



# ÍNDICE

## CONTENIDOS

### **INTRODUCCIÓN AL PROYECTO** **1**

<b>1. Introducción Genérica</b>	<b>2</b>
<b>2. Objeto del Proyecto</b>	<b>6</b>
<b>3. Resumen</b>	<b>7</b>
<b>4. Extensión y Limitaciones</b>	<b>8</b>

### **PARTE I: APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN COMUNICACIONES MÓVILES: COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-bis** **10**

### **I. EVALUACIÓN DE IMPACTOS** **12**

<b>GLOSARIO</b>	<b>14</b>
<b>1. OBJETO</b>	<b>15</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>3. GRUPO de RADIOFRECUENCIA</b>	<b>16</b>
<i>3.1 Impactos en Radiofrecuencia: implicaciones, riesgos y puntos críticos</i>	<b>16</b>
<i>3.2 Notas acerca del plan de pruebas</i>	<b>18</b>
3.2.1 Configuración de equipos	<b>18</b>
3.2.2 Configuración de software	<b>21</b>
3.2.3 Configuraciones de funcionamiento	<b>22</b>
3.2.4 Puesta en el aire y ejecución de cambios sobre la red	<b>25</b>

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial  
Antonio Fco. Ramírez García.

*Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



# ÍNDICE

3.2.5 Calendario de pruebas previas a la puesta en el aire	26
<b>4. GRUPO de ACCESO</b>	<b>27</b>
4.1 <i>Fuerza</i>	27
4.1.1 Características de la caja de rectificadores	27
4.1.2 Modificaciones en el cuadro de alterna	28
4.1.3 Baterías	29
4.1.4 Potencia consumida	30
4.1.5 Alarmas	30
4.1.6 Nueva prueba de implementación y alimentación	30
4.2 <i>Instalación de la BS 60</i>	32
4.3 <i>Instalación del sistema radiante</i>	32
4.4 <i>Equipos de transmisión</i>	32
4.5 <i>Impactos en Acceso</i>	35
4.5.1 Impacto del sistema de alimentación	35
4.5.2 Impactos del equipo de radio	36
4.5.3 Impactos del sistema radiante	37
<b>5. GRUPO de OPERACIONES y MANTENIMIENTO</b>	<b>38</b>
5.1 <i>Hitos previos a la realización de las pruebas</i>	38
5.1.1 Conexión de la BSC509 a la MSC53	38
5.1.2 Upgrade de SBS y OMC-B de Siemens a O/BR3.7/04	38
5.1.3 Definición de estadísticas de ruta	39
5.2 <i>Impactos en Operaciones y Mantenimiento</i>	39
5.2.1 Impactos temporales producidos por la prueba de compatibilidad	39
5.2.2 Impactos previstos en un despliegue en red	41

## **II. PLAN DE PRUEBAS**

<b>1. OBJETO</b>	<b>49</b>
<b>2. FECHA y LUGAR de las PRUEBAS</b>	<b>49</b>
<b>3. MATERIAL NECESARIO</b>	<b>50</b>
<b>4. ESCENARIO DE LAS PRUEBAS</b>	<b>51</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS</b>	<b>53</b>
5.1 <i>Pruebas de Radiofrecuencia</i>	54
5.1.1 –RF001: Pruebas básicas de establecimiento de llamada	54
5.1.2 –RF002: Comprobación de los trasposos de llamadas (handovers)	54
5.1.3 –RF003: Prueba de asignación a celda peor en caso de congestión	54
5.1.4 –RF004: Estructuras Jerárquicas	54
5.1.5 –RF005: Contadores Estadísticos	55
5.1.6 –RF006: Pruebas de cargas de parámetros en ambos sistemas	55
Configuraciones de funcionamiento	55
5.2 <i>Pruebas de Acceso/Red Fija</i>	59
5.2.3. Pruebas de alimentación de los equipos	59
5.2.3.1. – FNa1001: Prueba del rectificador en vacío	59
5.2.3.2. – FNa1002: Prueba de las baterías	60
5.2.3.3. – FNa1003: Prueba de carga en corte prolongado	60
5.2.3.4. – FNa1004: Prueba de alarmas del rectificador-baterías	61

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial  
Antonio Fco. Ramírez García.

**Título:** Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis  
y Estudio Prospectivo del sector.



# ÍNDICE

5.2.3.5.	<i>-FNa1005: Impacto térmico dentro de la caseta</i>	61
5.2.4.	<i>Pruebas de transmisión</i>	61
5.2.4.1.	<i>-FNtr001: Prueba de conexión de una BS_60 a un mininodo</i>	61
5.2.4.2.	<i>-FNtr002: Prueba de reinicialización de la BS_60 tras un corte de enlace</i>	62
5.3	<i>Pruebas de O&amp;M</i>	62
5.3.1.	<i>Pruebas de transmisión</i>	63
5.3.1.1.	<i>-Omtr001: Carga remota de una BS_60 conectada en cascada a una RBS200 desde la BSC</i>	63
5.3.1.2.	<i>-OMtr002: Bloqueo del TRI de RBS200 que controla a la BS60 que cuelga de ella</i>	63
5.3.1.3.	<i>-OMtr003: Alarmas de BER3 y BER6 de la LI de una BS60 conectada en cadena con una RBS200</i>	63
5.3.2	<i>Pruebas de cambios de la base de datos</i>	63
5.3.2.1.	<i>-OMbd001: Integración de una nueva estación Ericsson</i>	64
5.3.2.2.	<i>-Ombd002: Integración de una nueva estación Siemens</i>	64
5.3.2.3.	<i>-Ombd003: Cambio de parámetros masivos en la red Ericsson con marcha atrás</i>	64
5.3.2.4.	<i>Ombd004: Cambio de parámetros masivos en la red Semenscon marcha atrás</i>	65
5.3.3.	<i>Pruebas con RF</i>	65
5.3.3.1.	<i>-Omr001: pruebas de traspasos (handover) en una estructura de celdas jerarquizada</i>	65
5.3.3.2.	<i>-Omr002: Pruebas de señalización</i>	66
5.4.	<i>Pruebas comunes Red Fija/O&amp;M</i>	67
5.4.1.	<i>Pruebas de transmisión</i>	67
5.4.1.2.	<i>-OMFNtr001: Comprobación de la conexión de una BS_60 a través del TRI de una BS200</i>	67
5.4.2	<i>Pruebas de gestión de alarmas</i>	67
5.4.2.1.	<i>-FNOMar001 : Pruebas de transmisión de alarmas externas</i>	67
5.4.2.2.	<i>-OMFNar002: Activación de alarmas de tarjetas de BTSE</i>	67
6.	<b>PARTICIPANTES y TELÉFONOS DE CONTACTO</b>	68
7.	<b>DOCUMENTACIÓN DE REERENCIA</b>	68
	<b>PRUEBAS EN MAQUETA</b>	69

## III. INFORME DE CONCLUSIONES

74

<b>OBJETO. ANTECEDENTES</b>	77
<b>1. RESULTADO DE LAS PRUEBAS</b>	77
<b>1.1. Pruebas de Radiofrecuencia</b>	77
<i>Pruebas en Maqueta</i>	77
1.1.1. <i>Configuración de las celdas</i>	78
1.1.2. <i>Descripción y resultado de las pruebas</i>	79
1.1.2.1. <i>Traspaso normal por nivel de una celda Ericsson a una Siemens</i>	79
1.1.2.2. <i>Traspaso normal por nivel de una celda Siemens a una Ericsson</i>	80

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial  
Antonio Fco. Ramírez García.

*Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



# ÍNDICE

1.1.2.3. Asignación a celda peor entre celdas Ericsson	80
1.1.2.4. Asignación a celda peor entre celdas Siemens	81
1.1.2.5. Asignación a celda peor entre una celda Ericsson y una Siemens	81
1.1.2.6. Asignación a celda peor entre una celda Siemens y una Ericsson	82
1.1.2.7. Traspaso de llamadas entre distintas jerarquías Siemens	82
1.1.2.8. Traspaso de llamadas entre distintas jerarquías Ericsson	85
1.1.2.9. Traspaso de llamadas entre celdas Ericsson de nivel 2 y celdas Siemens de prioridad 1	85
1.1.2.10. Traspaso de llamadas entre celdas Ericsson de nivel 2 y celdas Siemens de nivel 3	86
1.1.2.11. Asignación a celda peor entre celdas Siemens y Ericsson con diferente prioridad	87
<b>Pruebas en RED</b>	<b>87</b>
1.1.3. Características Hardware	89
1.1.3.1. Estaciones Ericsson	89
1.1.3.2. Estaciones Siemens	92
1.1.4. Características Software	93
1.1.4.1. Prueba 1	95
1.1.4.2. Cambios sobre la prueba 1	95
1.1.4.3. Prueba 2	96
1.1.4.4. Cambios sobre la prueba 2	97
1.1.4.5. Prueba 3	97
1.1.5. Resultados Estadísticos	98
1.1.5.1. Número de conexiones y de llamadas	99
1.1.5.2. Congestión en canal de tráfico	100
1.1.5.3. Congestión en asignación	101
1.1.5.4. Minutos de tráfico cursado	102
1.1.5.5. Número de handovers	102
1.1.5.6. Congestión en señalización	104
1.1.5.7. Llamadas cortadas	105
<b>1.2. Pruebas de Red Fija/Acceso</b>	<b>106</b>
1.2.1. Solución Adoptada	106
1.2.1.1. Infraestructura	106
1.2.1.2. Sistema Radiante	107
1.2.1.3. Equipamiento	108
1.2.1.4. Alimentación	109
1.2.1.5. Transmisión	109
1.2.2. Descripción y resultados de las pruebas	111
1.2.2.1. FNa1001: Prueba de rectificador en vacío	111
1.2.2.2. FNa1002: Prueba de las Baterías	111
1.2.2.3. FNa1003: Prueba de carga en corte prolongado	112
1.2.2.4. FNa1004: Prueba de alarmas del rectificador-baterías	112
1.2.2.5. FNa1005: Impacto térmico de la caseta	113
1.2.2.6. FNtr001: Prueba de conexión de una BS_60 a un mininodo y a una ETB	113
1.2.2.7. FNtr002: Prueba de reinicialización de la BS_60 con corte de la transmisión	113
1.2.2.8. FNtr003: Prueba de conexión de una BS_60 a la DXU de una RBS_2000	113
<b>1.3. Pruebas de O&amp;M</b>	<b>114</b>
1.3.1. Descripción y resultados de las pruebas	114
1.3.1.1. OMtr001: Carga remota de una BS_60 conectada en cascada a una RBS200 desde BSC	114
1.3.1.2. OMtr002: Bloqueo del TRI de RBS 200 que controla a	



# ÍNDICE

<i>la BS_60 que cuelga de ella</i>	114
<i>1.3.1.3. OMtr003: Alarmas de BER3 y BER6 de la BS_60, con y sin CRC</i>	115
<i>1.3.1.4. Omtr004: Conexión en cadena RBS2000—BS_60</i>	116
<i>1.3.1.5. OMbd001: Integración de una nueva estación Ericsson</i>	117
<i>1.3.1.6. OMbd002: Integración de una nueva estación Siemens</i>	118
<i>1.3.1.7. Ombd003: Cambio masivo de parámetros de la red Ericsson con marcha atrás</i>	118
<i>1.3.1.8. Ombd004: Cambio masivo de parámetros en la red Siemens con marcha atrás</i>	119
<i>1.3.1.9. Omrf001: Pruebas de trasposos (handover) en una estructura de celdas jerarquizada</i>	120
<i>1.3.1.10. Omrf002: Pruebas de señalización</i>	120
<i>1.3.1.11. OMFNtr001: Comprobación de la conexión de una BS_60 a través del TRI de una RBS200</i>	120
<i>1.3.1.12. FNOMar002: Prueba de transmisión de alarmas externas</i>	121
<i>1.3.1.13. OMFNtr003: Activación de alarmas de tarjetas de BTSE</i>	121
<b>1.4. La calidad de Red: Análisis de la señalización SS7</b>	122
<b>1.4.1. Tráfico de señalización</b>	122
<b>1.4.2. Comportamiento de la red de señalización</b>	124
<b>2. CONCLUSIONES A PARTIR DE LAS PRUEBAS</b>	133
<b>2.1. Radiofrecuencia</b>	133
2.1.1. Cargas de parámetros en red	134
2.1.2. Funcionalidades	135
2.1.3. Estadísticas de Red	137
<b>2.2. Red Fija/ Acceso</b>	138
2.2.1. Infraestructura	138
2.2.2. Alimentación	139
2.2.3. Topología	139
<b>2.3. Operaciones y Mantenimiento</b>	142
2.3.1. Pruebas de transmisión	142
2.3.2. Pruebas de cambios de la Base de Datos	143
2.3.3. Pruebas con RF-señalización	144
2.3.4. Pruebas comunes Red Fija/O&M	145
2.3.5. Conclusiones Generales. Ventajas e Inconvenientes	145
<b>ANEXO I. REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>	148



# ÍNDICE

---

---

<b>Parte II: ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR</b>	<b>155</b>
---	------------

---

<b>I. TECNOLOGÍA</b>	<b>155</b>
----------------------	------------

---

<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>158</b>
<b>1.2. TECNOLOGÍAS DIGITALES DE COMUNICACIONES MÓVILES</b>	<b>161</b>
<b>1.3. ESTÁNDARES DIGITALES DE TELEFONÍA CELULAR</b>	<b>163</b>
1.3.1. <i>GSM: El estándar digital europeo TDMA</i>	<i>163</i>
1.3.2. <i>D-AMPS: El estándar digital Norteamericano TDMA</i>	<i>165.</i>
1.3.3. <i>PDC: El estándar digital Japonés TDMA</i>	<i>166</i>
1.3.4. <i>La alternativa tecnológica CDMA: ¿El futuro de la industria?</i>	<i>167</i>
<b>1.4. LA CONVERGENCIA EN SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES</b>	<b>168</b>
1.4.1. <i>Telefonía inalámbrica de segunda generación: DECT,PACS y PHS</i>	<i>169</i>
1.4.3. <i>Sistemas de Radio Móvil: TETRA frente a GSM</i>	<i>170</i>
1.4.4. <i>Tendencias en comunicaciones móviles vía satélite</i>	<i>171</i>
1.4.5. <i>Convergencia en la tercera generación: UMTS e IMT-2000</i>	<i>173</i>
<b>1.5 ASPECTOS DE INTERÉS EN TELEFONÍA MÓVIL: PERSPECTIVA DESDE LA SEGUNDA GENERACIÓN</b>	<b>175</b>
1.5.1 <i>La tarjeta de identificación (SIM)</i>	<i>175</i>
1.5.2 <i>Itinerancia (Roaming)</i>	<i>176</i>
1.5.3 <i>Gestión del fraude</i>	<i>177</i>
1.5.4 <i>Servicios de valor añadido</i>	<i>178</i>
1.5.5 <i>Evolución de los terminales</i>	<i>180</i>
<b>ANEXO 2. GLOSARIO</b>	<b>182</b>



<b>II. SITUACIÓN DEL MERCADO DE LA TELEFONÍA MÓVIL</b>	<b>187</b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>187</b>
<b>2.2. ASPECTOS GENERALES DE LOS MERCADOS DE COMUNICACIONES MÓVILES</b>	<b>189</b>
<b>2.3. ASPECTOS CLAVE DEL ANÁLISIS DE MERCADO</b>	<b>191</b>
2.3.1. <i>Número de abonados</i>	192
2.3.2. <i>Innovación tecnológica</i>	196
2.3.3. <i>Tráfico</i>	198
2.3.3.1. <i>Alto crecimiento tráfico móvil</i>	198
2.3.3.2. <i>Descenso creciente del tráfico medio por cliente</i>	199
2.3.3.3. <i>Desequilibrio en el crecimiento del tráfico por tipo de llamada</i>	201
2.3.4. <i>Precios</i>	202
2.3.4.1. <i>Reducción del precio medio por minuto</i>	202
2.3.4.2. <i>Análisis comparativo precios con países de Europa</i>	203
2.3.4.3. <i>Gasto medio por usuario en Telefonía Móvil</i>	204
2.3.4.4. <i>Inexistencia de diferencias apreciables en precios entre las ofertas de los operadores</i>	206
2.3.4.5. <i>Complejidad tarifaria</i>	207
2.3.5. <i>Costes</i>	208
2.3.5.1. <i>Estructura de costes</i>	208
2.3.5.2. <i>Análisis de los costes: Costes diferentes dependiendo del momento de entrada en el mercado</i>	210
2.3.6. <i>Desequilibrio entre operadores fijos móviles</i>	211
2.3.6.1. <i>Oferta integrada fijo-móvil</i>	211
2.3.6.2. <i>Desequilibrio en las llamadas fijo-móvil</i>	212
2.3.6.3. <i>Desequilibrios entre mercados</i>	213
2.3.7. <i>Rentabilidad</i>	215
2.3.7.1. <i>Rentabilidad de los operadores</i>	215
2.3.7.2. <i>Mantenimiento niveles de EBITDA (resultados operativos antes de amortizaciones, financieros e impuestos)</i>	215
2.3.8. <i>Número de operadores</i>	216
2.3.8.1. <i>Número de operadores presentes en cada país</i>	216
2.3.8.2. <i>Potencial de atracción de inversores</i>	217
2.3.8.3. <i>Concentración del mercado</i>	219
2.3.9. <i>Limitaciones del mercado móvil</i>	220
2.3.10. <i>Oferta de servicios</i>	221
2.3.11. <i>Integración versus desintegración</i>	223
2.3.12. <i>Internet Móvil</i>	224
2.3.12.1. <i>El m-commerce</i>	224
2.3.12.2. <i>El WAP: Necesidad de recuperar el tiempo perdido</i>	226
2.3.13. <i>Mercados complementarios (GPRS) y mercados sustitutorios (UMTS)</i>	227



# ÍNDICE

---

<b>III. RESUMEN SOBRE LA SITUACIÓN DEL MERCADO DE LA TELEFONÍA MÓVIL</b>	<b>229</b>
<hr/>	
3.1. El mercado europeo se caracteriza por	229
3.2. El mercado español en el entorno europeo se caracteriza por	229
3.3. El mercado español en comparación consigo mismo se caracteriza por	230
3.4. Los operadores del mercado español móvil se caracterizan por	231
3.5. El mercado español de comunicaciones móviles en el marco del mercado nacional de telefonía al público se caracteriza por	231
<b>IV. RECAPITULACIÓN SOBRE LAS FASES DE EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE MÓVILES</b>	<b>235</b>
<hr/>	
<b>V. PLANTEAMIENTO GENERAL DE UNA SOLUCIÓN BASADA EN LA COMPETENCIA</b>	<b>240</b>
<hr/>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>247</b>