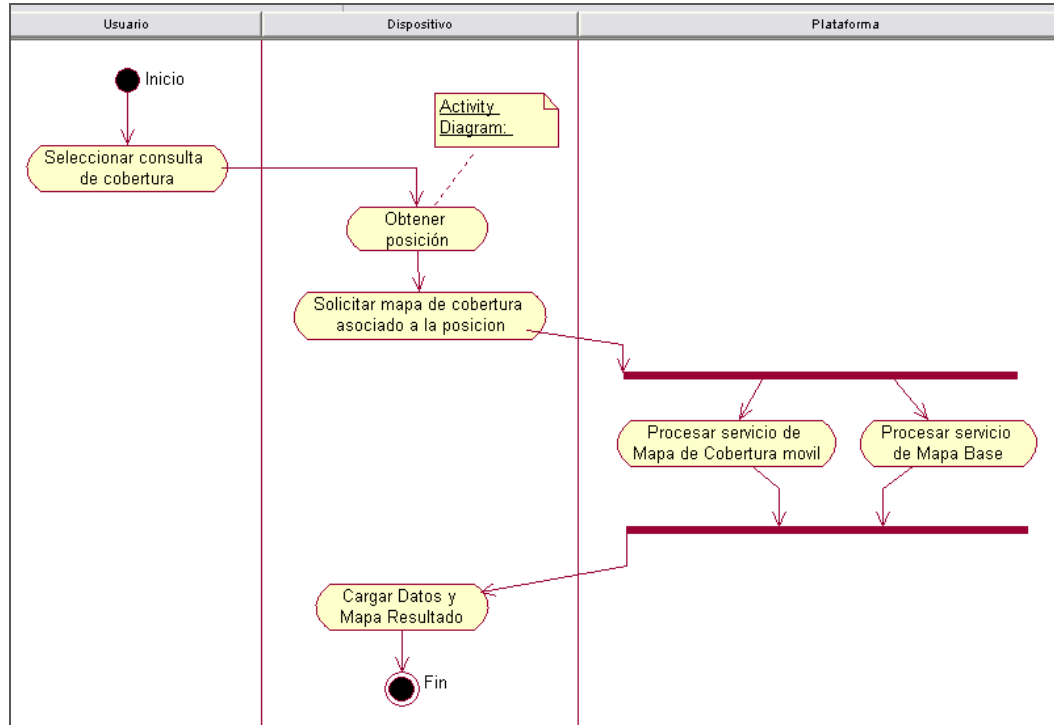
En la siguiente tabla se describen los parámetros solicitados por un servicio WMS, parámetros que el servicio LBS provee al visor.

Tabla 8. Parámetros del Geoservicio WMS

Parámetro	Descripción
Bbox	Hace relación a las coordenadas geográficas de los extremos del área a presentar.
Format	Se refiere al tipo de formato que se desea obtener. Imagen JPEG, PNG, aplicativo openlayers o KML.
request	Hace referencia al tipo de método ejecutado,
layers	Entidades espaciales que se desean retornar, según el orden se realiza la superposición. La última capa se coloca encima.
width	Ancho del resultado
height	Alto del resultado
srs	Sistema de referencia espacial.

Para automatizar el proceso de creación de geoservicios y permitir la adaptación de contenidos geográficos, se realiza un mapeo de los parámetros básicos del servicio WMS mediante la creación de una clase denominada *servicioOGC*. Esta clase es invocada luego de la identificación del dispositivo y tiene como objetivo retornar una petición GET bien formada para solicitar un contenido geográfico adaptado al dispositivo.

Figura 39. Operaciones del Proceso para la Consulta Móvil



A continuación se provee un ejemplo de una respuesta del Servicio al aplicativo móvil, el cual como se dijo antes, constituye una petición WMS, lista para que el aplicativo móvil invoque por http.

```

    http://fenix.uis.edu.co:8080/geoserver/wms?bbox=-73.12501106262212,
    7.127670693397524,-73.11704673767089,7.132036280632017&styles=&Format=
    image/png&request=GetMap&version=1.1.1&layers=topp:sitiosmedicion&width=8
    00&height=411&srs=EPSG:4326
  
```

En el código se utiliza una instancia de la clase *HttpWebRequest* para que el móvil invoque al Servidor de Mapas. A través del método *Response*, recibe la imagen en el componente navegador de la interfaz gráfica.

Una vez que el visor recibe la imagen como respuesta del geoservicio, tiene que estar listo para invocar un *GetFeatureInfo* (el cual hace parte de las solicitudes disponibles dentro de la especificación WMS de la OGC) al momento en que el usuario hace click sobre un sitio del mapa. Se recomienda revisar el ANEXO D, dónde se describe con detalle los geoservicios. En este punto, cabe sólo mencionar que la petición *GetMap* del WMS es un tipo de petición, en donde el Servidor de Mapas construye una imagen en base a las capas solicitadas, dimensiones y coordenadas de ubicación provistas por la aplicación. Por tanto el resultado es una imagen que no contiene información adicional sobre el mapa visto. Sin embargo, *GetFeatureInfo* provee información a través de la identificación de un punto del mapa basado en su localización en píxeles.

Figura 40. Respuesta de *GetFeatureInfo* en formato html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
  <body onload="init()">
    <div id="toolbar" style="display: none;">
    <div id="map" style="">
    <div id="wrapper">
    <div id="nodelist">
    <table class="featureInfo">
      <caption class="featureInfo">sitiosmedicion</caption>
      <tbody>
        <tr>
          <th>fid</th>
          <th>altura</th>
          <th>idcampaign</th>
          <th>estacion</th>
        </tr>
      </tbody>
    </table>
    <br>
  </div>
</body>
</html>
```

Por esto, cuando se menciona que los componentes contenidos en Glassfish actúan como intermediarios ante el Servidor de Mapas es porque el aplicativo móvil provee la petición *wms* (de la cual recibió la imagen) de nuevo al Servicio Web, con los parámetros de localización en píxeles (del click), y el módulo *EJBAdaptacion* internamente se encarga

de construir una nueva petición, ésta vez con un *GetFeatureInfo*, así como de interpretar los resultados de ésta, debido a que la respuesta del *GetFeatureInfo* viene en formato html (ó en cualquiera de estos formatos: xml, texto plano, xsl). La lógica de negocios entonces *parsea* el html (ó su equivalente), y si en ese punto existe información de un sitio de medición, devuelve al aplicativo móvil un vector con el id del sitio, valor de medición máximo, mínimo y promedio, así como la campaña a la que se asocia dicho punto. De esta manera el visor no implementa mayor lógica adicional a la de poner y actualizar imágenes, manejar eventos del usuario y actuar como un cliente *Web Service*.

9. CONCLUSIONES

Está demostrado que el panorama tecnológico está listo para que los Desarrolladores de Servicios entren en escena como un factor determinante. La convergencia de la Redes, la aparición de tecnologías como *Web Services*, plataformas especializadas como Java EE, todo conlleva a la aparición de servicios especializados.

Con el presente proyecto se pretendió dar un ejemplo, de las posibilidades de proveer servicios basados en localización, servicios personalizados que muy seguramente harán un cambio en la forma de vida de las personas.

Personas por todas partes, conectados desde dispositivos multimedia, accediendo a todo tipo de contenidos, desplegados según su ubicación: amas de casa transitando cerca de almacenes de mercado, recibiendo las ofertas del día de ese almacén, o las promociones de ropa de un almacén cercano; servicios de comunicación gratuita para usuarios dentro de la misma cobertura de antenas; despliegue de información académica y social para los estudiantes que estén dentro de los campus de sus universidades; la lista de posibles servicios no tiene límites.

Por otro lado, se contribuyó a solucionar un problema de salud pública, un problema que crece en silencio con el avance de las tecnologías inalámbricas. Se creó un Servicio especializado para registrar información valiosa, de una manera geo-referenciada, que permitirá a cualquier sistema informático intercambiar dicha información. Los beneficiados finalmente serán las personas que conforman la población general. A través de su dispositivo móvil, las personas podrán conocer si el lugar de su residencia se ve afectado por altos niveles de radiación no ionizante. Las entidades del estado, y las empresas radiodifusoras podrán conocer y consultar los resultados de las campañas hechas a través de extensas zonas

geográficas, gracias a la automatización de un proceso, que antes llevaba días, ahora sólo llevada horas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. *Informe Sectorial de las Telecomunicaciones*. Bogotá, Colombia : s.n., 2008.
2. Colciencias. Colombia. Plan estratégico programa nacional de electrónica, telecomunicaciones e informática. Bases para una política de promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico en Colombia 2005-2015. Bogotá, Colombia : s.n., 2005.
3. ESTUPIÑAN R., Andrés y RUEDA, Hernán G. Herramienta de Software para Localización Geográfica de Terminales en Redes Móviles Celulares. Bucaramanga. : s.n., 2008.
4. ALBARRACIN, Julian Alonso. Servicio basado en localización y GIS para la lectura y registro de señales usando el kit Sun Spot con tecnología Zigbee. . Bucaramanga. : Tesis Universidad Industrial de Santander, 2008.
5. MARTINEZ, Ricardo y QUINTERO, Erkin. Estudio para el desarrollo de servicios de telecomunicaciones de nueva generación en Colombia. Bucaramanga : s.n., 2007.
6. Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la UIT. Recomendación UIT-T Y.200. "Vision General de las Redes de Proxima Generación". 2004.
7. —. Recomendación Y.2011: "Principios generales y modelo de referencia general de las redes de próxima generación". 2004.
8. Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia, Documento Amarillo, Centro de Conocimiento del Negocio. Junio 2007.
9. Convergencia de Servicios en Redes de Próxima Generación. "Descripción de la realidad que acompaña a la industria de las telecomunicaciones". CAMELO,

Miguel, CASTRO, Harold y DONOSO, Yesid. Bogotá, Colombia : Revista Sistemas, 2008, Vol. 108.

10. ISENBURG, David. Rise of the Stupid Network. Why the Intelligent Network was once a good idea, but isn't anymore. One telephone company nerd's odd perspective on the changing value proposition. *Program of the European Commission CONVAIR Project*. [En línea] Marzo de 1998. <http://www.rageboy.com/stupidnet.html>.

11. OLSSON, Anders. Understanding changing telecommunications. Building a successful telecom business. s.l. : Wiley, 2004. ISBN: 978-0-470-86851-5.

12. *Arquitecturas orientadas al servicio en el ámbito de la redes de próxima generación*. COOPER Martinez, Gary y ROTHENBERG, Esteve. Bogota : Interactiv, 2008, Vol. Tutoriales No. 02 Año 01.

13. International Engineering Consortium. Intelligent Network (IN). [En línea] 2007. <http://www.iec.org/online/tutorials/in/index.asp>.

14. JAIN, Ravi, BAKKER, John-Luc y ANJUM, Farooq. Programming Converged Networks. Call Control in Java, XML, and Parlay/OSA. USA : John Wiley & Sons.

15. SABANDO Grasa, Carlos. Servicios avanzados de red servicios web geográficos y navegación en 3 dimensiones. [En línea] 2003. http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=252.

16. MUÑOZ Organero, Mario. Tesis Doctoral. SCMM: Metamodelo para la Creación de Aplicaciones en Redes de Siguiete Generación. Leganes : s.n., 2003.

17. SCHILLER, J. y VOISARD, A. *Location Based Services*. Amsterdam : Elsevier, 2004.

18. JENDROCK, Eric, y otros. *The Java EE 5 Tutorial*. Eric Jendrock Jennifer Ball Debbie Carson Ian Evans Scott Fordin : Kim Haase, October 2008.

19. Telefonica I+D. *Las Telecomunicaciones y la Movilidad en la Sociedad de la Información*. Barcelona : División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D., 2005. ISBN: 84-89900-37-X.
20. Nokia forum. Detecting Mobile Devices on Web Services. [En línea] October de 2009.
http://wiki.forum.nokia.com/index.php/Detecting_Mobile_Devices_on_Web_Services.
21. RODRIGUEZ, Cesar Camilo y MUÑOZ, Sergio. *Solución de escaneo georeferenciado de niveles de radiación no ionizante basado en Narda NBM-520*. Bucaramanga : Tesis de pregrado Universidad Industrial de Santander, 2008.
22. MARUYAMA, Hiroshi, TAMURA, Kent y URAMOTO, Naohiko. *Sitios Web con XML y Java*. Madrid : Addison Wesley, 2000.
23. La Telefonía Móvil y su Salud - Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones
24. Artículo publica por el TIEMPO el 18 de abril de 2007, titulado "Caso de médico rebate el efecto de radiación".<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2456436>
25. Bianucci. LA PROBLEMÁTICA SOCIAL Y SANITARIA ASOCIADA AL USO DE TELEFONOS MÓVIL. Publicación de Maestría. Dpto. de Hidráulica – FI – UNNE.
26. Néstor Hugo Mata. CONTROVERSIAS. Grupo de Estudios de Bio Ingeniería. UTN.
27. International Engineering Consortium. Intelligent Network (IN). [En línea] 2007.
<http://www.iec.org/online/tutorials/in/index.asp>.
28. Wake, W.C. "Extreme Programming Explored". Addison-Wesley. 2002.

29. ICNIRP. Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz). ISBN 978-3-934994-10-2. 1999
30. UIT. ITU-T NGN FG Proceedings Book I. NGN-GSI .2005
31. Rumbaugh, James, et al. Modelado y diseño orientado a objetos. Metodología OMT. Prentice Hall, 1996.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1) Flynn, j. (Ed.)(2001):Risk,media and stigma: understanding public challenges to modern science and technology. London: Earthscan.
- 2) Gutteling,J.M;Wiegman,O.(1996):Exploring risk communication.Dordrecht :Kluwer.
- 3) International Agency for Research on Cancer (2002):Non – Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low – Frequency (ELF) Electric and Magnetic Field.Monograph Volume 8º, Lyon France
- 4) Kammen,D.M;Hassenzahl,D.M. (1999): Should we risk it? Princeton University Press.
- 5) Lundgren,R.E;McMakin,A.H. (1998):Risk communication:A handbook for communicating environmental, safety & health risks Battelle Press.
- 6) National Research Council (1989): Improving risk communication.Washington,DC:National Academy Press.
- 7) National Research Council (1994): Science and judgment in risk assessment.Washington,DC:National Academy Press.
- 8) Phillips Report for the UK Government on the BSE Crisis (2000), volume 1, Findings & Conclusions,Chapter 14, <http://www.bse.org.uk/pdf/index.htm>
- 9) Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management (1997): Final report,Vol. 1: Framework for environmental health risk assessment.Washington,DC.
- 10)Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management (1997): Final report,Vol. 2:Risk assessment and risk management in regulatory decision – making.Washington,DC

- 11) Rodericks, J.V. (1992): Calculated risks. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- 12) US EPA (1989): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Volume 1, Human Health Evaluation Manual, Part A, <http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsa/index.htm>
- 13) US EPA (1989): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Volume 1, Human Health Evaluation Manual, Part C. <http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsc/index.htm>
- 14) US EPA (2000): Social Aspects of Siting Hazardous Waste <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/tsds/site/k00005.pdf>
- 15) Wilkins, L. (Ed.) (1991): Risky Business: communicating issues of science, risk, and public policy. New York, NY: Greenwood Press.
- 16) Windahl, S; Signitzer, B; and Olson. J.T. 2000. Using Communication Theory: An Introduction to Planned Communication. SAGE, London.
- 17) Yosie, TF; Herbst, T.D. (1998): Using Stakeholder Processes in Environmental Decision making. <http://www.riskworld.com/Neports/1998/STAKEHOLD/HTML/nr98aa01.htm>
- 18) EMF Risk perception and communication, 1999. Proceedings from the international Seminar on EMF Risk Perception and Communication, Ottawa, Ontario, Canada. M.H. Repacholi and A.M. Muc, Editors, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.
- 19) Risk Perception, Risk Communication and its Application to EMF Exposure, 1998. Proceedings from the international Seminar on EMF Risk Perception and Communication Vienna, Austria. R. Matthes, J.H. Benhardt, M.H. Repacholi, Editors.
- 20) Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes. <http://www.icnirp.org/>

- 21)El Proyecto Internacional CEM de la Organización Mundial de la Salud.
<http://www.who.int/emf>
- 22)Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP)/<http://www.icnirp.org/>

ANEXO A

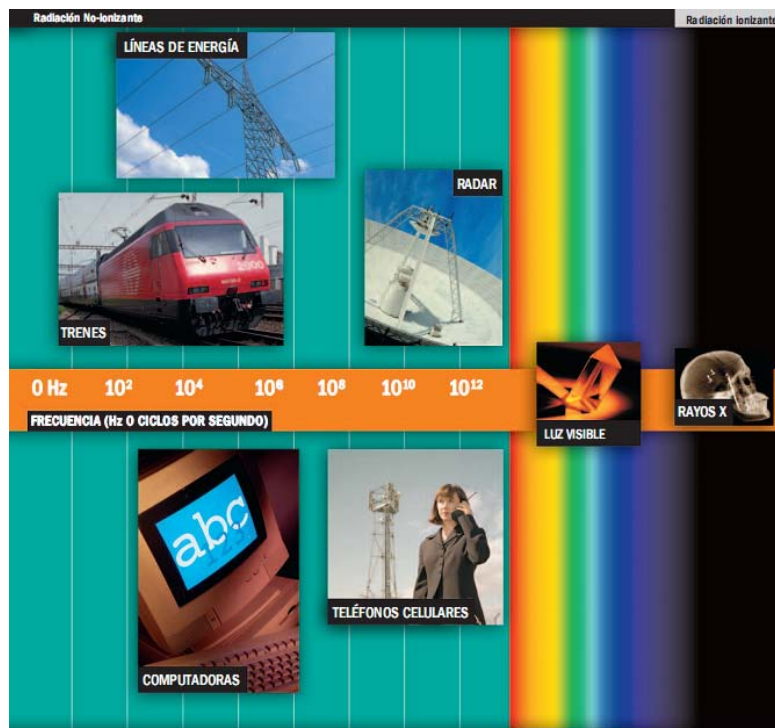
LA RADIACIÓN NO IONIZANTE (Parte I)

Qué es, las fuentes que la originan, los efectos sobre la salud, sus características físicas y resultados medidos para distintos sistemas inalámbricos

Los Campos Electromagnéticos y la Salud Pública

Los campos electromagnéticos (CEM) ocurren en la naturaleza y por lo tanto siempre han estado presentes en la tierra. Sin embargo, durante el siglo XX, la exposición ambiental a fuentes de CEM hechas por el hombre, se ha incrementado sin parar, debido a la demanda de electricidad, las siempre crecientes tecnologías inalámbricas y los cambios de prácticas laborales y conductas sociales. Todos estamos expuestos a una mezcla compleja de campos eléctricos y magnéticos a muchas frecuencias diferentes, en el hogar y en el trabajo.

Figura 41. Posición de RNI en el Espectro Electromagnético



Fuente: OMS

Los efectos potenciales en la salud debido a los CEM producidos por el hombre ha sido un tema de interés científico desde finales de los años 1800, y han recibido particular atención durante los últimos 30 años. Los CEM pueden ser divididos en un sentido muy amplio en campos eléctricos y magnéticos estáticos y de baja frecuencia donde las fuentes más comunes incluyen las líneas de energía, los artefactos electrodomésticos y los computadores y campos de alta frecuencia o radiofrecuencia (RF), siendo las principales fuentes los radares, las instalaciones de radio y televisión, los teléfonos móviles y sus estaciones bases, los calefactores de inducción y los dispositivos antirobos.

A diferencia de las radiaciones ionizantes (tal como los rayos gama producidos por materiales radioactivos, los rayos cósmicos y los rayos X) encontrados en la parte más alta del espectro electromagnético, los CEM son muy débiles para romper enlaces que unen las moléculas que forman las células, por lo tanto no pueden producir ionización. Es por esto que los CEM son llamados radiaciones no ionizantes (RNI). En la figura 41 se muestra la posición relativa de las RNI como parte del espectro electromagnético. Las radiaciones infrarrojas, visibles, ultravioletas e ionizantes no serán consideradas en adelante.

Las corrientes eléctricas existen naturalmente en el cuerpo humano y son una parte esencial en las funciones normales del cuerpo. Todos los nervios transmiten sus señales por impulsos eléctricos. La mayoría de las reacciones bioquímicas, desde aquellas asociadas con la digestión hasta aquellas comprometidas con la actividad cerebral, incluyen procesos eléctricos.

Los efectos de la exposición externa a CEM en el cuerpo humano y células dependen principalmente de la frecuencia y de la magnitud o intensidad de los CEM. En bajas frecuencias, los CEM pasan a través del cuerpo mientras que en radiofrecuencias los campos son parcialmente absorbidos y penetran una pequeña profundidad en el tejido.

Los campos eléctricos de baja frecuencia influyen la distribución de las cargas eléctricas en la superficie de los tejidos conductores y causan el flujo de corrientes eléctricas en el cuerpo. Los campos magnéticos de baja frecuencia inducen corrientes que circulan dentro del cuerpo humano. La intensidad de estas corrientes inducidas depende de la intensidad del campo magnético externo y del tamaño del circuito a través

del cual la corriente fluye. Cuando son suficientemente grandes, estas corrientes pueden causar estimulación de los nervios y músculos.

En radiofrecuencias (RF), los campos solo penetran a una corta distancia en el cuerpo, La energía de estos campos es absorbida y transformada en el movimiento de las moléculas. La fricción entre las moléculas, que se mueven rápidamente, da como resultado un incremento de la temperatura. Este efecto es usado en muchas aplicaciones domésticas tal como el calentamiento de alimentos en horno microondas y en muchas labores industriales tal como la soldadura de plástico o el calentamiento de metales. Los niveles de los campos RF a los cuales normalmente están expuestas las personas en el ambiente donde viven son mucho más bajos que los que se necesitan para producir algún calentamiento significativo.

Los efectos biológicos son respuestas medibles del organismo o células a un estímulo o cambio en el ambiente. Tales respuestas, por ejemplo como el incremento del ritmo cardiaco después de beber café, no necesariamente son dañinas a la salud. Reaccionar a los cambios en el ambiente es algo normal en la cotidianidad. Sin embargo, el cuerpo podría no tener mecanismo de compensación adecuados para mitigar todos los cambios o fuerzas ambientales.

La exposición ambiental prolongada, aún si fuera pequeña, puede constituir un riesgo a la salud si desencadena estrés. En los seres humanos, un efecto adverso en salud, resulta de un efecto biológico que cause perjuicios detectables en la salud o en el bienestar de los individuos expuestos.

El cumplimiento de los límites de exposición recomendados por organismos nacionales e internacionales ayuda a controlar los riesgos de la exposición a CEM que puede ser dañina a la salud humana. Sin embargo, aún existe un debate centrado en el cuestionamiento si la exposición por periodos largos, a niveles por debajo de los límites de exposición puede causar efectos adversos en la salud o influenciar el bienestar de la gente.

El conocimiento científico acerca de los efectos en la salud de los CEM es considerable y está basado en un gran número de estudios epidemiológicos, en animales e in-vitro. Muchos resultados, que van desde defectos reproductivos a enfermedades cardiovasculares y neuro-degenerativas, han sido examinados, pero la más consistente

de las evidencias a la fecha es la concerniente a la leucemia en niños. En el 2001 un grupo de trabajo conformado por científicos expertos de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer de la OMS (IARC) revisó estudios relacionados a la carcinogenicidad de los campos eléctricos y magnéticos estáticos y de frecuencias extremadamente bajas (ELF). Usando la clasificación estándar de la IARC que pondera las evidencias en seres humanos, animales y de laboratorio, los campos magnéticos de ELF fueron clasificados como posibles cancerígenos en seres humanos basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. Un ejemplo bien conocido para este tipo de agentes es el café, el cual puede incrementar el riesgo de cáncer al riñón, mientras que al mismo tiempo puede proteger contra el cáncer al intestino. “Posible cancerígeno en seres humanos” es una clasificación usada para denotar un agente para el cual hay una evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos y menos que suficiente evidencia para carcinogenicidad en experimentos con animales.

La evidencia para otros tipos de cáncer en niños adultos, como también para otros tipos de exposición (ej. Campos estáticos y campos eléctricos ELF) fue considerada inadecuada en la clasificación debido a la insuficiente o inconsistente información científica. A pesar que la IARC ha clasificado a los campos magnéticos de ELF como posibles carcinogénicos para los seres humanos, es posible que existan otras explicaciones para la asociación observada entre la exposición a campos magnéticos de ELF y la leucemia en niños.

Concerniente a los campos de radiofrecuencia, el balance de la evidencia a la fecha sugiere que la exposición a campos de RF de bajo nivel (tales como los emitidos por teléfonos móviles y sus estaciones bases), no causan efectos adversos a la salud. Algunos científicos han reportado efectos menores provenientes del uso de los teléfonos móviles, incluyendo cambios en la actividad cerebral, tiempo de reacción, y problemas de sueño. En la medida que estos efectos han sido confirmados, parecen caer dentro de los límites normales de variación humana.

En la actualidad, las investigaciones se han concentrado en resolver el interrogante si es que las exposiciones de bajo nivel por un periodo largo, aún a niveles tan bajos como para no causar incrementos significativos de temperatura, podrían causar efectos adversos en la salud. Varios estudios epidemiológicos recientes en usuarios de teléfonos móviles no encontraron evidencia convincente de un incremento de riesgo de cáncer

cerebral. Sin embargo, esta tecnología es muy reciente como para descartar posibles efectos a exposiciones prolongadas.

Los teléfonos móviles y sus estaciones bases generan situaciones muy diferentes de exposición. La exposición a RF es mucho más alta para los usuarios de teléfonos móviles que para los que viven cerca de las estaciones bases. Aparte de las señales no frecuentes usadas para mantener el enlace con las estaciones bases más cercanas, los equipos móviles transmiten energía de RF solamente cuando está en curso una llamada. Aunque las estaciones bases están transmitiendo señales continuamente, los niveles a los cuales el público está expuesto son extremadamente bajos, aún si es que ellos vivieran en la cercanía. Dado que el uso de esta tecnología se ha generalizado, el grado de incertidumbre científica, y los niveles de aprehensión pública, son necesarios estudios científicos rigurosos y comunicación clara con el público.

Características Físicas de la Radiación No Ionizante

Los campos electromagnéticos de alta frecuencia son parte del espectro electromagnético entre las bajas frecuencia y la parte óptica del espectro. Esta parte del espectro es usada para la radiodifusión y las telecomunicaciones, y es llamada la Radio Frecuencia (RF). El espectro de Radio Frecuencia está definido en el rango de frecuencias entre 9 kHz y 300 GHz.

Los campos electromagnéticos en este rango de frecuencias, tienen un origen natural o producido por el hombre. Éstos pueden tener una forma de onda continua sinusoidal, pero es más frecuente que presenten una compleja distribución de amplitud sobre el tiempo. Para propósitos de radiodifusión o telecomunicación, están, por ejemplo, moduladas ó pulsadas.

Cantidades y Unidades

Los campos de RF son cuantificados en términos de la intensidad de campo eléctrico E , expresado en voltios por metro ($V \cdot m^{-1}$), e intensidad de campo magnético H , expresado como Amperios por metro ($A \cdot m^{-1}$). E y H son campos vectoriales. En el campo lejano de una antena, el campo electromagnético es a menudo cuantificado en términos de la densidad de flujo de densidad de potencia S , expresado en unidades de Vatios por metro

cuadrado ($W \cdot m^{-2}$). Con el propósito de describir las propiedades de los campos y fuentes, así como la interacción de dichos campos con los sistemas biológicos, es necesario cuantificar la exposición del cuerpo humano a la radiación no ionizante y estimar la energía absorbida y su distribución dentro del cuerpo (cantidades dosimétricas).

Una medida dosimétrica que ha sido ampliamente adoptada es la Rata de Absorción Específica (SAR por su sigla en inglés), definida como la derivada en el tiempo de la energía incremental δW absorbida ó disipada por incremento de masa, δm , contenida en un elemento de volumen, δV , de una densidad dada ρ :

$$SAR = \frac{\delta}{\delta t} \left(\frac{\delta W}{\delta m} \right) = \frac{\delta}{\delta t} \left(\frac{\delta W}{\rho \delta V} \right)$$

El SAR es expresado en Vatios por kilogramo ($W \cdot kg^{-1}$).

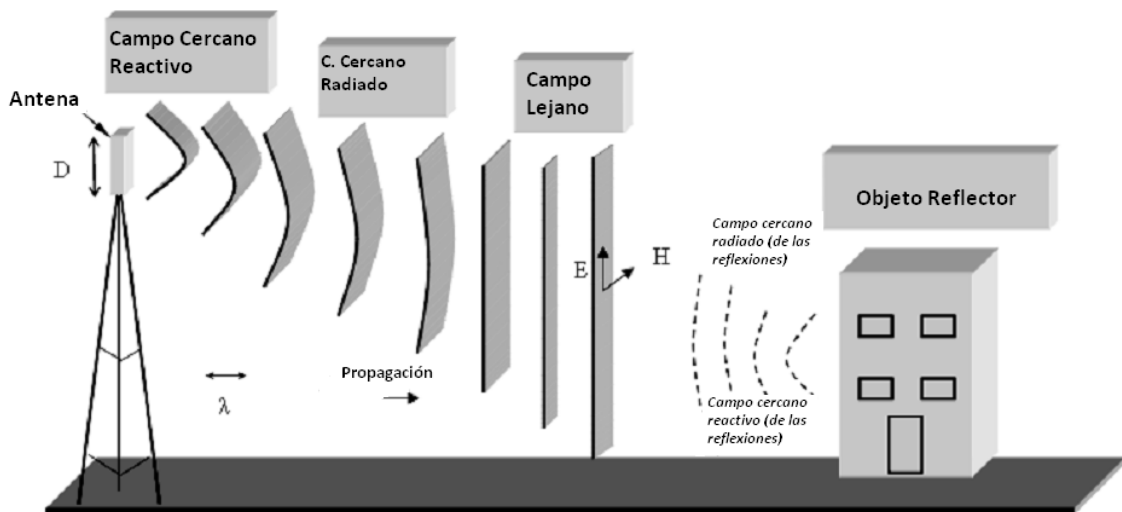
Tabla 9. Cantidades y unidades usadas en la banda de Radio Frecuencia

Cantidad	Símbolo	Unidad	Símbolo
Conductividad	σ	Siemens por metro	$S \cdot m^{-1}$
Permitividad	ϵ	Faradios por metro	$F \cdot m^{-1}$
Corriente	I	Amperio	A
Densidad Corriente	J	Amperio por metro cuadrado	$A \cdot m^{-2}$
Intensidad Campo Eléctrico	E	Voltio por metro	$V \cdot m^{-1}$
Densidad de Potencia	S	Vatio por metro cuadrado	$W \cdot m^{-2}$
Frecuencia	F	Hercio	Hz
Impedancia	Z	Ohmio	Ω
Densidad de Campo Magnético	H	Amperio por metro	$A \cdot m^{-1}$
Constante de Propagación	K	Por metro	m^{-1}
Absorción Específica	SA	Julio por kilogramo	$J \cdot kg^{-1}$
Tasa de Absorción Específica	SAR	Vatio por kilogramo	$W \cdot kg^{-1}$
Longitud de Onda	λ	Metro	m

RNI en Campo Lejano y Campo Cercano

Esta distinción entre campos cercano y lejano (Figura 42), es relevante en las medidas. En la región de campo cercano, la relación entre la intensidad de campo eléctrico (E [V/m]) y la intensidad de campo magnético (H [A/m]) no es constante, por lo que deben medirse por separado. Sin embargo, en la región de campo lejano basta con medir uno de esos dos parámetros, ya que, al ser la relación entre ambos una constante conocida, podemos calcular su valor a partir del otro.

Figura 42. Campo cercano y lejano.



Fuente: ICNIRP

Fuentes de RNI y niveles de Exposición

El ambiente electromagnético provocado por el hombre consiste de campos electromagnéticos que son producidos, ya sea intencionalmente ó como un subproducto del uso de dispositivos eléctricos. Fuentes de RF hechas por el hombre consideradas aquí, producen niveles de campos locales de orden de magnitud superior al del trasfondo natural. Para todos los propósitos de valoración de riesgo, en consecuencia, los campos electromagnéticos en la superficie terrestre provienen de fuentes hechas por el hombre.

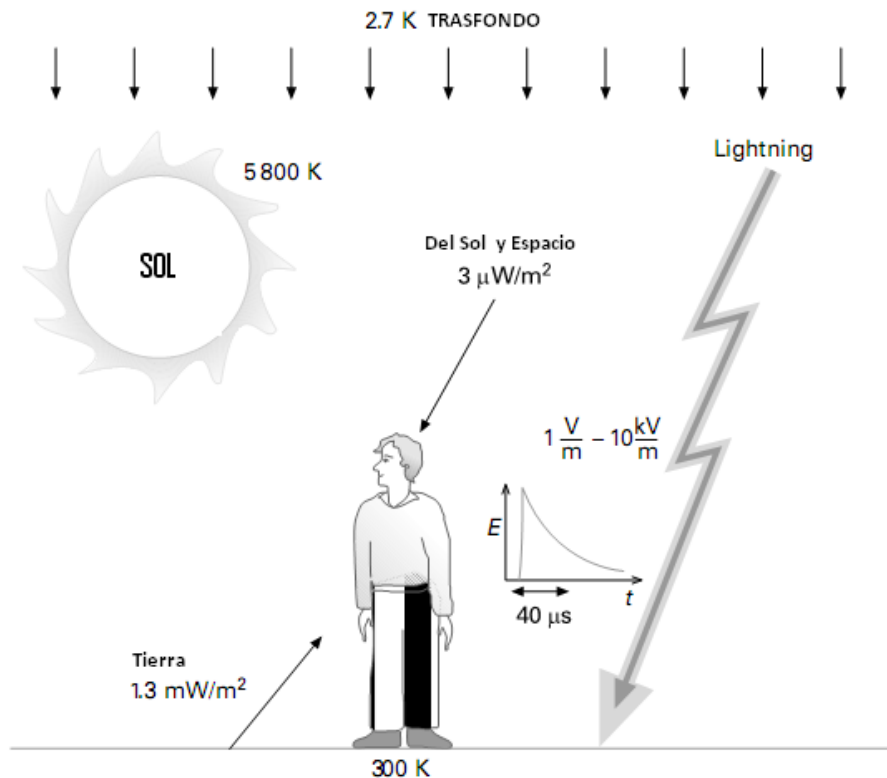
Las cantidades de exposición dependen de las condiciones de exposición. En el campo cercano de una fuente, las intensidades de campo son usadas, mientras que en el campo lejano, donde se aplica el modelo de onda plana, son usadas las densidades de potencia.

Campos Naturales

El ambiente natural electromagnético se origina desde fuentes terrestres y extraterrestres tales como las descargas eléctricas en la atmósfera de la tierra y la radiación proveniente del sol y del espacio. (Figura 43). En comparación con los campos producidos por el hombre, los campos naturales son extremadamente pequeños en radio frecuencias.

En las bajas radio frecuencias, por debajo de los 30 MHz, el trasfondo de radiación electromagnética es principalmente debido a las descargas luminosas durante las tormentas eléctricas. En la mayoría de los casos es un relámpago de nube a nube, pero también y más peligrosamente, de nube a suelo son comunes. Observaciones satelitales muestran que sobre las áreas de tierra el número anual de relámpagos varía de 2 a 50 por km^{-2} (Cooray 2003).

Figura 43. Fuentes Terrestres y Extraterrestres Naturales de radiación de RF



En altas radio frecuencias, encima de 30 MHz, los campos naturales son generados por radiación de cuerpo negro del calor de la tierra y por procesos externos, principalmente el sol y radiaciones de microondas (Krauss 1986; Burke and Graham-Smith 1997). Debería ser notado que solamente en frecuencias por encima de 30 MHz y debajo de 30 GHz pueden las ondas electromagnéticas penetrar la atmósfera eficientemente. Por debajo de 30 MHz la ionósfera refleja la radiación hacia el espacio y encima de los 30 GHz la atenuación es alta con excepción de delgadas ventanas de frecuencias. La densidad de potencia del componente de radiación emitido por el calor de la tierra en la superficie a 300 K de temperatura (27 °C) son unos pocos $\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$. La radiación extraterrestre es aproximadamente 1000 veces menor. Es de interés notar que la radiación de cuerpo negro de una persona en la banda RF es de aproximadamente $3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Campos Producidos por el hombre

El objetivo básico de la radiodifusión es distribuir la energía electromagnética de RF sobre grandes áreas alrededor de un sitio de transmisión. Para maximizar el área de cobertura, potencia de alta RF es requerida. La potencia radiada en la banda MF (300 kHz – 3MHz) y la banda HF (3 MHz – 30 MHz) puede ser como mucho 600 kW mientras que en las bandas de FM y televisión (50 – 800 MHz) la potencia asociada a una antena típicamente está entre 10 y 50 kW. De hecho, las antenas de estaciones radiodifusión son las más poderosas fuentes continuas de energía de RF, intencionalmente radiadas dentro del espacio libre. Datos representativos de los niveles de exposición son dados en la tabla 10 (Mantiply et al 1997; Jokela et al 1994; Mild 1981). El grupo más crítico de personas expuestas consiste de trabajadores de construcción y mantenimiento en las torres y/o edificios cerca de las torres energizadas. La exposición al público general es, en general, muy pequeña, excepto para aquellas personas que viven en las inmediaciones de los vecindarios en donde residen estaciones de corta y media onda.

Tabla 10. Intensidad de campo eléctrico y corriente inducida medida en la vecindad de las antenas de RF

Rango de Frecuencia (MHz)	Potencia Promedio Transmisor (kW)	Modulación	E ($\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$)	Corriente Cuerpo	Distancia y Ubicación	Referencia
0.3-3 (MF)	1-50	AM	3-800		1-100 m	Mantiply et. Al 1997
	600	AM	40-500	10-100	10-100 m	Jokela et. Al

						1994
3-30 (HF)	-	AM	2-200		0-300 m	Mantiply et. Al 1997
	500	AM	35-120	50-400	5-100 m	Jokela et. Al 1994
	4	FM	60-900		En torre	Mantiply et. Al 1997
30-300 (VHF)	-	FM/AM (TV)	Encima de 430		En torre	Mantiply et. Al 1997
	-	FM	300		10-15 cm del cable RF	Hansson Mild 1981
	40	FM	20-150		20 cm de la Torre	Jokela et. Al 1999
	30	DVB o FM/AM (TV)	Encima de 620		20 cm de la Torre	Hansson Mild 1981
30-300 (VHF)	16	DVB o FM/AM (TV)	Encima de 526		10-20 cm de la antena	Jokela et. Al 1984

Estaciones de onda corta y media

Las Estaciones de difusión de onda corta y media (0,3 – 30 MHz) utilizan la reflexión de ondas de radio desde la ionosfera conductora. Para alcanzar objetivos distantes son necesarias largas estructuras de antena de radiación de alta potencia. El público general puede estar expuesto a intensidades de campo relativamente altas a una distancia de hasta unos pocos cientos de metros de la antena. Otra fuente de exposición proviene de los campos generados por las líneas abiertas de transmisión usadas para alimentar una larga variedad de antenas HF. Sin embargo, las modernas edificaciones de estaciones de difusión de onda corta y media, así como los transmisores y líneas de transmisión, están normalmente acorazadas contra la interferencia electromagnética y las fugas de campos, luego exposiciones a RF, no es un problema dentro de los edificios.

Un típico ejemplo de condiciones de exposición en una estación de difusión de onda corta-media, son los datos medidos en la estación de difusión de Pori (Finlandia, Jokela 1994). La antena MF es una antena mono-polo de 185 metros de altura, potencia de entrada de 600kW y frecuencia 963 kHz. El campo eléctrico medido a una altura de 1 m fue $500 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ a una distancia de 10 metros de la antena, disminuyendo en $90 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ a 40 m. En las mismas distancias la corriente total fluyendo desde el pie de una persona en tierra disminuye de 140 mA a 30 mA.

FM y TV

Las personas que trabajan en las torres de FM/TV cerca de las antenas de alta potencia, están expuestas a intensos campos electromagnéticos, en el rango de frecuencias de 50 a 800 MHz (Jokela y Puranen 1999; Hansson-Mild 1981). Incluso aunque la potencia de la antena bajo trabajo puede ser apagada, los trabajadores pueden necesitar escalar a través de las antenas energizadas porque las compañías de distribución de RF tratan de minimizar ceses en las transmisiones. Las antenas consisten típicamente de tres o cuatro filas de dipolos instalados sobre tres ó cuatros lados de la torres. La potencia de entrada para la antena varía típicamente desde 10 a 50 kW y la potencia de entrada para un dipolo de 50-500 W (Mantiply et al 1997). Los dipolos más cercanos son la fuente primaria de la exposición. La fuente secundaria de la exposición está comprendida de las corrientes inducidas en la estructura metálica del mástil. Parte de tales corrientes pueden también acoplarse directamente a los brazos y piernas que están en contacto con las escaleras y otras estructuras de la torre.

En la banda de FM los campos medidos varían de 60 a 90 $V \cdot m^{-1}$ (Hansson-Mild 1981; Mantiply et al 1997; Jokela y Puranen 1999). En la banda VHF de TV la exposición es ligeramente inferior que la banda FM, del orden de 60 $V \cdot m^{-1}$, pero cerca a los dipolos y partes metálicas de la torre, altos valores desde 400 a 600 $V \cdot m^{-1}$ han sido reportados. Está todavía sin aclarar cuan relevantes estos valores de intensidad son para valorar la exposición debido a que ellos pudieron haber sido medidos muy cerca a las partes metálicas de la torre en donde los campos no son muy uniformes. Para hacer un análisis más realista, los campos deberían ser medidos a una distancia mayor de 20 cm y promediados en términos de E^2 o H^2 (Jokela 2007). Cuando la distancia está entre 30 – 50 cm la intensidad máxima del campo parece permanecer por debajo de 300 $V \cdot m^{-1}$ y 0,8 $A \cdot m^{-1}$. El campo eléctrico promediado, medido a una distancia realista, de cualquier forma, puede todavía exceder 60 $V \cdot m^{-1}$ ($10 W \cdot m^{-2}$) en 100 MHz.

● *Tecnologías Wireless y Móvil*

La industria de la telefonía celular móvil ha experimentado un rápido crecimiento. Los dispositivos de comunicación wireless son usados ampliamente en todas partes de la sociedad moderna. La tecnología móvil celular se ha desarrollado notablemente desde los

primeros años los '80s cuando sistemas de radio celular análoga fueron introducidos en Europa. El desarrollo ha continuado a través de las generaciones descritas abajo:

● *Sistemas 1G*

La primera generación de teléfonos móviles consistía de sistemas análogos, típicamente operando en 450 MHz o 800/900 MHz, usando modulación de frecuencia. AMPS (Advanced Mobile Phone Standard) fue desarrollado en Estados Unidos en los 70s. El sistema análogo implementado durante los 80s en varias partes del mundo fue ligeramente diferente, a saber, NMT (Nordic Mobile Telephony) principalmente en los países del norte de Europa, TACS (Total Access Communication System) en algunos países europeos, AMPS en Estados Unidos y el sistema NTT (Nippon Telegraph and Telephone) en Japón. En el presente, el servicio ha cesado o está funcionando a un bajo nivel de tráfico, en la mayor parte del mundo. 1G sirvió mayormente para proveer servicios de voz.

● *2G*

2G se refiere al desarrollo de los sistemas de comunicación digital móvil (GSM ó Global System for Mobile Communication), temprano, en la década de los 90s. Globalmente, hay actualmente más de un billón de usuarios. Existe un número de sistemas diferentes. En Europa y partes de Asia y las Américas el sistema GSM es aún representativo. GSM presenta frecuencias en 900 y 1800 MHz (850 y 1900 MHz en Estados Unidos). El ancho de banda de cada canal de frecuencia es alrededor de 200 kHz, y una tasa de datos 9,6 Kbits/s para diálogo codificado. Usa la técnica de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA) –cada usuario está “al aire” por $4,615/8 = 0,58$ milisegundos- entonces regresa periódicamente a una frecuencia de 217 Hz. EL otro $7/8$ del tiempo es usado para otros usuarios. Entonces, desde el punto de vista de RF es una transmisión por ráfagas. Aparte de la frecuencia de acceso de 217 Hz y sus armónicos, hay varias señales de sistema y control. Japón desarrolló su propio sistema TDMA operando en la banda de 1,5 GHz. Estados Unidos desarrolló una versión de un estándar de acceso múltiple por división de código (CDMA ó Code Division Multiple Access). Estos sistemas llevan voz, datos y permiten el envío de mensajes de texto.

• *Sistemas 2.5G*

La popularidad de Internet y de los computadores personales, creó una necesidad por tasas de datos más altas sobre redes wireless más allá de lo disponible por los sistemas 2G, los cuales fueron diseñados principalmente para aplicaciones de voz. Uno de los sistemas que surgió fue GPRS (General Packet Radio Service). GPRS soporta una tasa de datos de hasta 140,8 kbits/s y es basado en paquetes en lugar que orientado a conexión. Está implementado en muchos lugares en donde GSM es usado. GPRS logra altas tasas de datos combinando muchas franjas de tiempo. Otro sistema, Tasa de datos mejorada para GSM Evolucionado (EDGE ó Enhanced Data Rates for GSM Evolution), es una mejora para las redes 2.5 GSM y GPRS y puede transportar datos a velocidades de 236,8 kbits/s para cuatro franjas de tiempo con un máximo teórico de 473,6 kbits/s para 8 franjas.

• *Sistemas 3G*

3G es una reciente tecnología de comunicación digital móvil, y es también conocida como UMTS en Europa. Opera en frecuencias entre 1900 y 2200 MHz. Los Teléfonos celulares ya no requieren ser usados simplemente para comunicación por voz, sino que los usuarios requieren juegos de video, reproductores, acceso a cuentas de correo, navegación web, video-telefonía, acceso de alta velocidad de datos y descarga de música. Por lo tanto, el requerimiento para 3g es alta velocidad, la cual puede ser tan alta como 384 Kbits/s y hasta 2 Mbits/s en ambientes "indoor". El estándar global para las comunicaciones wireless 3g, IMT-2000, es una familia de estándares 3G adoptada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU ó International Telecommunication Union). Incluye el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS ó Universal Mobile Telecommunications System) y CDMA banda ancha ó W-CDMA. El primer sistema W-CDMA fue desarrollado en Japón bajo el nombre FOMA (Freedom of Mobile Multimedia Access), aunque, de cualquier manera, es actualmente incompatible con el estándar UMT

CDMA-2000 es la versión Norte Americana del sistema 3G. Difiere de UMTS principalmente en la arquitectura de red. CDMA-2000 usa uno ó más canales de 1,25

MHz para cada dirección de transmisiones. Las bandas específicas de frecuencia son 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz, para enlace de subida (del usuario a la estación base) y bajada respectivamente. W-CDMA (UMTS) usa un par de canales 5 MHz, uno en el rango de 1900 MHz para enlace de subida y uno en el rango de 2100 MHz para enlace de bajada. Así, UMTS tiene unos requerimientos de ancho de banda más amplios. UMTS soporta tasas de transferencia hasta 2 Mbits/s de datos, aunque las tasas pueden caer marcadamente en un sitio excesivamente cargado.

• 4G

4G (ó Más allá de 3G) es el descriptor tentativo para el siguiente sistema en la tecnología y para la cual investigaciones ya están en ejecución. Para esta generación la UIT ha fijado un objetivo de 100 Mbits/s para ambientes generales y 1 Gbits/s para ambientes “indoors”. IEEE 802.16 se ha comprometido en desarrollar una interface para combinar accesos wireless de banda ancha móvil para soportar plataformas moviéndose a velocidades vehiculares. El sistema está especificado para operar en las bandas 2 y 6 GHz asignadas de movilidad.

• *Redes de Telefonía Móvil*

La red de telefonía móvil consiste de un sistema de zonas contiguas llamadas celdas. Cada celda tiene su propia estación base que envía y recibe radio señales a lo largo de su zona especificada. Las Macro-celdas proveen la estructura principal para la red y las estaciones base tienen potencias de salida de decenas de vatios y se comunican con teléfonos hasta varias decenas de kilómetros de distancia (35 km en el caso de GSM). Las Micro-celdas son usadas para rellenar y beneficiar la red principal, especialmente cuando el volumen de llamadas es alto. Las estaciones base de micro-celdas emiten menos potencia (unos pocos vatios) y tienen un rango efectivo de unos pocos cientos de metros. Estaciones de Pico-celdas base tienen una potencia aún más baja (fracciones de vatios) y proveen rangos muy cortos de comunicación, a menudo situados dentro de edificios. La onda RF usada para la comunicación es referida como una onda portadora. La información que lleva –voz, datos, fotos, etc – es añadida a la onda portadora en un proceso conocido como modulación.

Henderson y Bangay (2006) reportaron los resultados de un sondeo de niveles de exposición de energía electromagnética de radiofrecuencias originada desde antenas de estaciones base de telefonía móvil. Mediciones de señales de CDMA800, GSM900, GSM1800 y 3G (UMTS) fueron hechas en un rango de distancias entre 50 y 500 metros, para 60 estaciones base en cinco ciudades australianas. Los niveles de exposición para estas bases de telecomunicaciones fueron muy bajos. El registro de nivel más alto de una sola estación base fue de $8,1 \times 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Mediciones hechas a distancias nominales de la torre de estación base. Unidades en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

Tecnología	Niveles de Densidad de Flujo de Potencia Medido			
	50 m	200 m	500 m	Máximo
CDMA (29 torres)	$2,7 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-5}$	$5,9 \times 10^{-6}$	$8,1 \times 10^{-5}$
GSM900 (51 torres)	$3,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-5}$	$7,1 \times 10^{-4}$
GSM1800 (12 torres)	$3,1 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-5}$	$4,7 \times 10^{-6}$	$4,3 \times 10^{-4}$
3G (35 torres)	$4,1 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-5}$	$7,6 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-4}$
Todos	$3,8 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-5}$	$8,1 \times 10^{-4}$

Existen muchas otras fuentes producidas por el hombre, en muchos campos, tales como el estándar móvil de radio digital (TETRA), la radio de banda ciudadana (CB) – con banda de 27 MHz a 477 MHz-, los enlaces de microondas (5 -40 GHz), los enlaces satelitales con estaciones terrestres (con antenas de ganancias muy altas, con rangos de 50 a 70 dB, en cuya portadora podría ser posible estar expuesto a densidades de potencia de varios cientos de $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), las aplicaciones médicas (aplicaciones de Resonancia Magnética, diatermia, hipertermia), aplicaciones en el hogar (ej hornos microondas), aplicaciones en la industria (ej. equipos de descarga de plasma, identificación por Radiofrecuencias –RFID-), sistemas de radar (con frecuencias desde 500 MHz a 15 GHz), tales como radares para el control de tráfico aéreo (ATC), para la penetración del suelo (GPR), radares marinos, etc, otras nuevas tecnologías como *Wireless LANs*, Bluetooth,

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication), tecnologías UWB (banda ultra ancha) –usado principalmente en los sistemas de imágenes, sensores, y comunicaciones-, y otros muchos más, los cuales es importante considerar para efectos de evaluar los campos a los que el hombre moderno está expuesto. Información detallada de todas estas fuentes de RNI, sus consecuencias en los sistemas biológicos, y datos relacionados con mediciones hechas en distintos lugares de Europa, está disponible a través de varios informes consolidados principalmente a través ICNIRP. En la Bibliografía complementaria se suscriben las referencias para quien desee ahondar en estos temas. Adicionalmente en el Anexo A, se encuentra una descripción más detallada de la mecánica de interacción entre los campos de RF con los sistemas biológicos del cuerpo humano.

ANEXO B

LA RADIACIÓN NO IONIZANTE (Parte II)

Recomendaciones, Normas y Leyes asociadas a Límites de Exposición

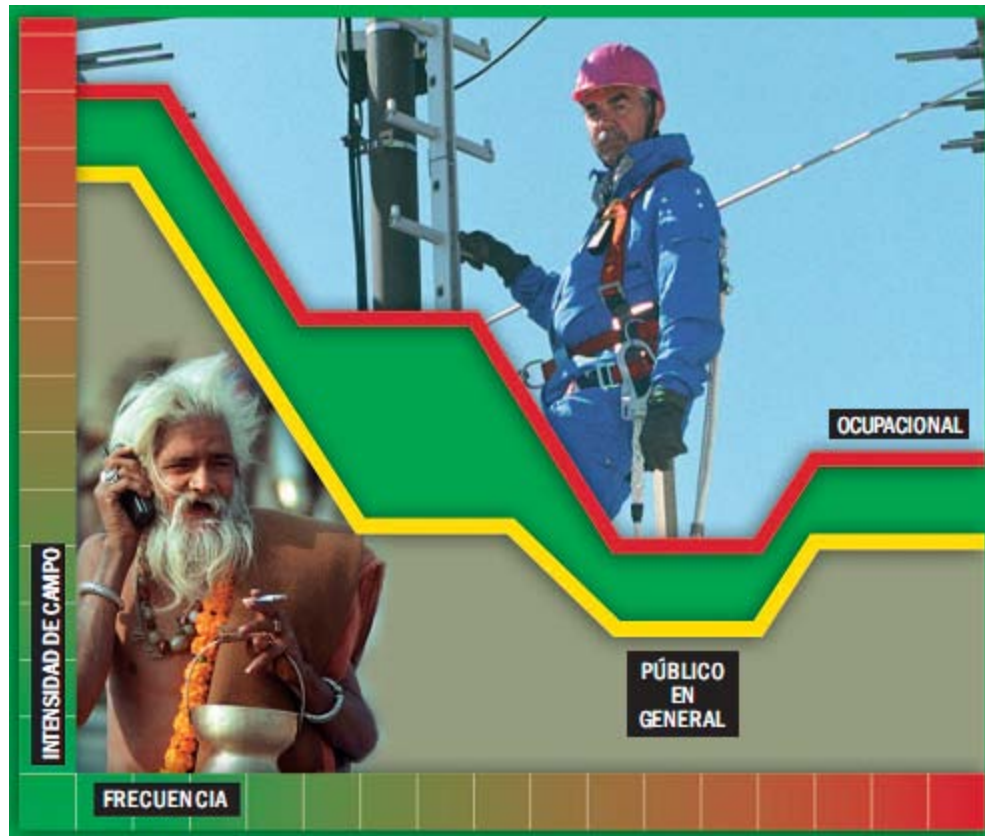
Recomendación de Exposición a CEM y Políticas: Un Estado del Arte de la Situación Actual

Los países seleccionan sus propios estándares nacionales para exposición a campos electromagnéticos. Sin embargo, la mayoría de los estándares nacionales están basados en las recomendaciones establecidas por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Esta organización no gubernamental, formalmente reconocida por la OMS, evalúa los resultados científicos de todo el mundo. ICNIRP produce recomendaciones sobre límites de exposición, los cuales son revisados periódicamente y actualizados si es necesario.

Las guías ICNIRP desarrolladas para la exposición de los CEM cubren el rango de frecuencia de las radiaciones no ionizantes de 0 a 300 GHz. Están basados sobre revisiones completas de toda la literatura revisada por pares y publicada. Los límites de exposición están basados en los efectos de la exposición aguda de corto plazo, antes que en la exposición de largo plazo, ya que la información científica disponible sobre los efectos a la exposición de los CEM de bajo nivel a largo plazo es considerada insuficiente para establecer límites cuantitativos.

Usando efectos de la exposición aguda de corto plazo, las recomendaciones internacionales usan el nivel de exposición aproximado o nivel de umbral que potencialmente llevaría a efectos biológicos adversos. Para permitir las incertidumbres científicas, el nivel umbral más bajo será reducido para derivar los valores límites para la exposición humana. Por ejemplo, ICNIRP usa un factor de reducción de 10 para derivar los límites ocupacionales para trabajadores y un factor de 50 para llegar al límite de exposición para el público en general. Los límites varían con la frecuencia y por lo tanto, son diferentes para campos de baja frecuencia (figura 44).

Figura 44. Recomendaciones ICNIRP para límites de exposición ocupacional y para el público en general



La población expuesta ocupacionalmente, consiste de trabajadores adultos, quienes generalmente están conscientes de los campos electromagnéticos y sus efectos. Los trabajadores son entrenados para tomar conciencia de los riesgos potenciales y tomar las precauciones apropiadas. Por el contrario, el público en general consiste de individuos de todas las edades y con estados de salud variables, quienes, en muchos casos, no están conscientes de su exposición a los CEM. Además los trabajadores están típicamente expuestos sólo durante los días de trabajo, mientras que el público en general puede estar expuesto 24 horas por día. Estas son las consideraciones implícitas que conducen a restricciones más rigurosas para la exposición del público en general que para la exposición de tipo ocupacional.

En general, los estándares para campos electromagnéticos de baja frecuencia son seleccionados para evitar efectos adversos en la salud, debido a la inducción de corrientes eléctricas en el cuerpo, mientras que los estándares para campos de

radiofrecuencia previenen los efectos a la salud causados por el calentamiento localizado o en todo el cuerpo. Los máximos niveles de exposición en la vida diaria, típicamente están por debajo de los límites recomendados. Por otro lado, las guías de exposición no intentan proteger contra la interferencia electromagnética (IEM) a los dispositivos biomédicos. Los nuevos estándares para la industria están siendo desarrollados para evitar tal interferencia.

Por todo el mundo ha crecido un movimiento dentro y fuera de los gobiernos para adoptar enfoques precautorios para la gestión de los riesgos de la salud frente a la incertidumbre científica. El rango de acciones tomadas depende de la severidad del daño y del grado de incertidumbre que rodea el tema. Cuando el daño asociado con el riesgo es pequeño y su ocurrencia es incierta, tiene sentido hacer poco o nada. A la inversa, cuando el daño potencial es grande y hay una pequeña incertidumbre con respecto a su ocurrencia, es necesario implementar acciones significativas, tales como prohibiciones.

El Principio de Precaución

El principio de precaución usualmente es aplicado cuando hay un alto grado de incertidumbre científica y existe la necesidad de tomar acciones para riesgos potencialmente serios sin esperar los resultados de más investigaciones científicas. Esto fue definido en el tratado de Maastricht como “tomar acciones prudentes cuando hay suficiente evidencia científica (pero no necesariamente evidencias absolutas) de tal manera que la inacción podría conducir a daño y donde la acción puede ser justificada en base a un juicio razonable de costo-efectividad”. Ha habido muchas interpretaciones y aplicaciones diferentes del principio de precaución. En el 2000 la Comisión Europea definió una serie de reglas para la aplicación de este principio, incluyendo costo beneficio.

Las evaluaciones de los peligros potenciales de la exposición a los CEM basadas en la ciencia forman la base de la evaluación de riesgo y también son una parte esencial de una apropiada respuesta de política pública. Las recomendaciones de las guías ICNIRP siguen una rigurosa revisión científica de artículos científicos relevante publicados, incluyendo los campos de la medicina, epidemiología, biología y dosimetría. Han sido elaborados juicios basados en la ciencia sobre los niveles de exposición que previenen efectos adversos a la salud identificados. Aquí, la precaución es ejercitada tanto respecto

de la magnitud de los factores de reducción (basados en la incertidumbre de los datos científicos y sobre posibles diferencias en la susceptibilidad de ciertos grupos) y en asunciones conservadoras acerca de la eficiencia con la cual interactúan los CEM con las personas.

El Proyecto Internacional CEM

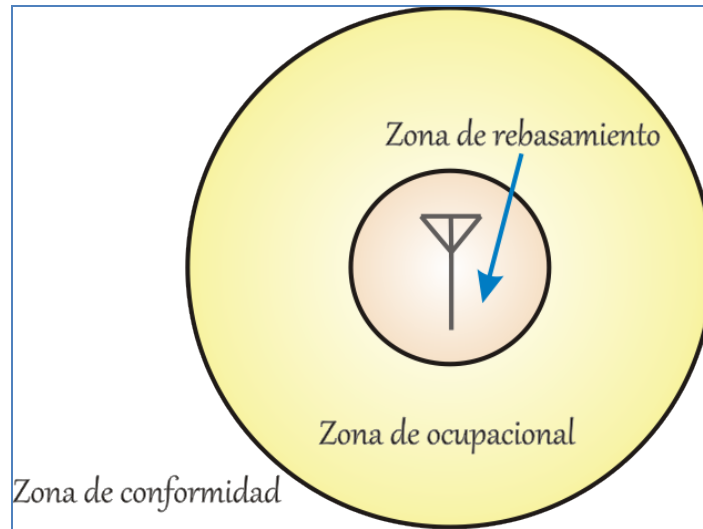
En respuesta a la creciente preocupación pública sobre los posibles efectos adversos a la salud proveniente de la exposición a un número creciente y diverso de fuentes CEM, la Organización Mundial de la Salud (OMS) inició el Proyecto Internacional CEM en 1996. El Proyecto Internacional CEM recopila el conocimiento actual y los recursos disponibles de agencias internacionales, nacionales e instituciones científicas claves para evaluar los efectos en la salud y el ambiente debido a la exposición a campos eléctricos y magnéticos estáticos y variables en el tiempo en el rango de frecuencia de 0 a 300 GHz. Este proyecto ha sido diseñado para seguir una progresión lógica de actividades y producir una serie de informaciones que permitan elaborar mejoras en las evaluaciones de riesgo a la salud para elaborar e identificar cualquier impacto ambiental proveniente de la exposición a CEM.

El proyecto es administrado por la Organización Mundial de la Salud con sede en Génova, ya que es la única Organización de las Naciones Unidas con un claro mandato para investigar los efectos en perjuicio de la salud proveniente de la exposición de personas a la radiación no ionizante.

La Recomendación UIT-T k52

La UIT-T K-52 [5] es una recomendación para facilitar el cumplimiento por las instalaciones de telecomunicación de los límites de seguridad cuando existe la exposición de las personas a los campos electromagnéticos, mediante técnicas y procedimientos para evaluar el cumplimiento de los límites de seguridad.

Figura 45. Zonas de Exposición



Básicamente esta recomendación define que para una frecuencia determinada existe tres tipos de zonas de exposición definidos: rebasamiento, ocupacional y público general (Figura 45). La zona de rebasamiento es aquella donde la radiación supera los límites permitidos para el cuerpo humano; por otro lado en la zona ocupacional, la radiación no sobrepasa los límites de radiación controlada (es decir, que no sobrepasa los límites permitidos para los operarios con pequeños tiempos exposición a la radiación) pero sobrepasa los límites de radiación no controlada del público en general permitida.

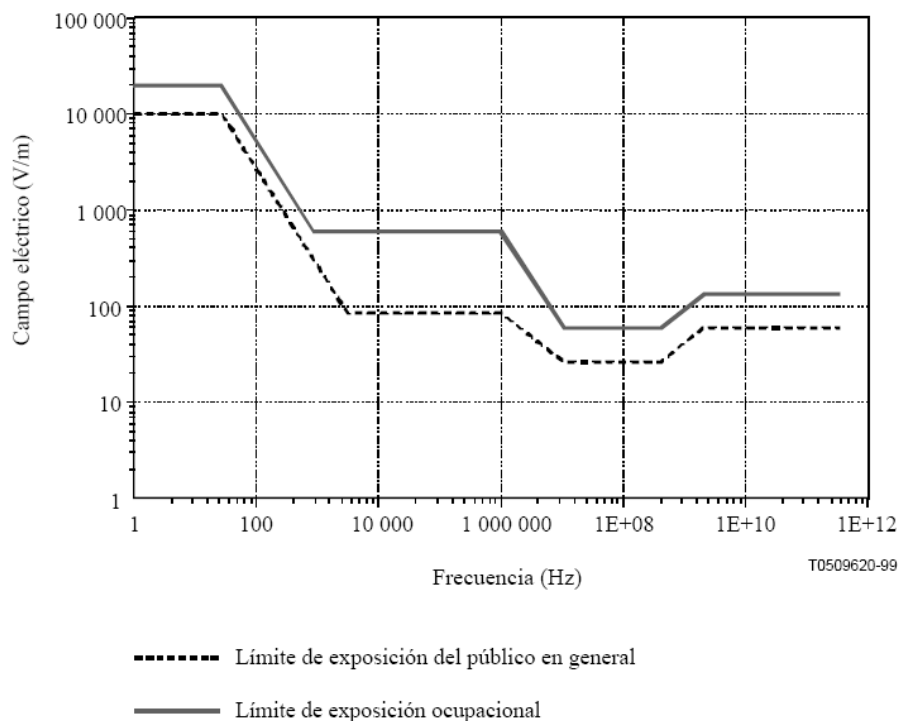
En la recomendación UIT K.52 se observan las zonas de exposición: ocupacional y Público general (conformidad) para distintas bandas de frecuencia. La Figura 46 y Figura 47 contienen una grafica de niveles de radiación versus frecuencia para los límites de las zonas ocupacional y de conformidad.

Decreto 195 de la ley Colombiana

Con el Decreto 195 de 2005 [6] se fijó una pauta legal a los requerimientos de unas mediciones de radiación no ionizante en Colombia en la que se estipulan los valores máximos permitidos de exposición a esta radiación basados en recomendaciones y normas adoptadas en otros países y se fija un plazo máximo de certificación de cumplimiento en estos aspectos, en este decreto se definen:

- Plazos de cumplimiento: Dos años contados a partir de la entrada en vigencia de la resolución.
- Mecanismos de vigilancia y control.
- Pautas para realizar mediciones.
- Requisitos únicos para instalaciones radioeléctricas.

Figura 46. Límites de referencia ICNIRP para Campo Eléctrico



• *Resolución 1645 del 2005.*

El 20 de Julio de 2005 se expide la resolución No. 001645 por la cual se reglamenta el decreto 195 y se definen:

-Las fuentes inherentemente conformes:

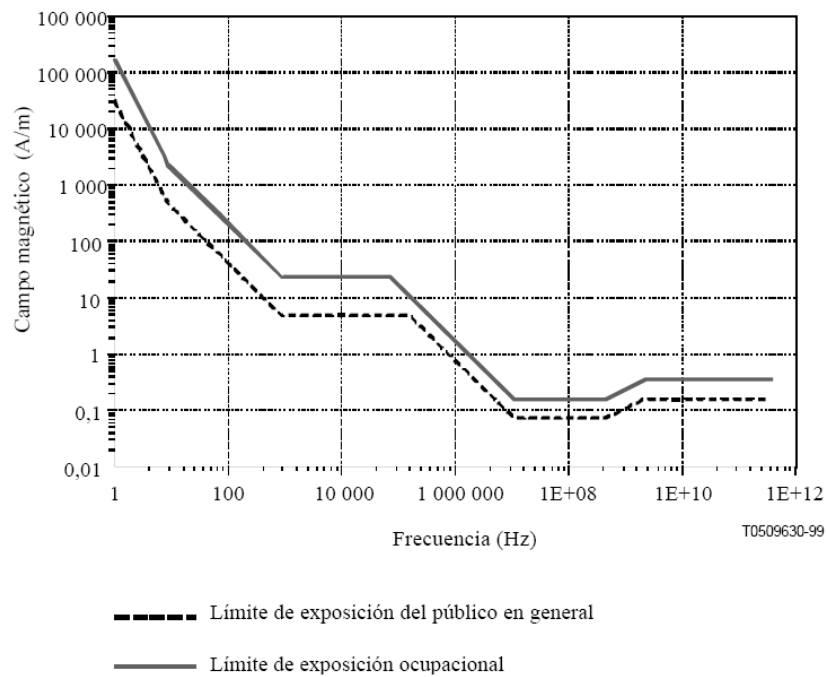
- Telefonía Móvil Celular
- Servicios de Comunicación Personal – PCS
- Sistema de Acceso Troncalizado

- Sistema de Radiomensajes
- Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos – HF, VHF y UHF.
- Proveedor de segmento espacial.

-El formato de declaración de Conformidad.

-Metodología de medición.

Figura 47. Límites de Referencia ICNIRP para Campo Magnético



● *Resolución 2643 del 2005.*

El 4 de Noviembre de 2005 se expide la resolución No. 002643 por la cual se reglamenta el decreto 195 y se define el formulario Único de Inscripción para realizar mediciones de campos electromagnéticos.

Figura 48. Límites de exposición según el decreto 195 de 2005¹⁵

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (V/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
Ocupacional	9 - 65 KHz	610	24,4	-
	0,065 - 1 MHz	610	1,6/f	-
	1-10 MHz	610/f	1,6/f	-
	10 - 400 MHz	61	0,16	10
	400 - 2.000 MHz	3 f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	1/40
	2 - 300 GHz	137	0,36	50
Público en general	9 - 150 KHz	87	5	< /o.p>
	0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	-
	1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	-
	10 - 400 MHz	28	0,073	2
	400 - 2.000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	1/200
	2 - 300 GHz	61	0,16	10

Las siguientes secciones exponen la visión de redes detrás del servicio de telecomunicación para el registro de mediciones RNI a desarrollar.

¹⁵ http://www.asocel.org.co/pdf/decreto_195_de_2005.pdf

ANEXO C

NGN

Definición, características, evolución de las redes hacia ella, el proceso actual en Colombia

Definición

Actualmente, si existe un término que pueda resumir la situación actual del entorno de las telecomunicaciones, es NGN (Next Generation Networks ó Redes de Próxima Generación). ITU¹⁶ (International Telecommunication Union ó UIT por sus siglas en Español), creó en 2004 un grupo de estudio enfocado en Redes de Próxima Generación (llamado FGNGN, Focus Group on Next Generation Network) para direccionar las necesidades emergentes por estándares globales para NGN. FGNGN fue construido en base a siete grupos de trabajo:

- Servicios y capacidades
- Requerimientos y arquitectura funcional
- Calidad del Servicio (QoS)
- Aspectos de Control
- Asuntos de Seguridad
- Migración de las Redes Actuales a NGN
- Requerimientos de las futuras redes basadas en paquetes

Durante los 18 meses de vida de FGNGN, nueve conferencias fueron organizadas, con más de 1200 documentos y 1400 participantes. FGNGN entregó cobertura para cada una

¹⁶ La UIT es la organización más importante de las [Naciones Unidas](#) en lo que concierne a las tecnologías de la información y la comunicación. En su calidad de coordinador mundial de gobiernos y sector privado, la función de la UIT abarca tres sectores fundamentales, a saber: [radiocomunicaciones](#), [normalización](#) y [desarrollo](#). La UIT también organiza eventos [TELECOM](#) y fue la principal entidad patrocinadora de la [Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información](#).

de las siete áreas fundamentales, nombradas arriba, del marco de trabajo NGN. El resultado final oficial fue un total de 30 documentos que fueron transferidos a los relevantes grupos de estudios para su completa consideración. El resultado fue la normativa propuesta de estándares globales para NGN llamada NGN-GSI.

Según la UIT, de sus documentos de referencia de la NGN-GSI, se permite el autor hacer una traducción libre del concepto de NGN:

“Una Red de Próxima Generación es una red basada en paquetes que permite proveer de servicios de telecomunicaciones, y permite el uso de ancho de banda múltiple, tecnologías de transporte con Calidad del Servicio (QoS), y cuyas funciones relacionadas con el servicio son independientes de las tecnologías usadas en la capa de transporte. Este tipo de Red permite el acceso sin restricciones de los usuarios a las redes y a los proveedores de servicios en competencia y/o a los servicios de su elección. Además, soporta la movilidad en general, lo cual permitirá la prestación consistente y en cualquier lugar de los servicios para los usuarios”

Características

NGN se caracteriza por los siguientes aspectos fundamentales:

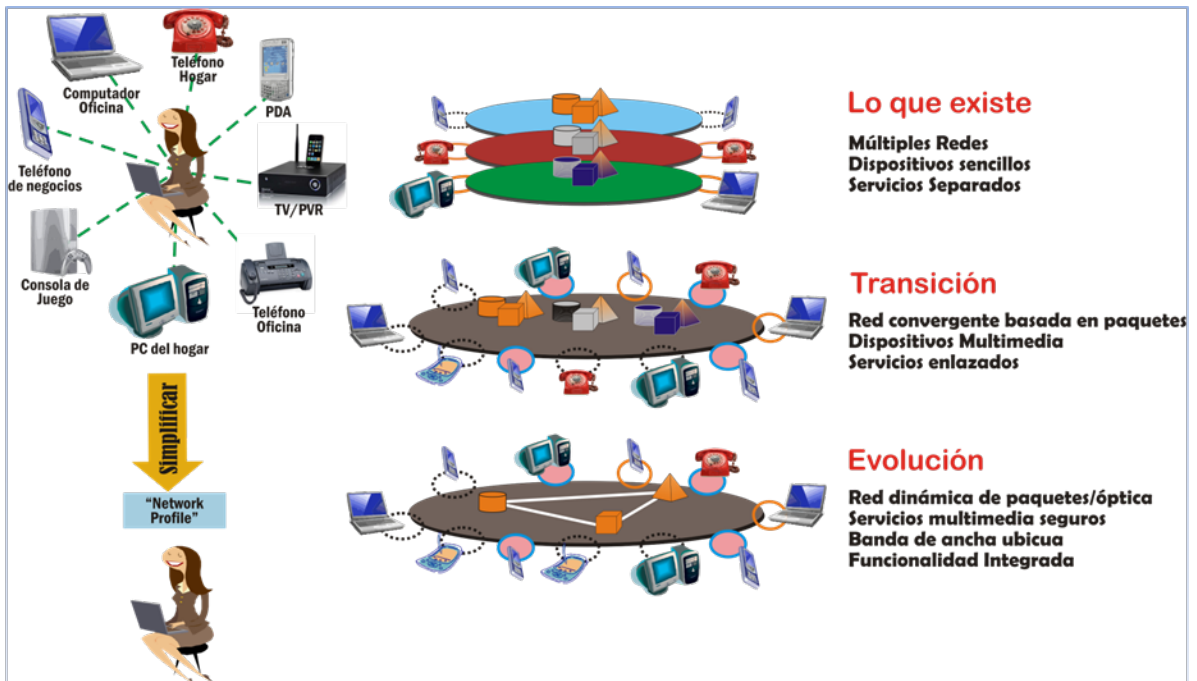
- Transferencia basada en paquetes;
- Independencia de las funciones relacionadas con el servicio de las tecnologías de la capa de transporte;
- Capacidad de banda ancha con calidad del servicio y transparencia de extremo a extremo;
- Acceso sin restricciones para usuarios a los diferentes proveedores de servicios;
- Movilidad generalizada;
- Convergencia de los Servicios fijos/móviles;
- *Interworking* con redes heredadas vía interfaces abiertas;
- Soporte a un amplio rango de servicios, aplicaciones y mecanismos basados en SBBs (Service Buildings Blocks), incluyendo servicios *real time/ non real time*, *streaming*, multimedia, etc.
- Características de Servicio unificadas para el mismo servicio así como percibido por el usuario.

- Adaptabilidad con requerimientos de regulación (ej. Emergencia, privacidad etc.)
- Desacople de prestación del servicio de la red, y suministro de interfaces abiertas.
- Una variedad de esquemas de identificación los cuales pueden ser resueltos a direcciones IP para propósito de enrutamiento en redes IP.
- Arquitectura de red horizontal basada en una división diáfana de las capas de transporte, control y aplicación.
- La capa de transporte está basada en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS.

Evolución hacia NGN

NGN presenta una referencia que debe permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación (comunicaciones VoIP, video-comunicación, mensajería integrada multimedia, integración con servicios IPTV, domótica, etc) así como la evolución, migración en términos más o menos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación.

Figura 49. Evolución Esperada de la Redes de Telecomunicaciones actuales hacia NGN



Como se puede apreciar el concepto de NGN toma en consideración nuevas realidades de la industria de las telecomunicaciones, caracterizada por la necesidad de cobertura y optimización de las redes operativas y de la extraordinaria expansión del tráfico digital, y la demanda por nuevos servicios multimedia, así como demanda asociada a la movilidad.

Como se puede apreciar en la figura 49, se hace necesario un evolución de las redes actuales, en vista de la convergencia, hacia una gran red dinámica, que permita integrar a través de servicios, toda la funcionalidad, que hoy en día se presta en redes independientes. Lo anterior conlleva un verdadero reto tecnológico, de unificación de conceptos, declaración de estándares, acuerdos comerciales y apoyo gubernamental, para migrar hacia NGN.

La evolución de las redes hacia NGN debe permitir la continuación e interoperabilidad con las redes existentes, mientras que en paralelo, debe permitir la implementación de nuevas capacidades. A partir de la realización e implementación de NGN habrá un proceso evolutivo, y no todas redes empezarán desde el mismo punto, es necesario describir una variedad de aproximaciones.

Las grandes inversiones de capital en las redes telefónicas públicas conmutadas (PSTN ó Public Switched Telephone Network) significa que este tipo de redes debe ser una de las principales áreas de trabajo para estudio de la evolución hacia NGN. El resultado describe las posibles formas de evolucionar desde PSTN a NGN. Estos resultados proveen pasos para la evolución del transporte, la administración, partes de señalización y control de PSTN hacia NGN. Otros puntos de inicio, son las redes públicas terrestres móviles (PLMNs ó Public Land Mobile Networks), así como otros escenarios de transición asociados están también bajo estudio.

Por otro lado, el criterio básico para la evolución de la Calidad del Servicio (QoS) es la satisfacción del usuario, subjetiva, traducidos en velocidad, confiabilidad, seguridad y precisión. Esto envuelve la identificación de parámetros que pueden ser directamente observados y medidos en el punto en el cual el servicio es accedido por el usuario y los proveedores de red. La flexibilidad dentro de la arquitectura NGN de extremo a extremo, es esencial para permitir a cada operador diferentes ambientes regulatorios, ofrecimiento de servicios, la cobertura geográfica, y la infraestructura de red. Estos factores necesitan ser tenidos en cuenta en cumplimiento con los parámetros y niveles de QoS para NGN.

Considerando que NGN involucra una amplia gama de protocolos tanto en niveles de servicio y red, es esencial asegurar la interoperabilidad entre diferentes sistemas y redes.

Otro aspecto crucial para NGN es la seguridad en el ambiente de red. La gran magnitud de este campo, combinado con el número de Organizaciones desarrolladores de Estándares (SDOs) que están involucradas, subraya la importancia estratégica de este tema. Dentro de NGN, el asunto de la seguridad se interrelaciona con la arquitectura, la calidad del servicio, la administración de red, la movilidad, y el cargo y pago digital. Protocolos y APIs de seguridad han sido emitidos por la UIT.

NGN permite a los usuarios y dispositivos la posibilidad de comunicarse y acceder a servicios sin importancia del cambio de ubicación o de ambiente tecnológico. El grado de disponibilidad del servicio puede depender de muchos factores, incluyendo las capacidades de acceso a la red, el contrato de nivel de servicio entre la red base del usuario y las redes visitadas, etc. Incluye la habilidad para comunicarse desde varios lugares usando una variedad de equipos terminales, con ó sin continuidad de servicio mientras se cambia de un medio a otro. Esto incluye el reconocimiento de la necesidad de converger los distintos mundos de las telecomunicaciones fijas y móviles dentro de uno coherente.

NGN en Colombia

En Colombia en los últimos años se han presentado importantes propuestas de la forma cómo debería de realizarse el proceso de migración de las actuales redes de los operadores hacia las redes de próxima generación. Una de estas propuestas proviene de la iniciativa nacional liderada por CINTEL en conjunto con el Ministerio de Comunicaciones, universidades, operadores y proveedores de tecnología, de crear un grupo de trabajo de expertos en el área, dando creación al Laboratorio Nacional de Redes y Servicios en NGN de Colombia para Latinoamérica¹⁷ con el objetivo de abrir un espacio idóneo para la investigación, innovación y desarrollo de tecnologías y servicios de próxima generación.

¹⁷ <http://www.cintel.org.co/cintel/export/sites/default/cintel/inicio/lineas/linea/migracion.html>

En el marco de este laboratorio surge una propuesta de migración enfocada en modernizar a plazos la infraestructura actual de las redes de los operadores hacia una arquitectura orientada a servicios, mediante el siguiente proceso (COOPER Martinez & ROTHENBERG, 2008). Primero plantean que se debe fortalecer la red de conmutación de circuitos aumentando su capacidad e incrementando a nivel de acceso el ancho de banda. El siguiente paso consiste en convertir la red, en una única red de conmutación de paquetes IP, esencialmente un proceso de migración progresivo de la voz a VoIP. A continuación se debe atacar la capa de contenidos y servicios mediante la adopción de *softswitch* multimedia. Por último comentan que se deben de actualizar todos los elementos tradicionales a componentes de red IP compatibles con NGN.

Un aporte importante de esta propuesta está en afirmar que la creación de software como servicios de telecomunicaciones será el foco para la innovación del mundo convergente. Por tal motivo enfocan el modelo planteado hacia SOA, donde las aplicaciones serán construidas con una lógica de servicio independiente de la red, mediante una capa de integración que habilita capacidades de servicio comunes y reutilizables.

Se aclara que el Servicio a desarrollar funcionará sobre una emulación de Red NGN, debido a que los operadores de las redes de transporte en Colombia tienen una política cerrada para los DsTel, muy diferente a lo que está sucediendo en Europa, por lo que el núcleo seguirá estando en Internet Comercial. Sin embargo, se orienta el desarrollo hacia NGN, de tal modo, que en el momento en que el entorno de los operadores se abra, se cuente con un servicio fácilmente traspasable a cualquier arquitectura de transporte.

ANEXO D

CONSIDERACIONES ACERCA DE SIG, LBS Y TÉCNICAS DE LOCALIZACIÓN COMO SOPORTE AL DESARROLLO DE UN SERVICIO DE TELECOMUNICACION

El desarrollo de un servicio LBS conlleva funcionalidad tanto de dispositivos y tecnologías como técnicas, todos estos asociados con la ubicación geográfica, y que aparecen en las etapas de adquisición de coordenadas, gestión y almacenamiento de ese tipo de información espacial. Describir y caracterizar todos estos elementos es menester de este apartado.

Consideraciones acerca de SIG

Un sistema de información geográfica integra hardware, software, y datos, para capturar, manejar, analizar, y mostrar de distintas formas la información geográficamente relacionada.

Desde el punto de vista personal, SIG es una abstracción de una funcionalidad que puede ser asociada a un Servicio, a una aplicación ó a distintos Sistemas de Información. Dicha funcionalidad permite al usuario ver, entender, preguntar, interpretar, y visualizar datos de distintas formas que revelen relaciones, patrones y tendencias en forma de mapas, globos, reportes y gráficas. Por eso, SIG permite ser integrado a una organización de muchas formas a través de distintos esquemas de implementación.

Uno de los errores más frecuentes cuando la gente oye hablar de SIGs, es pensar que SIGs son mapas. Sin embargo, una mapa es solamente una forma en la que se puede trabajar con datos geográficos en SIG, y sólo un tipo de producto generado por SIG. SIG puede proveer una amplia gama de capacidades para la resolución de problemas, mucho más allá de ser simplemente un programa de mapas ó adición de datos a través de herramientas de mapas online. Un SIG puede verse al menos de tres maneras: desde Base de Datos, por vista de modelo, y por vista visual de mapas.

La vista de base de datos, hace referencia a un tipo de datos espaciales (“*geodatabase*”), y es la estructura de datos sobre la que se basa un SIG. Ésta combina datos espaciales con repositorio de datos para crear un repositorio central para el almacenamiento y administración de datos espaciales. Puede levantarse en ambientes de PC, Servidor, ó móvil. Actualmente los grandes sistemas de base de datos han optado por incluir dentro de su núcleo soporte y funcionalidad para la información espacial (ej. Oracle, SQLServer, PostgreSQL). Actualmente, es posible encontrar en competencia dos grandes modelos de bases de datos, *Geodatabase* de Esri y el modelo propuesto por la OGC adoptado principalmente por Postgres mediante la extensión espacial PostGIS. La implementación llevada a cabo en este proyecto se basó en el último modelo principalmente por estar basado en un estándar abierto, no privativo de un emporio o industria, y respaldado por un consorcio como es la OGC.

PostgreSQL

Es un sistema manejador de base de datos, cuenta con todas las funciones propias de un Sistema Manejador de Base de Datos (llaves, disparadores, vistas, integridad referencial), con características adicionales como la herencia en tablas y el alto rendimiento transaccional de su motor. Permite además desarrollar aplicaciones en lenguajes como PL/pgSQL, C, C++ y Java. Pero más importante aún, es su MVCC, acceso concurrente multi-versión, útil en entornos distribuidos, el cual no usa bloqueos para los accesos concurrentes a las tablas. Más valioso e importante es la extensión disponible para datos espaciales a través de su PostGIS.

● *PostGIS*

PostGIS ha sido desarrollado como un proyecto *open-source* basado en una tecnología de base de datos espacial, liberada bajo el esquema de licencia GNU (General Public License). Permite convertir el servidor de PostgreSQL, en el sistema de respaldo espacial para sistemas de información geográficos, de manera muy similar como SDE de ESRI ó la extensión espacial de Oracle. Habilita un robusto sistema de operaciones geométricas basadas en la especificación OGC “*Simple Feature Specification*”, creando un nuevo tipo de datos conocidos como “Geometry”. Ésta almacena los datos en forma de objetos

vectoriales definidos como punto, línea, polígono, multi-línea, multi-punto y colecciones de geometrías.

OGC

En el apartado anterior se habló de PostGIS, basado en estándares abiertos de la OGC, para la implementación del aspecto estructural de la información espacial, éste fue escogido como camino de desarrollo para el Servicio Geo-referenciado de RNI en lo que al soporte SIG supone. Sin embargo, es importante ver brevemente qué es la OGC, y el impacto que ha tenido sobre el desarrollo de distintas tecnologías, tanto de almacenamiento como relacionadas con geo-servicios y servidores de mapas, ítem importante si se tiene en cuenta que varias de ellas fueron acogidas dentro del desarrollo de este proyecto.

OGC es una organización voluntaria, sin ánimo de lucro, conformada por 400 compañías, gobiernos, agencias y universidades, que actúa para guiar el desarrollo de estándares para servicios basados en localización (LBS). Fue fundada en 1994 como respuesta al conocido problema de la falta de formatos estándar a nivel de la información geográfica y sus efectos negativos sobre la industria, gobiernos y universidades. Emporios privados llevaban el desarrollo inicial de la tecnología SIG, lo que impedía a la academia y desarrolladores independientes, e inclusive a la misma industria de las telecomunicaciones, integrar nuevos descubrimientos, a la par que generaba grandes incompatibilidades, todo esto en retroceso del avance en este campo y contribuyendo a la confusión y el desorden.

Inicialmente, SIGs, a mitad de los 80's, eran más que todo usados en dominios de defensa y recursos naturales, especialmente dentro de agencias gubernamentales. Sectores como la ingeniería civil, la industria del transporte y gobiernos locales, apenas estaban pensando en explorar seriamente esta tecnología. El futuro parecía brillante pero sólo frustraciones fueron encontradas, sobre todo para los usuarios. El software para SIG era extremadamente caro y limitado en cuanto se refiere a extensibilidad, flexibilidad e inhabilidad para compartir la información espacial entre sistemas. Los usuarios, entonces, fueron forzados a usar de una manera ineficiente y propensa a errores, métodos de transferencia de datos. Más adelante, a partir de los 90's, gracias al boom y movimiento

tecnológico integracionista, y ante una nueva demanda por Software de éste tipo, inició un acercamiento del sector público y privado en materia de tecnología SIG, que fue dando a luz proyectos basados en formatos de datos abiertos, aunque no interoperables, así como a las primeras organizaciones abiertas, como la OGF (*Open GRASS Foundation*). El proyecto OpenGIS apareció entonces, precediendo al lanzamiento oficial del actual OGC.

Desde su creación, OGC está orientado hacia el soporte de soluciones geo-espaciales interoperables sobre la web, para servicios *wireless* LBS, y temas principales de las tecnologías de la información. Sus estándares brindan a los desarrolladores de distintas tecnologías, incluyendo Desarrolladores de Servicios de telecomunicación, la posibilidad de utilizar servicios e información espacial compleja, para todo tipo de aplicaciones.

● *Geoservicios*

Geo-servicio es la denominación que le ha dado la OGC a los componentes software que realizan operaciones con información espacial de forma remota. Son accesibles vía Web mediante peticiones http a través de interfaces estandarizadas, usando XML como lenguaje de comunicación. Existen varios estándares OGC en competencia, cada uno especializado en los diferentes tipos de información geográfica existente (vector, raster, modelos) con sus métodos propios de interacción. Gracias a las interfaces estándar y al uso de XML, los servicios pueden interoperar y entenderse entre ellos aunque estén implementados en distintas plataformas y por diferentes compañías comerciales.

Estos geoservicios son muy importantes, y son la base sobre la cual se va a servir la información a las aplicaciones clientes que requieran visualizar datos Georeferenciados, como es el caso del aplicativo móvil planteado en los objetivos de este proyecto.

Entre los geoservicios más importantes tenemos:

WMS: Web Map Service

Este servicio geográfico se basa en la especificación internacional WMS 1.1.1. Define un *Mapa* como una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen digital conveniente para su visualización en pantalla.

Un mapa resultado de WMS no presenta los datos geográficos en sí, lo que se muestra es una imagen producto de la organización de diferentes capas geográficas. Los mapas producidos por WMS se generan normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF, TIFF o JPEG.

Para la interacción con el servicio WMS, la especificación define 3 métodos:

- **GetCapabilities:** Devuelve los metadatos de los servicios existentes.
- **GetMap:** Es la operación principal, consisten en devolver un mapa como una imagen cuyos parámetros geográficos y dimensionales han sido bien definidos en una petición http.
- **GetFeatureInfo:** Retorna información particular de características particulares mostradas en el mapa, sirve para realizar consultas sencillas sobre el mapa.

WFS: Web Feature Service

Este servicio geográfico se basa en la especificación internacional WFS 1.1. Mediante este servicio se puede interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, mediante una interfaz de comunicación de información geográfica. Con WFS se puede editar una imagen ofrecida en un WMS o analizar la imagen con criterios geográficos.

La interfaz para poder realizar estas operaciones es un XML especial para datos geográficos llamado GML.

Para la interacción con el servicio WFS, la especificación define 3 métodos:

- **GetCapabilities:** Devuelve los metadatos de los servicios existentes, las capas devueltas por cada servicio y las operaciones posibles que se pueden realizar sobre cada capa.
- **GetFeature:** Es la operación principal, consisten en devolver un mapa como una representación GML del mismo, cuyos parámetros geográficos y dimensionales han sido bien definidos en una petición http.
- **DescribeFeatureType:** Describe el tipo de estructura de las capas solicitadas. Las estructuras básicas son el punto, la línea y el polígono.

WCS: Web Coverage Service

Este servicio geográfico se basa en la especificación internacional WCS 1.1. Este servicio es una extensión del servicio WMS, la cual permite el acceso a coberturas geográficas. Su función principal es servir mapas en formato Raster como son las imágenes satelitales, fotos aéreas o modelos de elevación.

Para la interacción con el servicio WCS, la especificación define 3 métodos:

- **GetCapabilities:** Devuelve los metadatos de los servicios existentes.
- **GetMap:** Es la operación principal, consisten en obtener una cobertura o parte de ella.
- **DescribeCoverage:** Descripción detallada de una o varias coberturas.

• *Servidor de Mapas*

Los servidores de cartografía digital, conocidos como IMS (Internet Map Service) proveen cartografía a través de internet en formato vectorial o raster. En la OGC se encuentra una especificación estándar para estos servidores. Los servidores de mapas permiten la interacción con la información espacial almacenada en bases de datos espaciales o en repositorios de datos accesibles vía web. El usuario accede a la información de manera que puede visualizarla, consultarla y, en función de las características de los servidores y de los servicios prestados, descargarla o realizar análisis espaciales.

Con estos servidores se pueden realizar aplicaciones SIG distribuidas, donde los usuarios se conectan a los servicios prestados por estos servidores de mapas a través de aplicaciones cliente ligeras desde un navegador o aplicaciones SIG de escritorio con módulos que permiten la conexión a servidores de mapas.

Al pertenecer a la especificación OGC, los servicios prestados por estos son de tipo WMS, WFS o WCS. Adicional los servidores de mapas poseen capacidad para publicar servicios, publicar catálogos de información geográfica y metadatos de los mismos. Entre los servidores de mapas más utilizados existen propuesta libres como MapServer, Geoserver y Geonetwork y propietarias como Deegree y Arcgis Server. En la tabla a

continuación se presenta la capacidad de cada servidor de ofrecer los diferentes servicios OGC existentes.

Tabla 12. Soporte de servicios OGC en los servidores de mapas

	WMS	WFS	WFS-T	WCS	CSW	WMC	FILTER	SLD	GML
MAPSERVER	X	X		X		X		X	X
GEOSERVER	X	X	X	X				X	X
DEEGREE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GEONETWORK				X					

Para el desarrollo de la propuesta actual se utilizó GeoServer, principalmente por ser una solución robusta, abierta, y con soporte para WMS y WFS, los principales servicios geográficos sobre los que se construyó el servicio.

Unos literales más arriba, se habían mencionado la importancia de los lenguajes basados en XML para la transmisión de datos geográficos, en el contexto de interoperabilidad. Más adelante, cuando se hable de Servicios Web bajo los nuevos estándares del mercado, basados en protocolos como SOAP, para la interoperabilidad entre objetos de muy distintas procedencias, se verá que en el fondo es establece un formato XML para la comunicación. Por ahora, es importante hablar de GML, un XML especial usado ampliamente para comunicar información geográfica a través de WMS y WFS.

GML: Geography Markup Language

El Lenguaje de Marcado Geográfico es el estándar de transmisión de datos geográficos definidos por la OGC. Es un lenguaje basado en XML para el modelado, transporte y almacenamiento de información geográfica. Su importancia está dada por la capacidad de ser un lenguaje común para la interacción de información geográfica entre los diferentes software que hacen uso de este tipo de dato.

GML no es un lenguaje para la visualización de datos geográficos, su potencial esta en ser un lenguaje para definir geometrías vectoriales 2D y 3D, almacenando propiedades topológicas, sistemas de coordenadas, sistemas de referencia y metadatos.

Ejemplo de código GML para almacenar puntos, polígonos y líneas:

```
<gml:Polygon>
  <gml:outerBoundaryls>
    <gml:LinearRing>
      <gml:coordinates>0,0 100,0 100,100 0,100 0,0
    </gml:coordinates>
    </gml:LinearRing>
  </gml:outerBoundaryls>
</gml:Polygon>
<gml:Point>
  <gml:coordinates>100,200</gml:coordinates>
</gml:Point>
<gml:LineString>
  <gml:coordinates>100,200 150,300</gml:coordinates>
</gml:LineString>
```

SERVICIOS WEB A LA LUZ DE NUEVOS ESTÁNDARES

Cuando se habla de la Web en término de servicios, en el nuevo contexto tecnológico actual que se desarrolla hoy en día, se hace referencia a un diseño basado en mensajes, frecuentemente encontrado en la Web y en aplicaciones empresariales. Se basa gracias a la W3C¹⁸, en tecnologías como HTTP, XML, SOAP, WSDL, SPARQL, y otros.

Se puede definir básicamente un Servicio Web como un sistema software diseñado para soportar la interacción interoperable máquina-máquina a través de una red. Presenta una interfaz descrita en un formato procesable (específicamente WSDL). Otros sistemas interactúan con el Servicio Web de una manera descrita por su descripción usando mensajes SOAP, típicamente transportados usando HTTP con una serialización XML en conjunto con otros estándares web relacionados. Un Servicio Web, es una noción abstracta que debe ser implementada por un agente concreto. El agente es la pieza concreta de software o hardware que envía y recibe mensajes, mientras el servicio es el recurso caracterizado por la abstracción de la funcionalidad que presta. Es decir, que es posible implementar un servicio web con la misma funcionalidad en diferentes lenguajes

¹⁸ W3C (The World Wide Web Consortium) es una comunidad internacional que desarrolla estándares, protocolos, recomendaciones y guías de trabajo, para asegurar el crecimiento óptimo a largo plazo de la Web.

de programación, y al hacerlo, se tendrían dos agentes distintos, pero el Servicio seguiría siendo el mismo.

De aquí que el propósito de Servicio Web sea la exposición de una funcionalidad en representación de una persona u organización, por ejemplo de un negocio. La entidad proveedora del servicio es la persona u organización que provee un agente apropiado que implementa un servicio particular. Por otro lado, la entidad solicitante es la persona u organización que desea hacer uso de un Servicio Web de una entidad proveedora. Éste usará un agente solicitante para intercambiar mensajes con el agente proveedor de la entidad proveedora. En la mayoría de los casos el agente solicitante es quien inicia el intercambio de mensajes, aunque esto no tiene que ser siempre así. Para que este intercambio de mensajes sea exitoso, la entidad solicitante y la entidad proveedora deben primero ponerse de acuerdo en cuanto a la semántica y al mecanismo del intercambio de mensajes.

Descripción de Servicio Web (WSD)

Los mecanismos de intercambio de mensajes están documentados en una descripción (WSD). WSD es una especificación de la interfaz del servicio web, en la práctica escrito en WSDL. Éste define el formato de los mensajes, los tipos de datos, los protocolos de transporte, y los formatos de serialización de transporte que deberían ser usados entre los agentes proveedor y solicitante. Adicionalmente especifica una ó más ubicaciones de red en las cuales un agente proveedor puede ser invocado, y puede también proveer información acerca del patrón de intercambio esperado. En esencia, la descripción de un Servicio Web representa el acuerdo que gobierna la mecánica de interacción con aquel servicio.

Semántica

La semántica de un Servicio Web es la esperanza compartida acerca del comportamiento del servicio, en particular en respuesta a los mensajes que le son enviados. Mientras que la descripción del Servicio Web representa el contrato que gobierna la mecánica de

interacción con un servicio particular, la semántica representa el contrato que gobierna el significado y propósito de tal interacción.

Tecnologías involucradas

La arquitectura de los Servicios Web involucra varias tecnologías interrelacionadas en capas. Existen muchas formas de visualizar estas tecnologías, tantas como formas de construir y usar servicios web. La figura 50 muestra una ilustración de algunas de éstas familias tecnológicas. En ella, se aborda una perspectiva de las herramientas que pueden ser usadas para diseñar, construir e implementar Servicios Web. Las tecnologías que se consideraran a continuación, en relación con la arquitectura de los Servicios Web, son XML, SOAP, WSDL. Sin embargo, existen otras tecnologías que intervienen, conforme a las especificaciones.

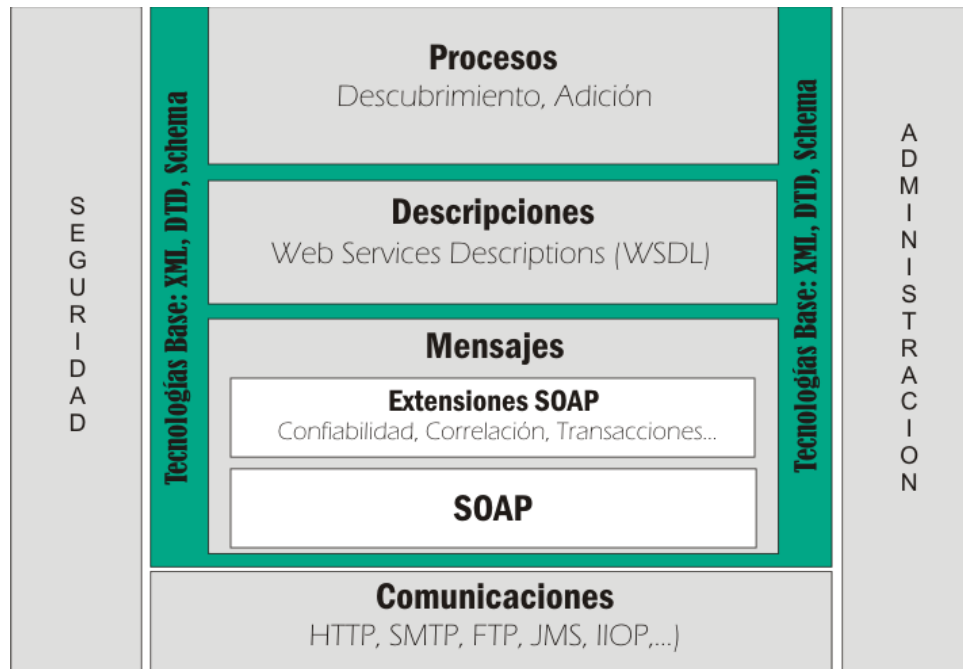
● XML

XML o Lenguaje de Mercado Extensible es un lenguaje para describir un documento con sus datos estructurados. Deriva del Lenguaje Estandarizado y Generalizado de Mercado SGML (Standard Generalized Markup Language), el cual es un lenguaje definido como estándar internacional según la ISO para el marcado de documentos. XML se denomina extensible al permitir al desarrollador crear sus propias etiquetas para de esta manera crear una estructura que represente directamente los datos [3]. XML ofrece un estándar, flexible e inherentemente extensible formato de datos. La importancia de éste, con respecto a la arquitectura, es la sintaxis por sí misma, a través de los conceptos de *XML schema* y *XML Namespaces*.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE JornadaMedicion SYSTEM "http://fenix.uis.edu.co/symot.dtd">
<JornadaMedicion>
  <Lugar>Barrio Provenza</Lugar>
  <FechaInicio>Barrio Provenza</FechaInicio>
  <Potencia unidad="Decibeles">-11</Potencia>
  <Maxima unidad="Decibeles">-8</Maxima>
```

<Minima unidad="Decibeles">-15</Minima>
</JornadaMedicion>

Figura 50. Arquitectura interna Servicios Web



Se puede decir que un XML es una representación lógica de los datos que se desean modelar, lo cual los hace independiente de la estructura de presentación visual de los mismos. Un documento XML debe ser válido y bien formado, la validez tiene que ver con la estructura lógica de los elementos de un documento mediante el cumplimiento del esquema donde se definen los tipos de dato de cada etiqueta definida en el XML. La buena formación de un documento XML se centra en la estructura física del documento y la correspondencia entre etiquetas.

● SOAP

El Protocolo Sencillo de Acceso a Objetos es el protocolo principal de los Servicios Web. Está definido para la comunicación entre aplicaciones por medio de mensajes basados en lenguaje XML. Estos mensajes se denominan mensajes SOAP y constituyen básicamente un documento XML que utiliza esquemas y espacios de nombres XML.

Admite distintos protocolos de transferencia como HTTP o SMTP, pero es el primero el que realmente está teniendo amplia repercusión, con la enorme ventaja que supone el utilizar un protocolo “abierto” en cualquier cortafuego que permita la simple navegación Web. Este aspecto elimina uno de los grandes problemas de todos los esfuerzos de comunicación entre procesos llevados a cabo hasta la fecha.

- *WSDL*

El Lenguaje de Descripción de Servicios Web es un protocolo basado en XML que describe los accesos a los Servicios Web, con el se pueden definir y describir el formato de los mensajes, las interfaces que provee el servicio y los tipos de datos necesarios para la utilización del mismo. Para definir los tipos de datos de los parámetros de entrada y salida utiliza esquemas XML.

- *UDDI*

El protocolo de Descripción, Descubrimiento e Integración Universal es el catalogo de negocios de Internet que permite a los proveedores publicar información sobre los servicios que ofrecen y a los clientes descubrir información sobre servicios ofertados.

Se trata de una serie de “guías de teléfonos” basada en Web, donde cada proveedor registra en tres partes sus servicios. En las páginas blancas se encuentran los nombres de las empresas y sus datos de contacto. Las páginas verdes contienen especificaciones técnicas sobre los proveedores de servicios clasificados por empresa. Las páginas amarillas contienen la clasificación de empresas ordenada según los servicios ofertados.

La plataforma sobre la que se asienta UDDI es otra vez XML, HTTP y SOAP.

El proceso que realiza un desarrollador es primero realizar una serie de consultas al catálogo UDDI para localizar los servicios Web de su interés, obteniendo como resultado la URL del servicio. Luego desde el entorno de desarrollo usado por el programador accede a la URL para consumir el Servicio Web, en esta acción se descarga el documento WSDL, que es todo lo que necesita para generar automáticamente la biblioteca de clases correspondiente y ponerla a disposición del programador.

Servicio Web como Geo-servicio

Teniendo en cuenta la fecha en que la OGC inició su labor de especificación, la tecnología en la cual basó la comunicación y el acceso a los distintos servicios fue la conexión HTTP mediante peticiones GET y POST. Esta tecnología no fue ideada para la comunicación entre procesos, por tanto no existen herramientas de desarrollo específicas para esta metodología de trabajo.

El desarrollo de aplicaciones clientes usando geoservicios OGC, exigen el conocimiento por parte del desarrollador de cada una de las especificaciones a utilizar como también de la descripción de capacidades ofrecida por el propio servicio como referencia de la interfaz de acceso al servicio. En la actualidad no se existen herramientas que automaticen esta tarea de creación de servicios OGC.

Debido a que el trabajo de la estandarización OGC se encontraba en una etapa muy avanzada, en el momento que los grandes actores de la informática mundial apostaban por una plataforma común para la comunicación entre procesos a través de Internet, no se acoplaron los desarrollos a este nuevo entorno de comunicación.

Los Servicios Web se transforman en la alternativa de aplicación genérica adoptada, la cual no está relacionada directamente con los SIG, de tal forma que el trabajo realizado por la especificación del OGC de cara a la interoperabilidad entre distintos sistemas GIS es muy válida e importante, pero hace replantear el método de comunicación de los mismos. La principal ventaja en el desarrollo de una aplicación basada en Servicios Web, es la no exigencia de conocimientos sobre ningún tipo de estándares, dado que las herramientas de desarrollo existentes encapsulan toda la tecnología para presentar el servicio al desarrollador como una clase más de su biblioteca, a la cual puede acceder a través de su interfaz de métodos públicos.

La enorme simplicidad en el desarrollo, nunca antes concebida en las soluciones de interoperabilidad existentes hasta la fecha y el enorme apoyo que la tecnología de Servicios Web está recibiendo por parte de los grandes actores de la informática garantizan ya una universalización de la misma.

En la presente tesis se intenta empaquetar los geoservicios OGC en clases que puedan ser accedidas mediante Servicios Web, automatizando en parte la creación de servicios de información geográfica. A pesar de ser una solución válida para mejorar el rendimiento al momento de crear servicios, se debe tener en cuenta que en el fondo se continúan realizando peticiones HTTP para obtener los resultados, de tal manera que se debe seguir trabajando en modificaciones de raíz sobre la especificación.

TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN

Existen diferentes técnicas, cada una con sus beneficios e inconvenientes que permiten realizar una localización individualizada de los terminales móviles ya sea a partir de los terminales o bien a partir de técnicas provistas por la red del operador.

Técnica de localización basada en la identidad de celda

Conocida como Cell-ID, en esta técnica la localización del móvil se realiza a partir de la información de identificación de la celda que le ofrece cobertura y de los parámetros asociados a la antena correspondiente. De este modo se obtiene una primera aproximación geográfica de la ubicación del móvil. La precisión de este método es de 200m en áreas urbanas, 2 en áreas suburbanas y varía entre 3 - 4 km en entornos rurales.

Esta técnica tiene la importante ventaja de estar ya disponible sin necesidad de realizar ninguna inversión en la red; sin embargo, cuenta con la desventaja de la baja precisión en la localización, fundamentalmente en las zonas rurales, donde puede no ser suficiente para ciertos servicios específicos.

Técnica de mejora de la localización basada en celda

Esta técnica se conoce como *enhanced Cell-Id* y supone una mejora de la anterior. Se basa en los informes de medidas que reporta el móvil a la red para estimar la distancia del móvil a la Radio Base. En esta técnica se hace uso de modelos de propagación para

estimar la ubicación del terminal en relación a la señal recibida. Es un modelo con mayor precisión que el Cell-Id pero involucra aleatoriedad en el proceso de estimación.

Técnicas de localización basada en GPS

Hoy día la técnica basada en usar el sistema de posicionamiento global es la más utilizada y de mejor precisión en el mercado, gracias a los avances en sensibilidad de los chips receptores y la disminución del tamaño de los mismos, que hacen posible su instalación en diversos dispositivos móviles.

Hace algunos años esta opción no era muy atractiva por los altos costes de los dispositivos que incorporaban GPS y por ser una solución que requiere línea de vista, lo cual la hace inservible para su uso en interiores. El surgimiento de la tecnología A-GPS (GPS asistido por la red) ha mejorado su rendimiento al proveer información de los satélites en condiciones de baja señal, como por ejemplo en zonas boscosas o lugares con edificios muy altos.

Técnicas basadas en los tiempos de llegada (TOA y TDOA).

Estas técnicas estiman la posición por los tiempos de llegada de la señal desde la red a los terminales, mediante modificaciones específicas de estos. Se pueden utilizar dos modelos de llegada, denominados:

- a) *Time of Arrival* (TOA). Este modelo se basa en los valores absolutos de los tiempos de llegada.
- b) *Time Difference of Arrival* (TDOA). Se basa en las diferencias existentes entre los tiempos de llegada desde una serie de estaciones base.

Técnicas basadas en el ángulo de llegada (AOA)

Los métodos basados en ángulos de llegada (*Angle of Arrival*, AOA) también se suelen denominar de dirección de llegada (*Direction of Arrival*, DOA).

Esta clase de técnicas utiliza antenas *multiarray* para estimar la dirección por la que llega la señal del terminal móvil. De este modo, la información que se obtiene localiza al móvil a lo largo de la recta que le une con la estación base. Por ello, son necesarias, como mínimo, dos estimaciones de dos estaciones en posiciones diferentes, para localizar al móvil, aunque se suelen usar más (si están disponibles) para mejorar la precisión de localización.

ANEXO E

JAVA EDICIÓN EMPRESARIAL Y LA VISIÓN DE LAS APLICACIONES EMPRESARIALES

Este apartado pretende introducir bases conceptuales con miras a esclarecer el paradigma de aplicaciones distribuidas de gran escala, trabajando sobre la plataforma de Java. No se va a definir que es Java, se da por entendido, pero como el desarrollo software a nivel del servicio está basado en Java EE 5, es importante dar un contexto a esta tecnología.

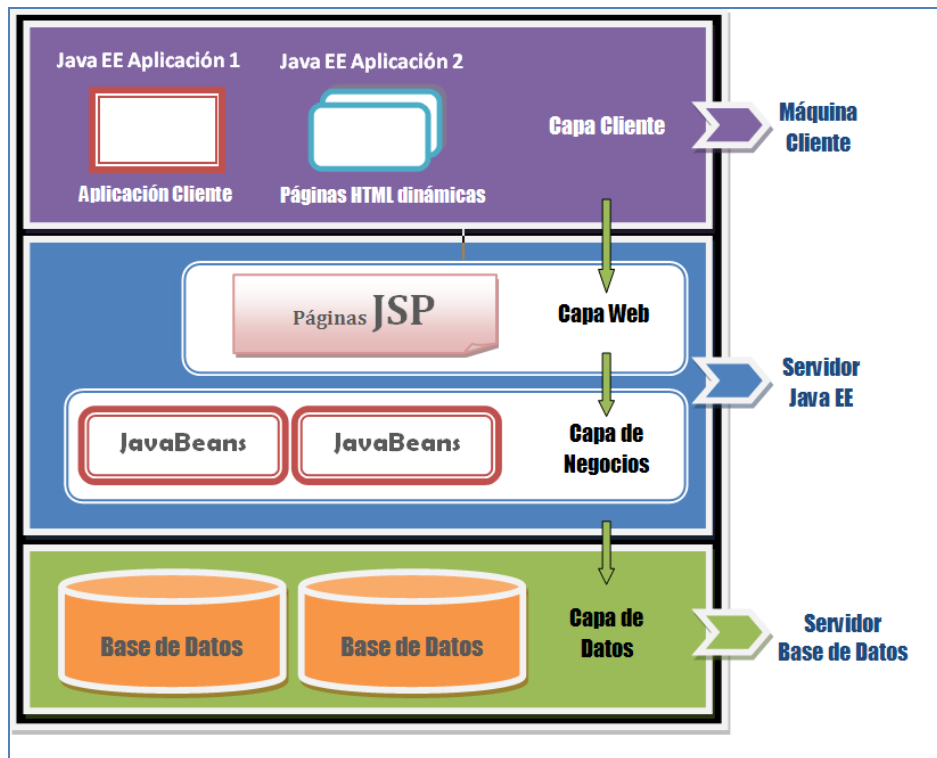
Existen muchas personas que, incluso teniendo bastante tiempo trabajando con Java, no diferencian entre las distintas plataformas. Java es, al mismo tiempo, un lenguaje de programación y una plataforma. Existen varias plataformas Java enfocadas para soluciones distintas, aunque muy relacionadas, cada una de las cuales provee un ambiente particular sobre el cual ejecutar aplicaciones desarrolladas por el lenguaje java. Todas las plataformas Java consisten de una máquina virtual (JVM) y de una Interfaz de Programación para Aplicaciones (API). Como tal, la máquina virtual es un programa para una arquitectura Hardware/Sistema Operativo específica. Un API es una colección de componentes software que un desarrollador puede utilizar para crear otros componentes software ó aplicaciones.

Cuando la mayoría de la gente piensa en Java, piensa en Java SE (Plataforma Java Estándar), cuya API provee el núcleo de funcionalidad del lenguaje java. Entonces, ésta define los tipos básicos de datos y los objetos para las clases de alto nivel, que permiten trabajar sobre la red, cubrir aspectos de seguridad, acceder a bases de datos, desarrollar interfaces gráficas, trabajar con XMLs, ficheros, etc. Por su parte, Java EE (Plataforma Java Edición Empresarial), está construida sobre la plataforma Java SE. Lo que la hace tan valiosa es un complejo API y un ambiente de ejecución para desarrollar y desplegar aplicaciones multicapas/distribuidas, para trabajo sobre la red, con altas cualidades de escalabilidad, confiabilidad y seguridad.

Como se acaba de decir, Java EE está diseñado para ayudar a los desarrolladores a crear aplicaciones seguras, multi-capas, escalables, confiables y seguras, para trabajo sobre la red. Un nombre corto para tales aplicaciones podría ser aplicaciones empresariales, así llamadas debido a que este tipo de soluciones son diseñadas

típicamente para resolver problemas encontrados por grandes organizaciones. Sin embargo, actualmente los beneficios de ese tipo de aplicaciones son necesarios a organizaciones pequeñas e incluso a desarrolladores individuales, gracias principalmente a la tendencia de convergencia de las redes.

Figura 51 Arquitectura de una Aplicación Empresarial



La plataforma Java EE usa un modelo distribuido multicapas para el desarrollo de las aplicaciones. Es decir, la lógica de la aplicación está dividida en varios componentes, acorde con la función, y estos diversos componentes que componen la aplicación están instalados en distintas máquinas, dependiendo de la capa a la cual pertenecen dentro del ambiente Java EE. En una aplicación multicapas, la funcionalidad de la aplicación está separada dentro de áreas funcionales aisladas, llamadas capas ó estratos. Típicamente, las aplicaciones multicapas tienen una capa cliente, una capa intermedia, y una capa de datos (a menudo llamada la capa de sistemas de información de la Empresa). La capa cliente consiste de un programa cliente que hace solicitudes a la capa intermedia. La capa intermedia tiene la función de manejar las solicitudes de los clientes y procesar los datos de la aplicación, almacenándolos en un almacén de datos permanentes en la capa de

datos. Generalmente la capa intermedia es una doble capa, compuesta de la capa Web y la capa de negocios, ambas alocadas en el Servidor Java EE. El Desarrollo de aplicaciones de Java EE se concentra en la capa intermedia para hacer de la administración de la aplicación empresarial algo más fácil, más robusto, y más seguro.

La figura 51 muestra dos aplicaciones Java EE divididas dentro de las capas descritas a continuación:

- Componentes en la Capa Cliente corriendo sobre la máquina cliente
- Componentes en la Capa Web corriendo sobre el Servidor de Java
- Componentes en la Capa de Negocios corriendo sobre el Servidor de Java
- Software de la Capa de Datos corriendo sobre el Servidor Particular de Empresa

Aunque una aplicación Java EE puede consistir de tres o cuatro capas, éstas aplicaciones como las mostradas en la figura anterior, son consideradas aplicaciones de tres capas, porque están distribuidas en tres locaciones distintas: máquinas clientes, la máquina del Servidor Java, y las máquinas en donde están instaladas las bases de datos al interior de los sistemas de información de la organización. Las aplicaciones de tres capas que corren en esta forma se extienden a modelos de dos capas del modelo cliente servidor en donde se colocan un servidor de aplicaciones entre la aplicación cliente y el sistema de almacenamiento final.

9.1.1 La Capa Cliente

La Capa Cliente consiste de una aplicación cliente que accede al Servidor Java EE y que está usualmente localizada sobre una máquina diferente del servidor. Los clientes hacen solicitudes al servidor. El servidor procesa las solicitudes y retorna una respuesta al Cliente. Muchos tipos diferentes de aplicaciones pueden ser clientes de Java EE, y ellos no son siempre, incluso, aplicaciones Java. Los Clientes pueden ser un navegador Web, una aplicación Stand-alone, otros servidores, y todos ellos corren sobre diferentes máquinas a la del Servidor de Java EE.

La Capa Web

La capa web consiste de componentes que manejan la interacción entre clientes y la capa de negocios. Sus tareas primarias son las siguientes:

- Generar dinámicamente contenidos en varios formatos para el cliente
- Recoger entradas de usuarios de la interfaz cliente y devolver los resultados apropiados desde los componentes en la capa de negocios.
- Controlar el flujo de pantallas ó páginas en el cliente.
- Mantener el estado de datos para la sesión de usuario.
- Interpretar alguna lógica básica y mantener algunos datos temporales en componentes JavaBeans.

Las siguientes tecnologías Java EE son usadas en la capa web en aplicaciones Java EE:

Tabla 13. Tecnologías usadas en la capa web

Tecnología	Propósito
Servlets	Clases del lenguaje de programación Java que dinámicamente procesan solicitudes y construyen respuestas, usualmente para páginas HTML.
JavaServer Pages (JSP)	Documentos basados en texto que son compilados en los Servlets y definen como el contenido dinámico puede ser añadido a páginas estáticas, como las páginas HTML.
JavaServer Faces Technology	Un framework de componentes de interfaz de usuario para aplicaciones web que te permite incluir componentes UI (como campos y botones) en una página, convertir y validar datos de componentes UI, guardar datos de estos componentes para almacenes de datos del lado del servidor, y mantener estados de componentes.
JavaServer Pages Standard Tag Library	Una librería de etiqueta que encapsula funcionalidades principales comunes a las páginas JSP.
JavaBeans	Objetos que actúan como almacenes de datos temporales para las páginas de una aplicación.

La Capa de Negocios

La capa de negocios consiste de componentes que proveen la lógica de negocios para una aplicación. La lógica de Negocio es el código que provee funcionalidad para un dominio de negocios particular, como la industria financiera, ó un sitio de comercio electrónico (e-commerce), etc. En una aplicación empresarial bien diseñada, el núcleo de funcionalidad existe en los componentes de la capa de negocios. Las siguientes tecnologías Java EE son usadas en la capa de negocios en aplicaciones Java EE:

- Componentes Enterprise JavaBeans (enterprise bean ó bean empresariales)
- Puntos de acceso a Servicios Web (basados en JAX-WS)
- Clases de Entidades Java Persistence API (JPA)

La Capa de Sistemas de Información Empresarial

La capa de sistemas de información empresarial consiste de servidores de bases de datos, sistemas de planeación de recursos empresariales, y otras fuentes de datos heredados, como mainframes. Estos recursos típicamente están localizados en una máquina separada del servidor Java EE, y son accedidos por componentes en la capa de negocios. Las siguientes tecnologías Java EE son usadas para acceder a la capa EIS en aplicaciones Java EE:

- API de conectividad a base de datos de Java (JDBC)
- API de persistencia de Java (JPA)
- “J2EE Connector”
- La API de Transacción de Java (JTA)

Servidores de Aplicaciones y Contenedores

Un servidor Java EE es una aplicación de servidor que implementa las APIs de la plataforma Java EE y provee los servicios estándar de Java EE. Los servidores Java EE son a veces llamados servidores de aplicaciones, debido a que ellos permiten servir datos de aplicación a los clientes, tanto como los servidores web sirven páginas web a los navegadores web. Los servidores Java EE presentan muchos tipos de componentes de

aplicación que corresponden a las capas en aplicaciones multicapa. El servidor Java EE provee servicios a estos componentes en el formulario de un contenedor.

Por otro lado, los Contenedores Java EE son la interfaz entre los componentes y la funcionalidad de bajo nivel provista por la plataforma Java EE para soportar aquel componente. La funcionalidad del contenedor está definida por la plataforma Java EE, y es diferente para cada tipo de componente. No obstante, el servidor Java EE permite a los diferentes tipos de componentes trabajar juntos para proveer funcionalidad en una aplicación empresarial.

- *El Contenedor Web*

El contenedor web es la interface entre componentes web y el servidor web. Un componente web puede ser un servlet, una página JSP, ó una página JavaServer Faces. El contenedor administra el ciclo de vida de los componentes, envía solicitudes a componentes de aplicación, y provee interfaces para datos de contexto, como información relativa de las solicitudes actuales.

- *El Contenedor Cliente de la Aplicación*

El contenedor cliente de la aplicación es la interface entre clientes de aplicación Java EE, los cuales son aplicaciones Java especiales que usan componentes del servidor Java EE. El contenedor cliente de la aplicación se ejecuta sobre la máquina cliente, y es la pasarela entre la aplicación cliente y los componentes del servidor Java EE que los clientes utilizan.

- *El Contenedor EJB*

El contenedor EJB es la interface entre beans empresariales, los cuales proveen la lógica de negocios en aplicaciones Java EE, y el servidor de Java EE. Los contenedores EJB se ejecutan sobre el servidor Java EE y administran la ejecución de beans empresariales de aplicaciones.

- *Beans Empresariales*

Los Beans son componentes Java que implementan la tecnología Enterprise JavaBeans (EJB). Los Beans corren en el contenedor EJB, un ambiente de ejecución dentro del Servidor de Aplicaciones. Aunque éste contenedor sea transparente al desarrollador de la aplicación, el contenedor EJB provee de servicios a nivel del sistema, como son las transacciones y la seguridad a sus beans. Estos servicios permiten construir y montar beans empresariales, los cuales forman el núcleo de las aplicaciones transaccionales de Java EE.

Escritos en Java, un bean es un componente del lado del servidor que encapsula la lógica del negocio de una aplicación. La lógica del negocio es el código que cubre los propósitos de la aplicación. Por ejemplo, en una aplicación que controle los inventarios, los beans pueden implementar la lógica del negocio a través de métodos llamados "revisarNivelInventario" y "PedirProductos". A través de la invocación de estos métodos, la parte cliente puede acceder a los servicios de inventario provistos por la aplicación.

Por muchas razones, los beans simplifican el desarrollo de aplicaciones grandes y/o distribuidas. Primero, gracias a que el contenedor EJB provee servicios a nivel del sistema a los beans, el desarrollador del bean puede concentrarse en resolver los problemas de la lógica del negocio. Segundo, gracias a que son los beans y no los clientes los que contienen la lógica principal, el desarrollador de la parte cliente puede enfocarse en desarrollar la presentación del cliente. El desarrollador de la parte cliente no tiene que codificar las rutinas que implementan las reglas del negocio o el acceso a las bases de datos. Como resultado, los clientes resultan ser livianos, con el beneficio particularmente valioso para los clientes que corren en pequeños dispositivos.

En tercer lugar, gracias a que los beans son componentes portables, el ensamblador de la aplicación puede construir nuevas aplicaciones desde los beans existentes.

Se debe considerar usar beans si las aplicaciones tienen alguno de los siguientes requerimientos:

- Las aplicaciones deben ser escalables. Para adaptarse a un número creciente de usuarios, se necesita distribuir unos componentes de aplicación a lo largo de varias máquinas. No solamente pueden correr los beans en distintas máquinas, también sus localizaciones permanecerán transparentes a los clientes.

- Las transacciones deben asegurar la integridad de los datos. Los beans soportan transacciones, los mecanismos que administran el acceso concurrente a objetos compartidos.
- La aplicación tendrá variedad de clientes. Con solo unas pocas líneas de código, los clientes remotos pueden fácilmente localizar los beans. Éstos clientes pueden ser livianos, numerosos, ó de diversa naturaleza.

La tecnología EJB es usada para exponer los métodos de negocios como Servicios Web. Los Servicios Web, como ya se vio antes, son componentes de aplicación distribuidos que están externamente disponibles. Un Servicio Web es posible usarlo para integrar aplicaciones que están escritas en diferentes lenguajes y corriendo en distintas plataformas. Los Servicios Web son independientes del lenguaje y de la plataforma debido a que los vendedores han acordado estándares comunes de servicios web.

Tanto EJB y aplicaciones Servicios Web son montados en un servidor de aplicaciones Java EE, como GlassFish ó JBoss.