

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**“TÉCNICAS APLICADAS A UN PROCESO  
PARA ANALIZAR Y REPARAR FALLAS EN  
EQUIPOS TERMINALES CON TECNOLOGÍA  
IDEN”**



**TESIS**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**GUTARRA ACURIO FERNANDO CESAR**

Lima - Perú  
2011

## **Dedicatoria**

Dedico esta Tesis a mis padres Justina y César, mis hermanas, por su comprensión y ayuda en todo momento. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos mis queridos profesores catedráticos quienes me inculcaron los conocimientos básicos y especializados dentro de la Ingeniería Electrónica .Gracias a ellos y a mi Universidad Ricardo Palma puedo demostrar mis conocimientos profesionales satisfactoriamente en los trabajos y proyectos que me ha tocado desarrollar tanto en el extranjero como en el interior de mi país.

# PRÓLOGO

El Área de las telecomunicaciones se encuentra en constante cambio y es el de más rápida evolución y crecimiento que afecta a nuestras actividades cotidianas.

Muchas veces utilizamos los celulares y servicios de un operador de telefonía móvil sin saber mucho de su tecnología, de su capacidad de transmisión y recepción del celular, ni el proceso ni técnicas que se emplean para mejorar la calidad de transmisión y recepción del celular adquirido por los clientes.

En esta tesis hablaremos sobre el proceso y la manera en que deben de ser analizados las tarjetas electrónicas de los celulares de tecnología iDEN para que tengan un mayor performance en la parte digital y radiofrecuencia ya que en nuestro mercado nacional se reportan una gran variedad de quejas por parte de los usuarios siendo la de mayor porcentaje las de recepción de señal del celular.

A lo largo de la Tesis encontraremos los instrumentos y herramientas de trabajo necesarios en cada etapa del proceso.

Al término de la lectura de la tesis sabremos como se procesan las tarjetas electrónicas con tecnología iDEN en el Perú para que tengan un mayor performance y que sea de mejor aceptación en nuestro local.

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>CAPÍTULO I : ASPECTOS GENERALES</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Introducción</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Antecedentes de la Investigación</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Situación Actual de los Centros de Servicios en el Perú</b>	<b>12</b>
<b>1.4 Problemática en Radiofrecuencia de Radios Celulares iDEN</b>	<b>13</b>
<b>1.5 Aporte para Solución al Problema</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II : TECNOLOGÍA iDEN</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Definición</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Definición Canal TDMA</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Diagrama de Bloques Sistema iDEN</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Arquitectura de Red Interconexión Telefónica</b>	<b>23</b>
<b>2.5 Arquitectura de Red Dispatch</b>	<b>24</b>
<b>2.6 Terminales iDEN</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO III : NUEVO PROCESO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PESONAL CAPACITADO EN CADA ETAPA DEL PROCESO A IMPLEMENTAR</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Nuevo Proceso a Implementar</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Dimensionamiento del Personal para cada Etapa del Proceso</b>	<b>29</b>
3.2.1 Primera Etapa	30
3.2.2 Segunda Etapa	31
3.2.3 Tercera Etapa	32
3.2.4 Cuarta Etapa	33
3.2.5 Quinta Etapa	33
3.2.6 Sexta Etapa	34
3.2.7 Séptima Etapa	35

<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>: TÉCNICAS DE ANÁLISIS- REPARACIÓN CQA Y DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL PROCESO</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Sistema de Almacenamiento iDEN</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>Pre-Screening Process</b>	<b>38</b>
4.2.1	Área Implicada	39
4.2.2	Documentos Aplicables	39
4.2.3	Equipos y Accesorios	39
4.2.4	Materiales y Suministros	39
4.2.5	Instrucciones	40
4.2.6	Proceso de Validación de Garantía	41
<b>4.3</b>	<b>Analysis Station</b>	<b>43</b>
4.3.1	Área Implicada	43
4.3.2	Documentos Aplicables	43
4.3.3	Etapas básicas que conforman un terminal iDEN	43
4.3.3.1	Parte Digital	44
4.3.3.2	Etapas de Audio	44
4.3.3.3	Etapas de Transmisión	45
4.3.3.4	Etapas de Recepción	46
4.3.4	Técnicas de Análisis de fallas usando equipos electrónicos	48
4.3.5	Materiales y Suministros	52
4.3.6	Instrucciones	52
4.3.7	Técnicas Aplicadas Análisis parte digital	53
4.3.8	Técnicas Aplicadas Análisis parte TX/RX	54
<b>4.4</b>	<b>Técnica Horneado de Tarjetas</b>	<b>56</b>
4.4.1	Área Implicada	56
4.4.2	Equipos y Accesorios	56
4.4.3	Materiales y Suministros	56
4.4.4	Instrucciones	56

<b>4.5</b>	<b>Repair Station</b>	<b>57</b>
4.5.1	Área Implicada	57
4.5.2	Documentos Aplicables	57
4.5.3	Técnicas de Reparación usando equipos electrónicos	57
4.5.4	Accesorios y Materiales	62
4.5.5	Instrucciones	63
<b>4.6</b>	<b>Board Test</b>	<b>64</b>
4.6.1	Función	64
4.6.2	Instrument Rack	64
4.6.3	Mail Box ( Cavidades )	68
4.6.4	Descripción de Fallas Board Test	71
4.6.4.1	SIM_TEST (DIGITAL)	71
4.6.4.2	SW_B_PLUS (DIGITAL)	71
4.6.4.3	DEEP_SLEEP (DIGITAL)	71
4.6.4.4	SOFT_TURN_OFF (DIGITAL)	71
4.6.4.5	AVG_STBY_CUR ( CARGA )	71
4.6.4.6	CAL_FACTOR ( CARGA )	71
4.6.4.7	BATT_AD_TEST_VL ( CARGA )	71
4.6.4.8	BATT_AD_TEST_VH ( CARGA )	72
4.6.4.9	EXT_MIC ( AUDIO )	72
4.6.4.10	INT_MIC ( AUDIO )	72
4.6.5	Resultados Board Test	72
4.6.6	Procedimiento Board Test	73
<b>4.7</b>	<b>SIP / POP Process</b>	<b>76</b>
4.7.1	Función	76
4.7.2	Equipos y Accesorios	76
4.7.3	Procedimiento SIP/POP TEST	77
<b>4.8</b>	<b>Aircheck Process</b>	<b>78</b>
4.8.1	Función	78
4.8.2	Procedimiento AirCheck	80

<b>4.9</b>	<b>CQA Process ( Customer Quality Audit )</b>	<b>81</b>
4.9.1	Función	81
4.9.2	Equipos y Accesorios	81
4.9.3	Pruebas con R2660 ( Communications Analyzer )	81
4.9.3.1	Técnica Prueba BER Test	81
4.9.3.2	Técnica Prueba Llamada Telefónica	83
4.9.3.3	Técnica Prueba de Conexión Directa	87
4.9.4	Prueba Drop Test	90
 <b>CAPÍTULO V : PROCESO DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS BOARDTEST Y AIRCHECK</b>		<b>92</b>
<b>5.1</b>	<b>Calibración del Equipo BoardTest</b>	<b>93</b>
<b>5.2</b>	<b>Calibración del Equipo Aircheck</b>	<b>97</b>
 <b>CAPÍTULO VI : EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>		<b>100</b>
<b>6.1</b>	<b>Inversión</b>	<b>101</b>
6.1.1	El campo del Análisis	101
6.1.2	Etapas en el ciclo de los proyectos	101
6.1.3	El Análisis Costo – Beneficio (ACB)	104
6.1.4	Inversión de Proyecto	106
<b>6.2</b>	<b>Ingresos</b>	<b>109</b>
6.2.1	Costos de Exportación	109
6.2.2	Costos de Reparaciones	109
<b>6.3</b>	<b>Rentabilidad</b>	<b>110</b>
<b>6.4</b>	<b>Flujo de Caja</b>	<b>111</b>

<b>CAPÍTULO VII :</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>
<b>CAPÍTULO VIII:</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>114</b>
<b>CAPÍTULO IX :</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>116</b>
<b>9.1</b>	<b>Ejemplo de Análisis parte TX ( RF PA Test )</b>	<b>117</b>
<b>9.2</b>	<b>Procedimiento ESD ( Electro Static Discharge)</b>	<b>119</b>

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Tesis es realizar un proceso con nuevas técnicas en el análisis de fallas en los Laboratorios de Motorola con equipos especializados en tecnología iDEN con la finalidad de mejorar la calidad de reparación en los terminales radio celulares que proporciona Motorola del Perú al operador Nextel del Perú.

El problema durante años los Centros de Servicios (hablando de fallas de radiofrecuencia en Radios Celulares iDEN) analizan y reparan, pero dichos equipos reparados no pasan por un debido control de calidad y no se realizan el debido testeado de parámetros que me indiquen que el equipo está bien calibrado y que me garantice una buena transmisión y recepción del Terminal.

Debido a que los Centros de Servicios no cuentan con un adecuado proceso, ni con nuevas técnicas autorizados por las marcas, es que la queja por parte del usuario final (público en general) en mayor porcentaje (70%) son fallas de transmisión o recepción, una cifra muy alta a comparación de otros Centros de Servicios en distintos países que cuentan con un debido proceso, implementado con equipos que me garanticen un correcto funcionamiento de los terminales.

Por lo tanto al ver la problemática se ha realizado por primera vez en el Perú un proceso con nuevas técnicas para analizar, reparar fallas de todo nivel y un correcto Control de Calidad, que me garanticen un buen funcionamiento del terminal en todas sus etapas, preferentemente que me garanticen una buena transmisión /recepción y de esa manera minimizar los terminales fallados ( fallas en transmisión y recepción) devueltos por Nextel .

## 1.2 ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

El problema de Radiofrecuencia en Radios Celulares de cualquier fabricante en el mundo ha sido de mucha importancia, porque los fabricantes quieren dar cada vez una mejor calidad de transmisión y recepción en sus equipos y tener una mayor aceptación de lo clientes. Es por eso que Motorola a nivel mundial vio la necesidad de instalar laboratorios llamados LAB DEPOT para analizar a mejores estándares de calidad sus Tarjetas Celulares Electrónicas.

2003, Se creó el Primer Piloto LAB DEPOT MOTOROLA ubicado en la ciudad de Plantation , Florida USA , actualmente este DEPOT es el que lidera todos los DEPOT del mundo y analiza en coordinación con los demás DEPOT cada falla nueva encontrada en la tarjetas electrónicas , paralelamente da soluciones a preguntas y realiza conferencias online para actualizaciones en los DEPOT del mundo.

2005, En Singapur se instaló el 2do. DEPOT , este DEPOT se encarga de las zonas de ASIA .

2006, En la ciudad de Juárez , MÉXICO se instala 3er. DEPOT . Este DEPOT se encarga de la Zonas de Centro América y parte de Sudamérica.

2007, En Brasil paralelamente al DEPOT de MÉXICO se instala el 4to. DEPOT.

2009, En la ciudad de LIMA , PERÚ se instala el 5to. DEPOT de MOTOROLA diseñado y elaborado en las instalaciones de la Compañía ArtelSubscriber.

### **1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CENTROS DE SERVICIOS EN EL PERÚ**

Los Centros de Servicio de Reparación Autorizados y Representantes de las distintas marcas de Telefonía Celular en el Perú son pocos , por ejemplo están las compañías Artelsubscriber , Anovo del Perú y Zillicom que realizan distintos tipos de reparación sean de Nivel I , II , III en equipos con tecnología GSM . En tecnología iDEN hasta el año 2008 en el Perú se realizaban reparaciones sólo de Nivel I – II , las reparaciones de Nivel III (cambio de componentes BGA - Ball Grid Array) eran exportadas hasta el año 2009 a un LAB DEPOT ubicada en MEXICO. Dichas compañías se encargan de cubrir la garantía del teléfono celular y a la vez realizar reparaciones que solicitan los clientes ( Movistar , Claro , Nextel ) .

Durante años, los Centros de Servicios (hablando de fallas de radiofrecuencia en Radios Celulares iDEN) analizan y reparan , pero dichos equipos reparados no pasan por un debido control de calidad y no se realizan el debido testeado de parámetros que me indiquen que el equipo esta bien calibrado y que garanticen una buena transmisión y recepción del Terminal.

Debido a que los Centros de Servicios no cuentan con un adecuado proceso autorizado por las marcas , es que la queja por parte del usuario final (público en general) sea referente a fallas de transmisión o recepción , que en nuestro mercado llega a 70% , una cifra muy alta a comparación de otros Centros de Servicios en distintos países que cuentan con un debido proceso , implementado con equipos que garanticen un correcto funcionamiento de los terminales.

Actualmente Motorola del Perú instala laboratorios debidamente equipados llamados LAB DEPOT en el Centro de Servicios de la Compañía Artelsubscriber , dicha compañía es la única que representa a Motorola a

nivel Nacional en Analizar y Reparar Radios Celulares iDEN de Niveles I-II-III y dejando así la exportación hacia México.

Como objetivo a largo plazo, por parte de Motorola es brindar el servicio de Análisis y Reparación al Mercado Chileno .

## **1.4 PROBLEMÁTICA EN RADIOFRECUENCIA DE RADIOS CELULARES iDEN**

Debido a que los Centros de Servicios no contaban con la correcta implementación y un debido proceso para analizar y reparar fallas de transmisión es que en los últimos 4 años el problema de radiofrecuencia en los terminales ha ido creciendo considerablemente. Es decir cada año analizado refleja una gran entrega de equipos por parte de los clientes con fallas de transmisión, recepción y como consecuencia se exporta a México más de 50% por estas fallas. Para Motorola exportar esas cantidades representa un costo muy alto y a la vez nuestro cliente directo (Nextel del Perú) no se ve abastecido con variedad de equipos.

A continuación un resumen de las fallas mencionadas por los clientes en los últimos 4 años ( 2006-2009 ) y un análisis de las cantidades exportadas sólo de fallas de RF a la ciudad de México .

### **Leyenda :**

#### **Fallas RF :**

- No service
- Drops Calls
- RX Defect
- TX Defect

## Equipos Exportados Año 2006 según Tabla 1 y Diagrama 1

	ene-06	feb-06	mar-06	abr-06	may-06	jun-06	jul-06	ago-06	sep-06	oct-06	nov-06	dic-06	TOTALES
<b>FALLAS</b>													
Powers Off	65	54	158	177	154	122	117	97	84	103	87	128	1346
Resets	114	88	152	220	110	155	108	195	118	105	148	117	1630
No service	205	179	187	156	198	222	217	202	176	189	192	209	2332
Dead	21		11	25	99	115			123		111	91	596
Battery won't Charge			8		42		22			52	67		191
Locks Up			27		112	105	94	124		117	134	122	835
Audio Defects				15			26		31				72
Buttons Inoperable	29		62	20	32				47		51	63	304
Drops Calls		178	124	133	170	148			182	174	127		1236
RX Defect	145	108	127	169	195	187	151	207	181	191	185	163	2009
TX Defect	188	55	89	124	217	113	214	198	192	186		202	1778
Error code 0800		85		57	41			44			17		244
Excessive Heat			54		30		46						130
Insert Sim Error	33		15		27	34				19			128
<b>Total de Equipos Exportados</b>	<b>800</b>	<b>747</b>	<b>1014</b>	<b>1096</b>	<b>1427</b>	<b>1201</b>	<b>995</b>	<b>1067</b>	<b>1134</b>	<b>1136</b>	<b>1119</b>	<b>1095</b>	<b>12831</b>
<b>Totales Fallas RF</b>	<b>538</b>	<b>520</b>	<b>527</b>	<b>582</b>	<b>780</b>	<b>670</b>	<b>582</b>	<b>607</b>	<b>731</b>	<b>740</b>	<b>504</b>	<b>574</b>	<b>7355</b>
<b>Totales Fallas RF ( % )</b>	<b>67%</b>	<b>70%</b>	<b>52%</b>	<b>53%</b>	<b>55%</b>	<b>56%</b>	<b>58%</b>	<b>57%</b>	<b>64%</b>	<b>65%</b>	<b>45%</b>	<b>52%</b>	<b>57%</b>

Tabla 1 Equipos Exportados Año 2006

Fuente : Propio

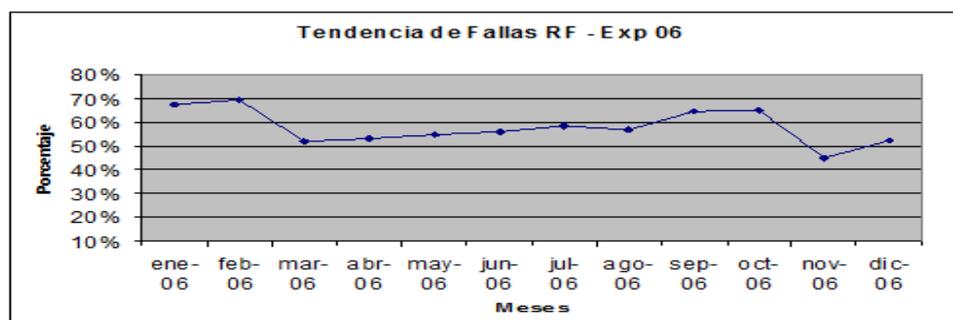


Diagrama 1 Equipos Exportados Año 2006

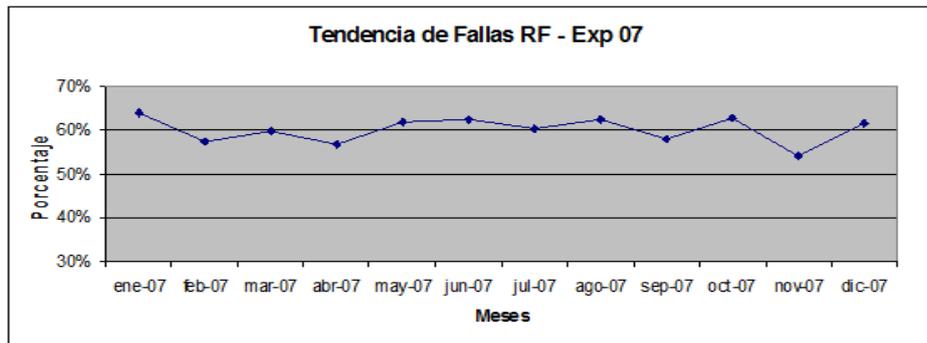
Fuente : Propio

## Equipos Exportados Año 2007 según Tabla 2 y Diagrama 2

	ene-07	feb-07	mar-07	abr-07	may-07	jun-07	jul-07	ago-07	sep-07	oct-07	nov-07	dic-07	TOTALES
<b>FALLAS</b>													
Powers Off	87	98	128	114	142	105	116	138	96	113	124	138	1399
Resets	115	96	124	165	115	143	136	156	112	154	158	165	1639
No service	259	194	187	206	221	218	189	205	181	196	211	233	2500
Dead	74	50	27	26	109				123		137		546
Battery won't Charge	17		18				22		24		51		132
Locks Up	52	63	57		112	85			19	86	106	115	695
Audio Defects				36			26		24	17	36		139
Buttons Inoperable	29			20					58	25		37	169
Drops Calls	169	194	172	189	197	156	176	183	207	177	214	184	2218
RX Defect	145	135	178	154	183	128	127	157	164	114	177	163	1825
TX Defect	152	118	143	113	174	144	158	162	167	183	192	154	1860
Error code 0800		85		59		52	53	68			21		338
Excessive Heat		56	86	25			46	59	64				336
Insert Sim Error	33	24	15	55			25				37		189
<b>Total de Equipos Exportados</b>	<b>1132</b>	<b>1113</b>	<b>1135</b>	<b>1162</b>	<b>1253</b>	<b>1031</b>	<b>1074</b>	<b>1128</b>	<b>1239</b>	<b>1065</b>	<b>1464</b>	<b>1189</b>	<b>13985</b>
<b>Totales Fallas RF</b>	<b>725</b>	<b>641</b>	<b>680</b>	<b>662</b>	<b>775</b>	<b>646</b>	<b>650</b>	<b>707</b>	<b>719</b>	<b>670</b>	<b>794</b>	<b>734</b>	<b>8403</b>
<b>Totales Fallas RF ( % )</b>	<b>64%</b>	<b>58%</b>	<b>60%</b>	<b>57%</b>	<b>62%</b>	<b>63%</b>	<b>61%</b>	<b>63%</b>	<b>58%</b>	<b>63%</b>	<b>54%</b>	<b>62%</b>	<b>60%</b>

Tabla 2 Equipos Exportados Año 2007

Fuente : Propio

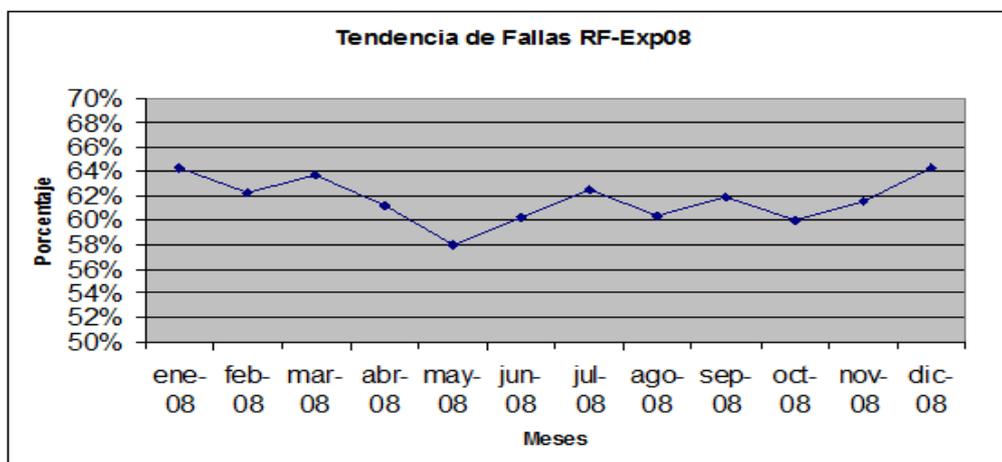


**Diagrama 2 Equipos Exportados Año 2007**  
Fuente : Propio

### Equipos Exportados Año 2008 según Tabla 3 y Diagrama 3

	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08	nov-08	dic-08	TOTALES
<b>FALLAS</b>													
Powers Off	85	74	117	98	101	118	216	196	106	218	196	185	1710
Resets	125	107	138	157	124	147	117	186	108	129	138	142	1618
No service	186	188	193	209	178	194	206	217	200	214	210	194	2389
Dead	66	67		51	119	89		100		84			576
Battery won't Charge		17		24		27	56				64	24	212
Locks Up	59	62			127		86		28				362
Audio Defects	14		28			18			33	34			127
Buttons Inoperable		41	47				55		64			41	248
Drops Calls	208	197	179	194	210	186	250	263	274	254	193	185	2593
RX Defect	185	162	153	167	179	119	197	219	223	113	164	167	2048
TX Defect	153	167	141	146	158	143	183	233	197	193	178	161	2053
Error code 0800		64		49		52			56		22		243
Excessive Heat			35	27				59	69	50			240
Insert Sim Error	57		15	49	54			14	86		45		320
<b>Total de Equipos Exportados</b>	<b>1138</b>	<b>1146</b>	<b>1046</b>	<b>1171</b>	<b>1250</b>	<b>1066</b>	<b>1337</b>	<b>1543</b>	<b>1444</b>	<b>1289</b>	<b>1210</b>	<b>1099</b>	<b>14739</b>
<b>Totales Fallas RF</b>	<b>732</b>	<b>714</b>	<b>666</b>	<b>716</b>	<b>725</b>	<b>642</b>	<b>836</b>	<b>932</b>	<b>894</b>	<b>774</b>	<b>745</b>	<b>707</b>	<b>9083</b>
<b>Totales Fallas RF ( % )</b>	<b>64%</b>	<b>62%</b>	<b>64%</b>	<b>61%</b>	<b>58%</b>	<b>60%</b>	<b>63%</b>	<b>60%</b>	<b>62%</b>	<b>60%</b>	<b>62%</b>	<b>64%</b>	<b>62%</b>

**Tabla 3 Equipos Exportados Año 2008**  
Fuente : Propio



**Diagrama 3 Equipos Exportados Año 2008**  
Fuente : Propio

## Equipos Exportados Año 2009 según Tabla 4 y Diagrama 4

	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09	nov-09	dic-09	TOTALES
<b>FALLAS</b>													
<b>Powers Off</b>	123	117	132	141	100	124	147	184	178	188	199	208	1841
<b>Resets</b>	142	152	137	162	189	162	123	192	165	176	158	195	1953
<b>No service</b>	187	196	207	219	195	204	191	196	171	194	184	218	2362
<b>Dead</b>	74		68			100		78	56			69	445
<b>Battery won't Charge</b>	12	21		31	36	55				68	65	36	324
<b>Locks Up</b>		59	61	30			56	59		49	57		371
<b>Audio Defects</b>	23	19	36		57		47	62	24				268
<b>Buttons Inoperable</b>	20			17	49	41			64				191
<b>Drops Calls</b>	203	211	195	192	198	201	221	265	259	268	248	257	2718
<b>RX Defect</b>	192	179	188	177	203	219	199	231	249	251	204	247	2539
<b>TX Defect</b>	174	161	157	161	167	183	171	196	268	274	247	263	2422
<b>Error code 0800</b>				41	28		55				36		160
<b>Excessive Heat</b>		55				57	64		34	49		15	274
<b>Insert Sim Error</b>	46		17	52					18	17		22	172
<b>Total de Equipos Exportados</b>	1196	1170	1198	1223	1222	1346	1274	1463	1486	1534	1398	1530	16040
<b>Totales Fallas RF</b>	756	747	747	749	763	807	782	888	947	987	883	985	10041
<b>Totales Fallas RF ( % )</b>	63%	64%	62%	61%	62%	60%	61%	61%	64%	64%	63%	64%	63%

Tabla 4 Equipos Exportados Año 2009

Fuente : Propio

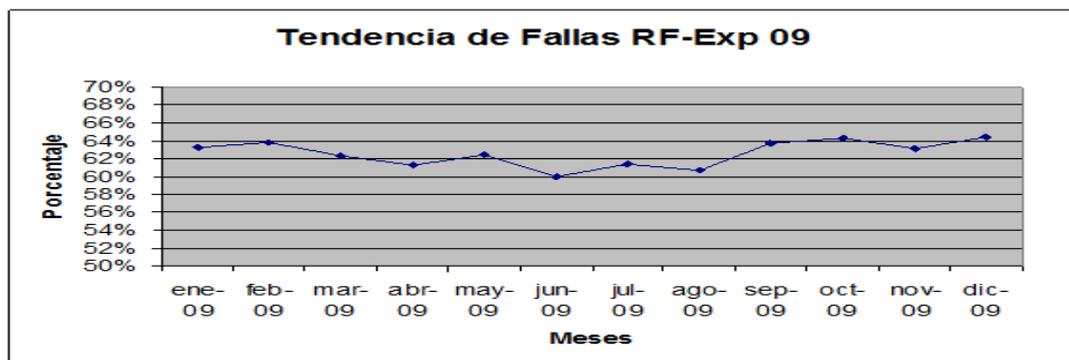


Diagrama 4 Equipos Exportados Año 2009

Fuente : Propio

La tabla 5 y el diagrama 5 muestra el análisis de Fallas RF en los últimos 4 años y se confirma que el porcentaje de error de dichas fallas están por encima del 50% lo cual es un margen muy alto , es por eso que se esta realizando un nuevo proceso con técnicas nuevas en análisis y reparación.

Año	Total de Equipos	EQ con Fallas RF	Totales Fallas RF ( % )
año06	12831	7355	57%
año07	13985	8403	60%
año08	14739	9083	62%
año09	16040	10041	63%

Tabla 5 Resumen Total de las Exportaciones

Fuente : Propio

## 1.5 APORTE PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Primero se mostrará el Diagrama de Bloques del Anterior Proceso (Fig. 1) , éste era el proceso con el que se trabajaba hasta el año 2009 en los laboratorios de la compañía Artelsubscriber . Como se puede observar un técnico realizaba varias funciones a la vez y no contaban con un buen equipamiento electrónico lo cual no garantizaba un correcto análisis de la falla y como consecuencia no se tenía una correcta reparación. En la etapa del control de calidad (CQA) solo se realizaban pruebas de llamadas básicas utilizando un chip con línea. Como consecuencia del inapropiado proceso con el que se venía trabajando es la cantidad de equipos que se exportaba a México (mas del 50% en fallas RF ) y que detallo en la tabla 5.

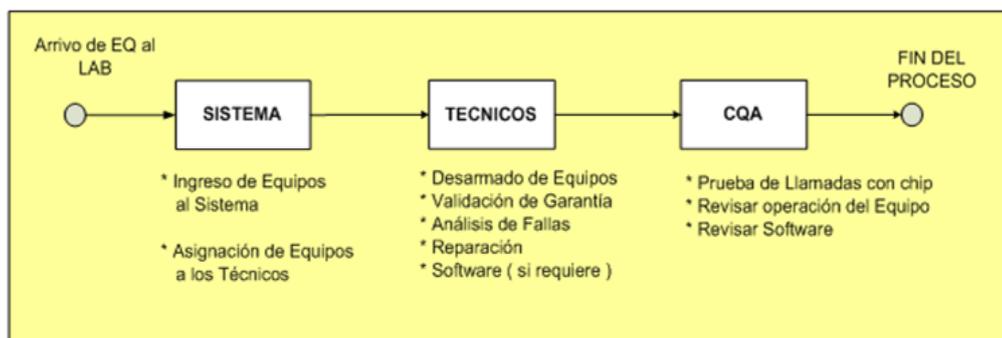


Figura 1 Diagrama de Bloques  
Fuente : Propio

Para implementar un LAB DEPOT en las instalaciones de la compañía ArtelSubscriber , Motorola pide realizar un nuevo Proceso debido a que el proceso que se tenía no era el adecuado para el análisis de fallas y no garantizaba una correcta reparación . Motorola también nos indica utilizar en nuestro Proceso equipos electrónicos de propiedad de Motorola como son el BoardTest (Calibración de Tarjetas) y AirCheck (Test RF ) .

Ante las observaciones de Motorola, el aporte es realizar un nuevo proceso utilizando Nuevas Técnicas para el Análisis de fallas en los terminales, para la reparación y Control de Calidad que se detalla en los siguientes capítulos y que garantice una correcta reparación del Terminal.

## **CAPÍTULO II**

### **TECNOLOGÍA iDEN**

## 2.1 DEFINICIÓN

**iDEN** Red Mejorada Digital Integrada (Integrated Digital Enhanced Network) es una tecnología inalámbrica desarrollada por Motorola en 1994, proporciona a los usuarios múltiples servicios en un único e integrado sistema de comunicaciones móviles.

Su principal característica radica en la comunicación directa que permite pulsar el botón PTT ( Push to Talk )para poder establecer una llamada o conferencia con los usuarios del sistema, algunos terminales incluyen características GPS (Global Positioning System), muchas de las cuales dependen de la capacidad de la red; Motorola es quien provee tanto la infraestructura como los terminales móviles de esta tecnología

Los terminales iDEN usan varias tecnologías de comunicaciones, la principal es **TDMA (Time Division Multiple Access)** que permite dividir la señal en tres partes, decrementando la carga individual de cada una de ellas. Cada parte puede transportar voz o datos en una transmisión.

Existen Plataformas de teléfonos que soportan esta tecnología, las cuales se describen en el siguiente punto.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL CANAL TDMA

TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) una técnica que divide cada canal en 8 intervalos de tiempo , que juntos forman una trama TDMA(Figura 2 ), por lo que permiten la transmisión simultánea en la misma frecuencia portadora de ráfagas o paquetes de información . Cada llamada en una célula utiliza uno de estos intervalos de tiempo (time slot) con una banda de frecuencias para transmitir y otra para recibir (conexión bidireccional) y cada receptor selecciona la ráfaga con su número e ignora las otras. De ésta manera se puede aumentar la capacidad de tráfico.

Los sistemas troncales convencionales la definen como de control o tráfico de canal asignando al usuario frecuencias de salto inbound / outound. La frecuencia outbound es la frecuencia base del repetidor de radio, y la frecuencia inbound es la frecuencia del móvil transmisor. En un sistema iDEN estas frecuencias son compartidas por los usuarios a través de sus slots.



Figura 2 TÉCNICA DE MULTIACCESO PARA ENLACE DE RADIO  
FUENTE : Libro Comunicaciones Móviles-José Manuel Huidoro Moya

## 2.3 Diagrama de Bloques Sistema iDEN

Elementos de la Red (fig. 3):

- **Estación Mobil (MS)**

Unidades o terminales que sirven al usuario acceder a los servicios que proporciona la Red iDEN .

- **Sistema de Estaciones Base (EBTS)**

Estaciones que proporcionan la comunicación entre la unidad (Terminal Mobil) y la Red iDEN.

- **Centro de Conmutación Mobil (MSO)**

Es el responsable de la coordinación y el control de todos los servicios de comunicación.

- **Red de telefonía pública conmutada (PSTN)**

Realiza la interfaz de la RED iDEN y red pública para la transferencia de voz, datos en una interconexión telefónica.

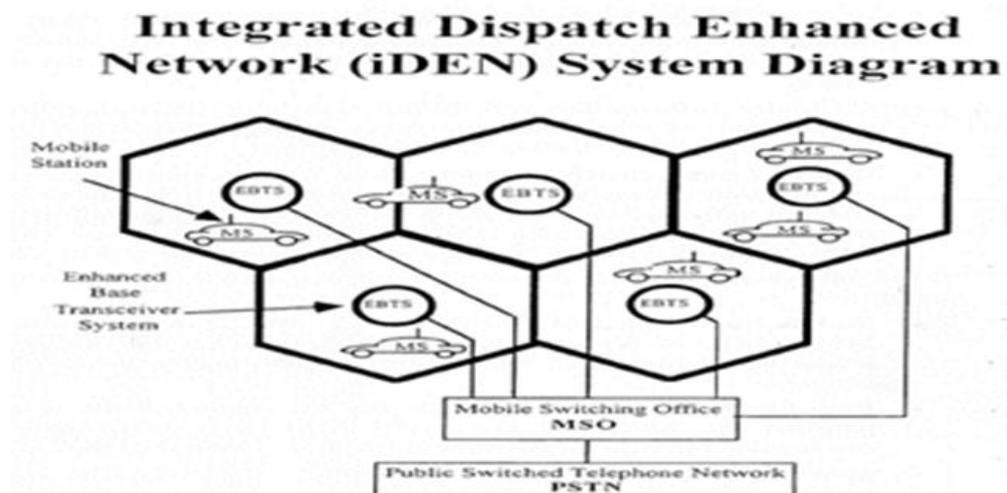


Figura 3 Elementos de la Red iDEN

Fuente : Libro iDEN Operations & Maintenance Motorola

Los siguientes elementos de la Red son usados para Interconexión y Dispatch(Conexión Directa ) :

- **Centro de Operaciones y Mantenimiento (OMC)**

El MOC (Centro de Operaciones y Mantenimiento) proporciona un punto central para controlar y supervisar los elementos de la red, así como vigilar la calidad del servicio prestado por la red.

- **Centro de Información para clientes y facturación ( CIBC)**

Un Centro de acopio para los clientes y manejo de información de los usuarios.

- **Acceso digital de control del Switch ( DACS)**

El envío de datos en la interconexión, el Dispatch(Conexión Directa ) a la EBTS (Estaciones Base) deben de ser separados y enviados a los elementos del sistema adecuado. La función de la separación puede llevarse acabo por el BSC (Estaciones de Control) o DACS( Acceso digital de control del Switch)

## 2.4 Arquitectura de Red Interconexión Telefónica

Elementos de la Red en la interconexión telefónica ( fig. 4 ) :

- **Centro de Conmutación Móvil ( MSC )**

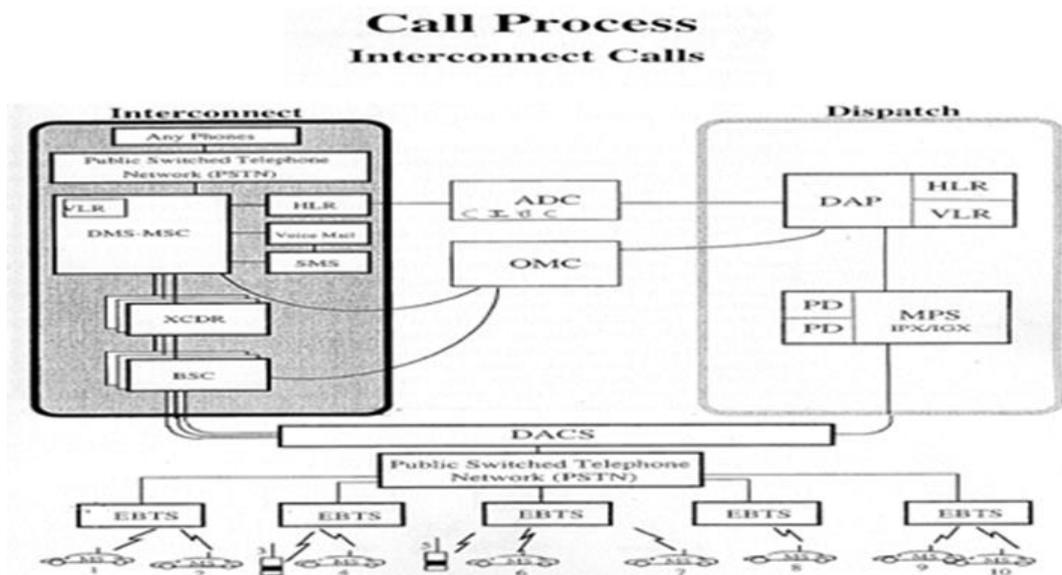
El Centro de Conmutación Móvil (MSC) es responsable de la coordinación general y el control de los servicios de interconexión de la comunicación.

- **Base Estación de control ( BSC )**

El BSC (Base Estación de control) es el control y la interfaz de cambiar entre el MSC y las unidades EBTS (Estaciones Base) . La Base Estación de Control proporciona una vía de comunicación para la gestión de la red de la OMC a la EBTS .

- **Centro de Servicio de Mensaje (SMS-SC)**

El Centro de Mensajería permite la transferencia de mensajes de datos cortos entre el sistema de identidad y las unidades del suscriptor.



**Figura 4 Interconexión Telefónica**  
**Fuente : iDEN Operations & Maintenance Motorola**

## 2.5 Arquitectura de Red Dispatch ( Conexión Directa )

Los elementos de la Red Dispatch ( fig. 5 ) :

- **Aplicaciones para Procesos de Dispatch (DAP)**

El DAP (Aplicaciones para Procesos de Dispatch) es el responsable de la coordinación general y el control de los servicios en la comunicación del Dispatch .

- **Conmutación de Paquetes de datos (MPS)**

Es el que realiza el control y la interfaz entre los DAP(Aplicaciones para Procesos de Dispatch) y las estaciones Bases (EBTS). El MPS también provee duplicadores de paquetes ( PD ) y enrutamiento (IPX/IGX) para las llamadas de Dispatch.

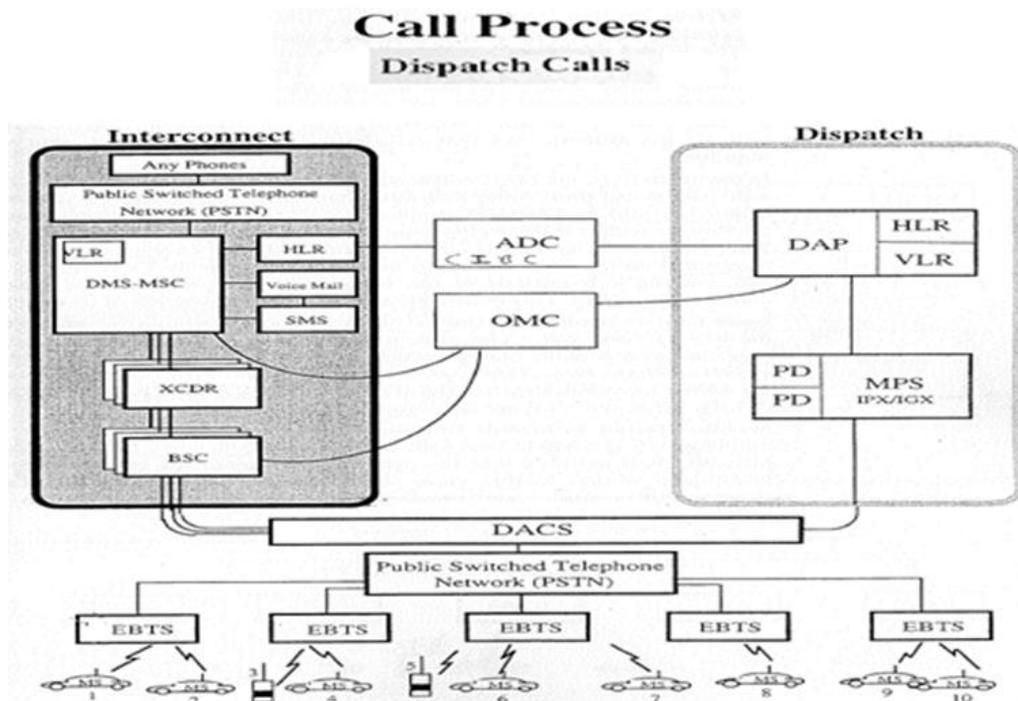


Figura 5 Dispatch

Fuente : iDEN Operations & Maintenance Motorola

## 2.6 Terminales iDEN

Los terminales que soportan esta tecnología son las que se muestran a continuación:

**Eagle** : Fue la primera línea de equipos receptores para la tecnología iDEN, y reemplazada por la plataforma Cóndor, algunos modelos de esta plataforma son : i1000 , i1000plus , i500 , i550 como muestra la figura 1.



Figura 1

Fuente : Catálogo Equipos Motorola

**Cóndor** : Actualmente descontinuada, fue promovida por Nextel y Southern LINC. Algunos modelos de esta plataforma son: i80 , i85 , i85s como muestra la figura 2.



Figura 2

Fuente : Catálogo Equipos Motorola

**Falcon** : Promovida por Nextel, Southern LINC y Boost Mobile, actualmente en nuestro mercado. La plataforma Falcon se divide en 4 familias : LARGO , MARATHON , QUARK , QWEST. La figura 3 muestra el modelo i570 de plataforma Falcon.



**Motorola i570  
Plataforma Falcon  
Familia Qwest**

**Figura 3**

**Fuente : Catálogo Equipos Motorola**

**Phoenix** : Plataforma introducida con el equipo i880 y se diferencia de la Falcon en el sentido que ya son equipos completamente multimedia, más parecidos a un equipo celular como muestra la figura 4.



**Motorola i880  
Plataforma Phoenix**

**Figura 4**

**Fuente : Catálogo Equipos Motorola**

**Zeus** : Plataforma que lanza Motorola en el mercado peruano con el equipo i9 como muestra la figura 5.



Figura 5

Fuente : Catálogo Equipos Motorola

A continuación la evolución de la plataforma iDEN mediante el siguiente diagrama de Bloques .(Fig.6)

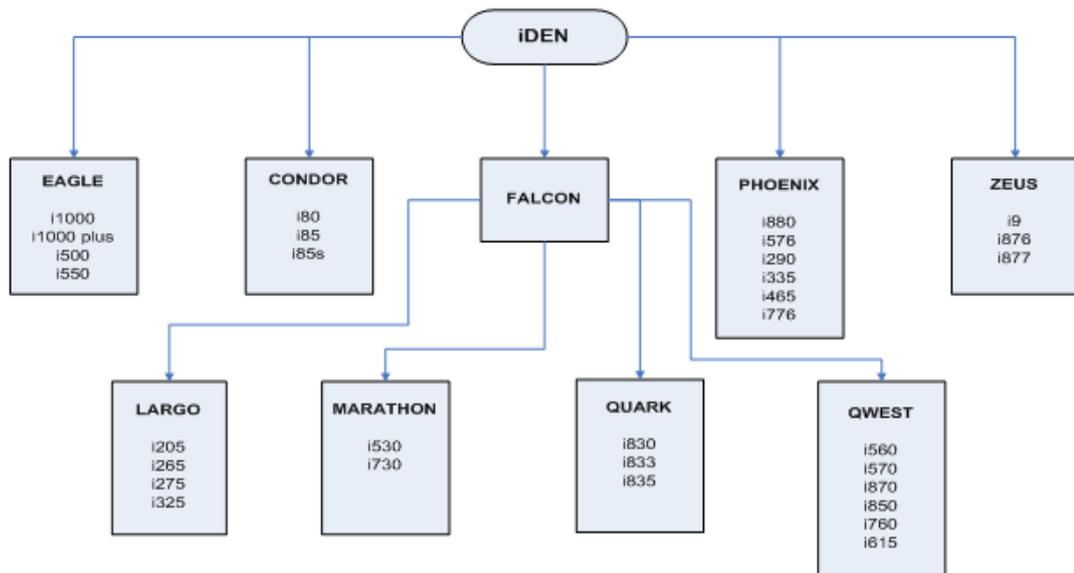


Figura 6

Fuente : Propio

## **CAPÍTULO III**

### **NUEVO PROCESO Y DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL CAPACITADO EN CADA ETAPA DEL PROCESO A IMPLEMENTAR**

### 3.1 NUEVO PROCESO A IMPLEMENTAR ( DEPOT PROCESS )

A continuación se presenta el Nuevo Diagrama de Flujo del Proceso (Fig. 2.1) que se implementará en el LAB. DEPOT en la Compañía Artelsubscriber.

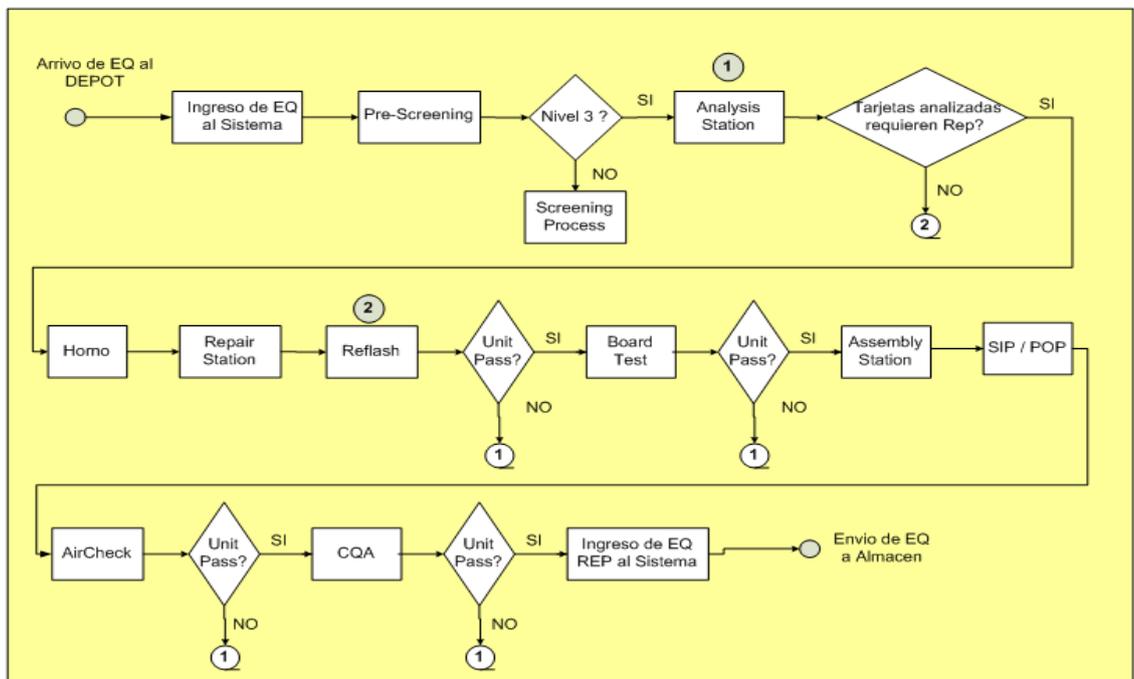


Figura 2.1 Diagrama de Flujo del Nuevo Proceso  
Fuente : Propio

### 3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL PARA CADA ETAPA DEL PROCESO

El dimensionamiento del personal del LAB. DEPOT se ha dividido por etapas, las cuales han sido evaluadas según costos de producción. El personal ha sido calificado según conocimientos intelectuales, experiencia profesional y habilidades para realizar el proceso.

### 3.2.1 Primera Etapa :

- Ingreso de Equipos al Sistema
- Pre-screening

#### **Funciones:**

- Crear un OST(Orden de Servicio Técnico) en el Sistema a todos los terminales , indicando los Imeis , Seriales y las fallas que indica el cliente.
- Realizar filtro por Niveles de Fallas ( Nivel II – III )
- Verificar que el Imei / Serial impreso en la parte posterior del Terminal coincida con el Imei / Serial Interno.
- Validar la Garantía del Terminal (Foto a todas las Tarjetas Principales que estén Fuera de Garantía)
- Desarmar los Terminales en su totalidad ( Dejarlas en Tarjeta Principal).

#### **Personal :**

- Ingresan al DEPOT 1500 terminales mensuales aprox.
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

El dimensionamiento para ésta etapa se realiza analizando el total de terminales mensuales enviados por Nextel del Perú, las cuales pueden variar dependiendo de la necesidad de nuestro cliente, otro factor analizado es la capacidad de producción de un técnico para realizar las funciones indicadas que para ésta etapa es de 30 a 40 equipos diarios.

Como consecuencia de la capacidad de producción de cada técnico, y datos mencionados se propone tener **02 (dos) TÉCNICOS ELECTRÓNICOS en la 1ra. Etapa.**

### 3.2.2 Segunda Etapa :

- Analysis Station
- Horneado

#### **Funciones :**

- Analizar al detalle todas las tarjetas principales falladas que son proporcionadas por la etapa del Pre-screening.
- Dar solución a las fallas, indicar las etapas dañadas de la tarjeta principal e indicar el o los componentes a cambiar.
- Son los únicos indicados para declarar un equipo irreparable (Scrap) bajo sustentación de un respectivo análisis electrónico.
- El Horneado de todas las tarjetas principales analizadas antes que pasen por la etapa de reparación.
- Ingresar todas la OST al sistema indicando la falla y los componentes a cambiar.

#### **Personal :**

- Se deben de producir 1500 terminales mensuales
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

En esta etapa también se analiza el total de terminales mensuales enviados por Nextel del Perú , la capacidad de producción de un técnico para realizar las funciones indicadas que en ésta etapa es de 30 a 40 equipos diarios.

Como consecuencia de la capacidad de producción de cada técnico y datos mencionados se propone tener **02 (dos) TÉCNICOS ELECTRÓNICOS en la 2da. Etapa.**

### 3.2.3 Tercera Etapa :

- Repair Station
- Reflash

#### **Funciones :**

- Realizar las reparaciones (cambio de componentes BGA) de las tarjetas principales que indican los técnicos en análisis.
- Llevar el control de los repuestos a usar en el Lab. DEPOT.
- Realizar los perfiles para cada componente BGA , utilizando la BGA REWOK SYSTEM.
- Realizar el Reflash a todas las tarjetas principales Reparadas antes de pasar por el Board Test
- Ingresar en Sistema todas la OST , indicando el estado según corresponda.

#### **Personal :**

- Se deben de producir 1500 terminales mensuales
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

La capacidad de producción de un técnico para realizar las funciones indicadas en esta etapa es de 20 a 30 equipos diarios.

Como consecuencia de la capacidad de producción de cada técnico, y datos mencionados se propone tener **03 (tres) TÉCNICOS ELECTRÓNICOS en la 3ra. Etapa.**

### 3.2.4 Cuarta Etapa :

- Board Test

#### Funciones :

- Controlar el adecuado funcionamiento del Board Test.
- Colocar las tarjetas principales en las cavidades del Board Test y correr el software según plataforma de la tarjeta principal.
- Ingresar al Sistema todas la OST en el estado PASSED / FAILED

#### Personal :

- Se deben de producir 1500 terminales mensuales
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

En esta etapa solo contamos con 01(un) Board Test con 8 cavidades por lo tanto sólo se requiere de **01 (un) TÉCNICO ELECTRÓNICO en la 4ta. Etapa.**

### 3.2.5 Quinta Etapa :

- Assembly Station
- SIP / POP

#### Funciones :

- Ensamblar las tarjetas principales con sus respectivas cosméticas según modelo que hayan pasado el Board Test.
- Escribir los Imei , Seriales y Plataforma (SIP) a las tarjetas principales utilizando softwares adecuados.

- Personalizar a las tarjetas principales (POP): logo Nextel ,  
ringtones , wallpaper , aplicativos java.
- Ingresar al Sistema todas la OST en el estado PASSED / FAILED

**Personal :**

- Se deben de producir 1500 terminales mensuales
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

En esta etapa el dimensionamiento se realizó analizando el total de terminales mensuales que nos envía Nextel del Perú , la capacidad de producción de un técnico para realizar las funciones indicadas que en ésta etapa es de 30 a 40 equipos diarios.

Como consecuencia de la capacidad de producción de cada técnico, y datos mencionados se establece tener **02 (dos) TÉCNICOS ELECTRÓNICOS en la 5ta. Etapa.**

**3.2.6 Sexta Etapa :**

- AirCheck

**Funciones :**

- Controlar el adecuado funcionamiento del AirCheck..
- Colocar los equipos en los RF Enclosures y correr el software según plataforma de la tarjeta principal.
- Ingresar al Sistema todas la OST en el estado PASSED / FAILED

**Personal :**

- Se deben de producir 1500 terminales mensuales
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

Solo contamos con un AirCheck con 4 cavidades por lo tanto se requiere de **01 (un) TÉCNICO ELECTRÓNICO en la 6ta. Etapa.**

**3.2.7 Séptima Etapa :**

- CQA (Control de Calidad)

**Funciones :**

- Realizar pruebas de interconexión de llamadas telefónicas y conexión directa con el uso de PTT utilizando el equipo R2660 (Communications Analyzer).
- Verificar que el Imei / Serial impreso en la parte posterior del Terminal coincida con el Imei / Serial Interno .
- Verificar que todo Terminal tenga el software correcto.
- Verificar que todos los equipos estén en perfecto estado de funcionamiento en todas sus etapas (Carga, Digital, RF)
- Realiza pruebas de Drop Test (pruebas de caída)
- Ingresar al Sistema todas la OST en el estado PASSED / FAILED

**Personal :**

- Se deben de producir 1500 terminales mensuales
- 22 días laborables mensuales aprox.
- 70 equipos trabajados diariamente aprox.
- 9 horas trabajadas diarias.

En ésta etapa se requiere de **01 (un) TÉCNICO ELECTRÓNICO.**

## **CAPÍTULO IV**

# **TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL PROCESO EN LOS LABORATORIOS DE MOTOROLA**

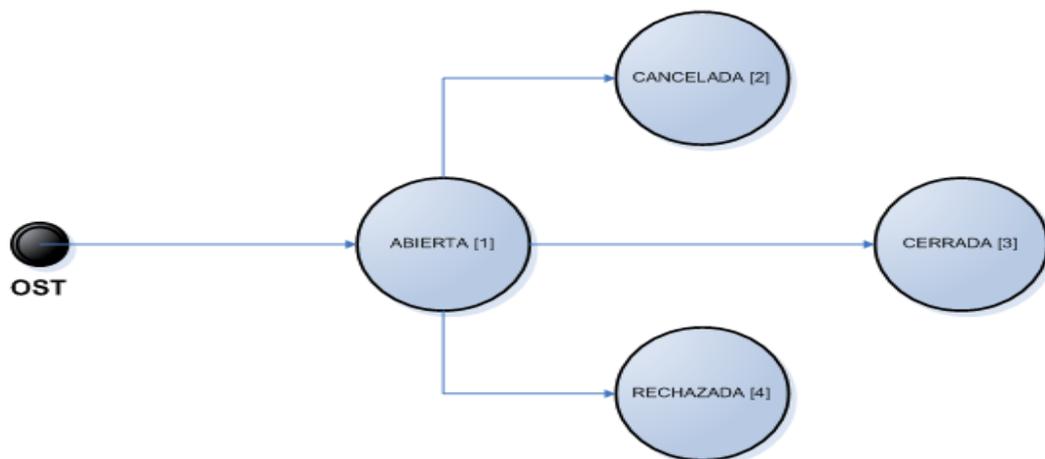
## 4.1 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO iDEN

El Sistema iDEN permite el ordenamiento y la ubicación de los terminales en el laboratorio, además permite saber el historial del terminal a través de la búsqueda del Imei de equipo.

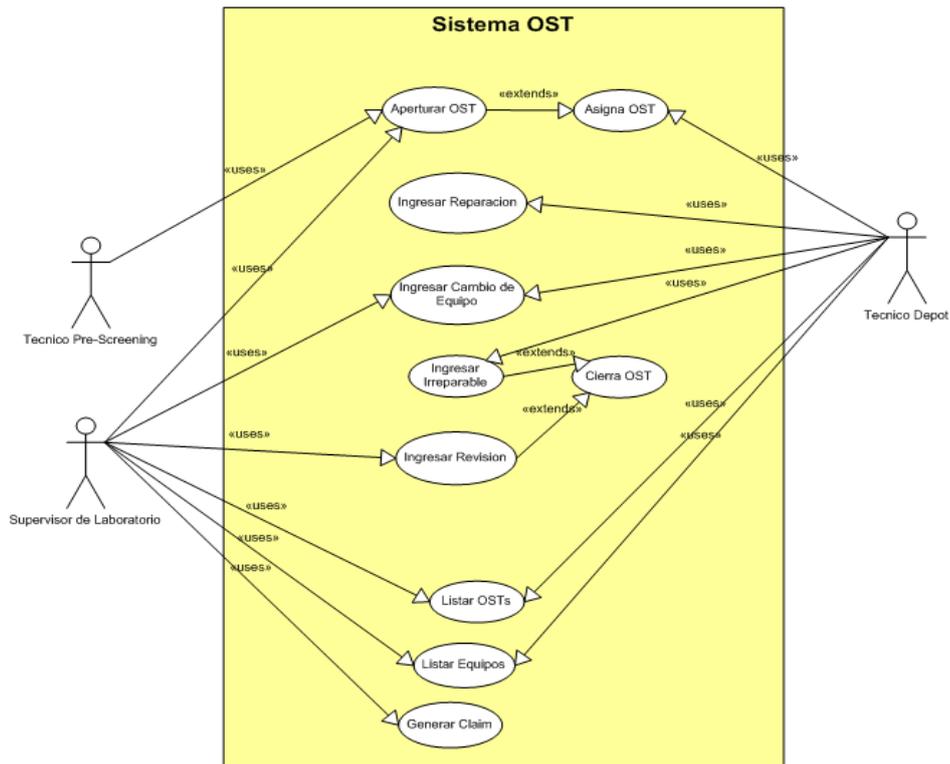
Tener el historial del terminal ayuda mucho porque podemos darnos cuenta si el terminal fue ya reparado o si es un terminal que ingresa por 1ra. vez al laboratorio.

También ayuda a ver la falla y la reparación que presentó en sus anteriores ingresos, éste dato nos es importante porque así los técnicos pueden declarar irreparable un terminal ya que como máximo 2 veces se puede reemplazar el mismo componente BGA.

Una OST ( Orden de Servicio Técnico ) puede tener tres(03) estados como muestra la figura 3.1 y los usuarios pueden tener diferentes accesos en la OST para realizar funciones y modificaciones como muestra la figura 3.2



**Figura 3.1 Diagrama de Estados**  
**Fuente : Propio**



**Figura 3.1.1 Diagrama Caso de Uso**  
**Fuente : Propio**

## 4.2 PRE-SCREENING PROCESS

En éste proceso los técnicos realizan la función de clasificar según fallas de los terminales si son de Nivel II – III y aperturan una OST ( Orden de Servicio Técnico ) al Terminal.

Verifican que el Imei / Serial impreso en la parte posterior del Terminal coincida con el Imei / Serial Interno.

Luego pasan a desarmar todos los terminales (dejarlos solo en tarjeta) y tienen que validar la garantía de los terminales según el proceso de validación de garantías.

Los equipos que han pasado la garantía y son de Nivel III son los que ingresan a nuestro proceso para su reparación. Los terminales de Nivel II van al Área de Screening.

#### **4.2.1 Área Implicada**

Todos los técnicos de Pre-Screening Process .

#### **4.2.2 Documentos Aplicables**

- Diagrama de Flujo del Proceso
- ESD (Electrostatic discharge )
- Services Manuals
- Videos , Documentos sobre desarmado de equipos (todos los modelos).
- Documentos sobre el uso del Sistema iDEN
- Proceso de Validación de Garantía.

#### **4.2.3 Equipos y Accesorios**

- Destornillador Eléctrico (Kolver)
- Microscopio
- Perilleros
- Pinzas
- Bits
- Scanner
- Camara Digital
- Baterias ( todos los modelos )
- Simcards

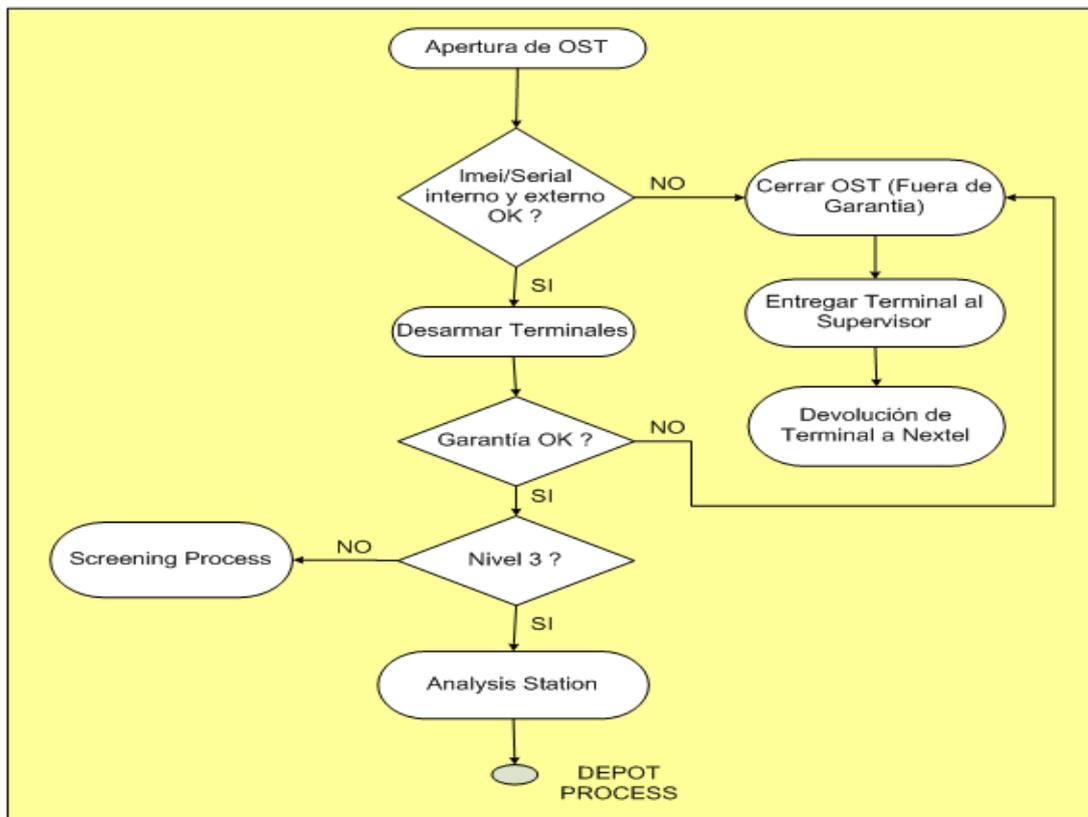
#### **4.2.4 Materiales y Suministros**

- Plastictool
- Cepillo ESD
- Alcohol
- Lubrilimp
- Guantes ESD
- Bandejas ESD
- Gafas de Seguridad

## 4.2.5 Instrucciones

- El tema de ESD es sumamente importante en nuestro proceso , es por ello que todo el personal antes de iniciar sus labores debe de estar con su equipamiento ESD ( mandil , guantes , pulsera , etc)
- Uso de Gafas de Seguridad.
- Asegurar la correcta calibración del Kolver Eléctrico.
- Antes de aperturar una OST , el técnico tiene que verificar que coincidan el Imei / Serial impreso del Terminal con el Imei / Serial interno.

Los técnicos en esta etapa tienen que realizar las funciones como detalla el diagrama de flujo ( Fig 3.2)



**Figura 3.2 Diagrama de Flujo Pre-Screening Process**  
**Fuente : Propio**

## 4.2.6 Proceso de Validación de Garantía

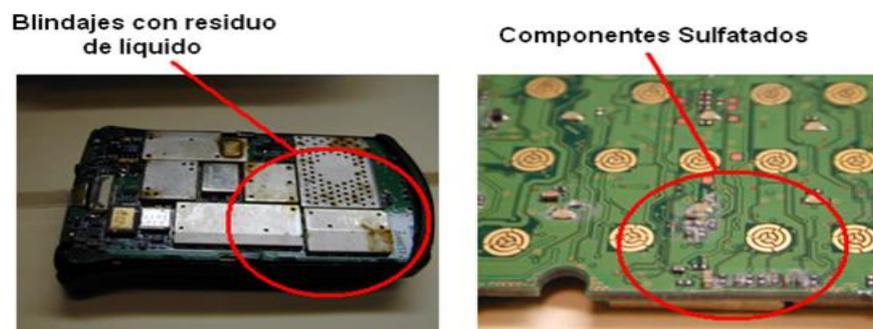
Un Terminal es considerado fuera de garantía si presenta los siguientes indicios:

1.- Defectos o daños causados por el uso inapropiado del Terminal .

- Fuerte impacto en el Terminal producido por una caída.
- LCD roto o quebrado.
- Componentes internos rotos producto de una caída.

2.- Defectos o daños causados por ingreso de líquido al Terminal.(Fig. 3.2.1)

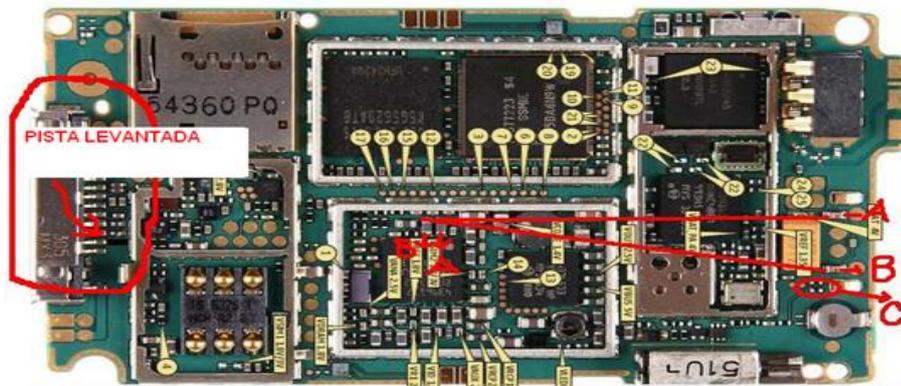
- Residuos de líquido en la tarjeta principal.
- Indicador de humedad activado ( ROJO )
- Residuos de óxido, corrosión.



**Figura 3.2.1 Terminales Fuera de Garantia por ingreso de liquido**  
Fuente : Propio

3.- Defecto o daños causados por manipulación de terceros.

- Pistas levantadas o componentes dañados.( Fig. 3.2.2)
- Componentes compatibles reemplazados que no son los indicados por Motorola.
- Blindajes reemplazados que no son los usados por Motorola.



**Figura 3.2.2 Terminal Fuera de Garantía por Ingreso de Liquido**  
Fuente : Propio

4.- Un Terminal es declarado Fuera de Garantía si el IMEI / SERIAL ha sido alterado o no ha sido distribuido en Perú.

- Se refiere cuando el IMEI / SERIAL interno del terminal no coincide con el IMEI / SERIAL impreso en la parte posterior del Terminal.
- Cuando el Terminal es extranjero no esta en garantía.

## **4.3 ANALYSIS STATION**

Los técnicos en esta Área son los encargados de analizar con nuevas técnicas , utilizando equipos electrónicos, al detalle todas las tarjetas principales falladas que son proporcionadas por la etapa del Pre-screening.

Dan solución a las fallas, indican las etapas dañadas de la tarjeta principal e indican el o los componentes a cambiar.

Son los únicos indicados para declarar un equipo irreparable ( Scrap ) bajo sustentación de un respectivo análisis electrónico.

Luego de analizar las tarjetas , son llevadas al proceso de horneado.

Ingresar todas la OST al sistema indicando la falla y los componentes a cambiar.

### **4.3.1 Área Implicada**

Todos los técnicos de Análisis Station

### **4.3.2 Documentos Aplicables**

- Diagrama de Flujo del Proceso
- ESD (Electrostatic discharge )
- Services Manuals
- Videos , Documentos sobre análisis en distintas etapas .
- Softwares ( BlueGui , MotoPCB , Radiocom. , etc )
- Manuales de todos los equipos ( R2660 , Osciloscopio , Analizador de Espectros , etc )

### **4.3.3 Etapas Básicas que forman un Terminal iDEN**

Esta conformada por las siguientes etapas :

### 4.3.3.1 Parte digital

En ésta sección se incluye el DSP56690 Procesador Bravo de de banda base y memorias externas asociadas. El Bravo controla la transmisión, recepción, y sintetizar las operaciones de los circuitos integrados localizado en la sección de RF.

La sección digital contiene los siguientes bloques (Figura 3.3.3.1).

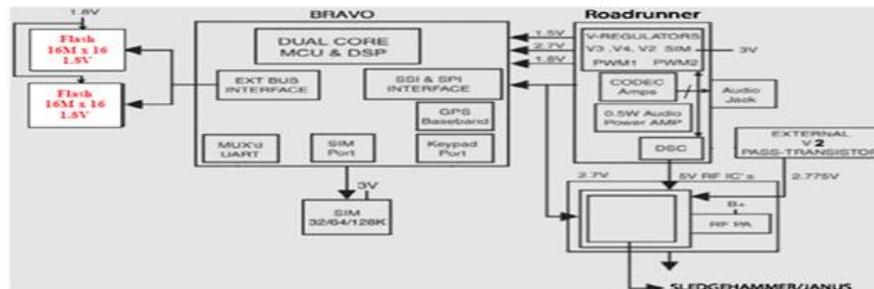


Figura 3.3.3.1 Diagrama de Bloques Digital  
Fuente : Manual Modelo i290

El Procesador Bravo permite:

- Comunicación con el puerto RS232
- Se comunica con los circuitos integrados de radiofrecuencia
- Monitorea Voltajes de la batería y de la etapa de RF .
- Controla los niveles de volumen.
- Programa el LCD

### 4.3.3.2 Etapa de Audio

El circuito de audio se compone principalmente del amplificador de audio, codificador / decodificador (CODEC), y los transductores, tales como el micrófono, auricular y altavoz. El circuito de tiene dos modos de funcionamiento: la interconexión y dispatch.

En el modo de interconexión, el audio iDEN utiliza los amplificadores del GCAP interna para conducir un auricular dinámico directamente.

En el altavoz y el dispatch, el audio utiliza el GCAP interna, amplificador integrado, el poder para proporcionar alto nivel de salida de audio al altavoz dinámico.

El GCAP está formado por filtros activos RC, filtros digitales, amplificadores controlados por software y atenuadores, un convertidor de analógico a digital (ADC), un convertidor de digital a analógico (DAC), y dos amplificadores de micrófono.(Ver figura 3.3.3.2 )

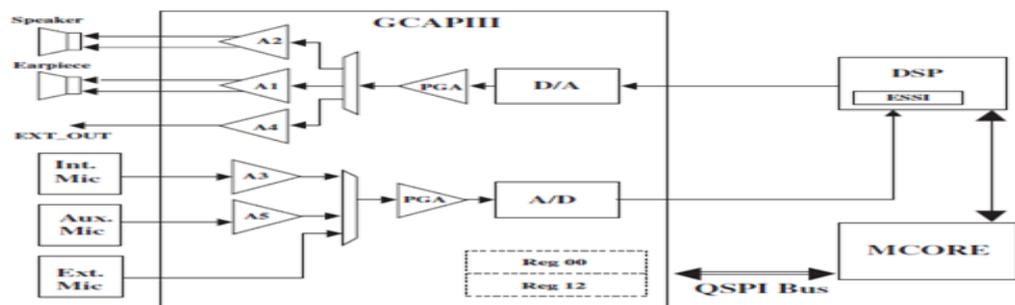


Figura 3.3.3.2 Circuito de Audio  
Fuente : Manual Modelo i290

### 4.3.3.3 Etapa de Transmisión

En esta etapa se tiene el amplificador de potencia (PA) para la modulación lineal de los portátiles iDEN.(Fig. 3.3.3.3)

Cuando la unidad está transmitiendo, el audio del micrófono se dirige al CODEC, donde es amplificada y digitalizada por el conversor A / D en el CODEC.

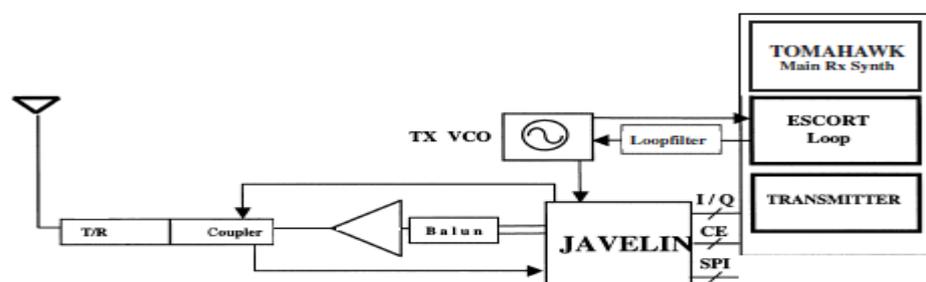


Figura 3.3.3.3 Circuito de Transmisión  
Fuente : Manual Modelo i290

El DSP (Digital Signal Processor) realiza compresión de datos y genera digitales I/Q que se transmitirán los datos al Tomahawk.

La señal entonces se envía a una velocidad de 48 muestras K por segundo. El TOMAHAWK proporciona un impulso de sincronización marco para contar la muestra. Cada muestra se envía como una palabra de 16 bits y bits de relleno sin sentido.

El TOMAHAWK también envía 4,2 MHz de referencia de la señal de reloj Al JAVELIN. La transición TX se inicia la secuencia de TX con el JAVELIN, lo que implica la formación de secuencias, así como permitir el interruptor de la antena.

#### 4.3.3.4 Etapa de Recepción

El receptor es una conversión directa. Opera en la parte comercial de la banda del receptor móvil terrestre (851-870 MHz y 935-940). El receptor tiene una entrada de señal de RF, convierte en banda base. La señal se amplifica, filtra y digitaliza.

El receptor tiene un control automático de ganancia (AGC) para mantener una buena linealidad en un amplio rango de las señales entrantes. El trazado de circuito de AGC también impide recorte de las señales de alto nivel.(Ver figura 3.3.3.4)

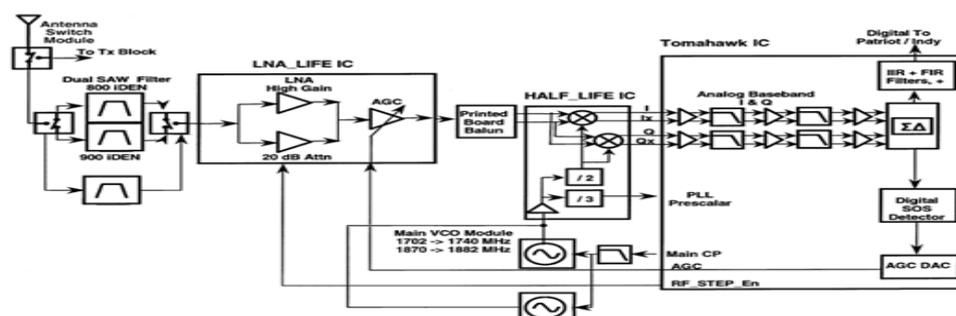


Figura 3.3.3.4 Circuito de Recepción  
Fuente : Manual Modelo i290

## **Antena Switch**

El cambio de antena de las rutas de módulo de la señal recibida desde la antena a la parte delantera del receptor de gama. Durante el modo de transmisión, este interruptor desconecta la ruta del receptor y la antena se conecta a la ruta de transmisión. Este interruptor está optimizado para tener una pérdida muy baja.

## **SAW Filters**

Los filtros de preselección SAW Filters son para proteger el amplificador de RF. Hay dos filtros, uno para la banda de 800 y otro para la banda de 900.

## **LNA\_LIFE IC**

El LNA\_LIFE IC contiene tres grandes bloques: atenuador dB, amplificador de bajo ruido y la etapa de AGC (Ganancia). El atenuador de RF se activa cuando la unidad recibe una señal deseada fuerte de -50 dBm. Hay una ventana de 5 dB, por lo que el atenuador se desactiva cuando la señal cae por debajo de -55 dBm. El amplificador de bajo ruido proporciona la ganancia para lograr el necesario sistema de toma de control de ganancia del receptor.

## **HALF-LIFE IC**

La función principal dentro de la sección de Rx es el de servir como el mezclador y convertidor de señales, su entrada es diferencial de RF y su salida es diferencial I/Q .

### 4.3.4 Técnicas de Análisis de Fallas utilizando Equipos Electrónicos

#### A) Osciloscopio Tektronix Modelo : TDS 3012B

El Osciloscopio TDS 3012B (Fig. 3.3) les permite a los técnicos realizar seguimientos de señales en formas de ondas, medir tensiones en diferentes componentes y con los valores obtenidos determinar los componentes averiados.



	Modelo TSD 3012B
Bandwidth	100 MHz
Channels	2
Sample rate on each channel	1,25 GS/s
BW Limit	20 MHz

Figura 3.3 Osciloscopio TDS 3012B

Fuente : Manual Osciloscopio Tektronix

#### Ejemplo de seguimiento de señales y mediciones de tensiones

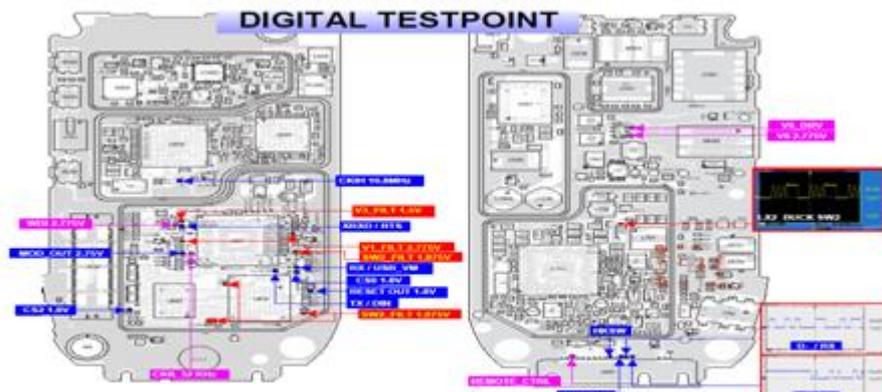


Figura 3.3.1 Seguimiento de señales y mediciones de tensiones

Fuente : Manual i570

## B) Communications System Analyzer : Modelo Motorola R2660D

Los técnicos utilizan este equipo (Fig. 3.3.2) para analizar la calidad de TX/RX de los terminales, para realizar pruebas de Interconexión Telefónica.



	Modelo R2660
Frequency Error Range	
Monitoring Test Mode	<+/- 400Hz
Monitoring Live Base Site Radio	<+/- 1800 Hz
SQE Measurement Specifications	
Resolution	0.1dB
Range	0 to 99.9 dBm
Generator BER Floor	
Gen Port Range	Gen BER < 0.01% for levels -19.9 to -10dBm
	Gen BER < 0.05% for levels -80 to -20dBm
RF I/O	Gen BER <0.05% for levels -130 to -70 dBm
Input Duty Cycle	
Selections	Subscriber 1/6
Slot Number Selections	4.16.80.960

Figura 3.3.2 R2660 Communication System Analyzer  
Fuente : Manual R2660 Communication System Analyzer

La Fig 3.3.3 nos muestra una técnica aplicada al terminal i570 utilizando el equipo electrónico R2660 para ver la calidad de transmisión y como resultado vemos un espectro en buena forma lo cual nos garantiza que el terminal esta transmitiendo correctamente.

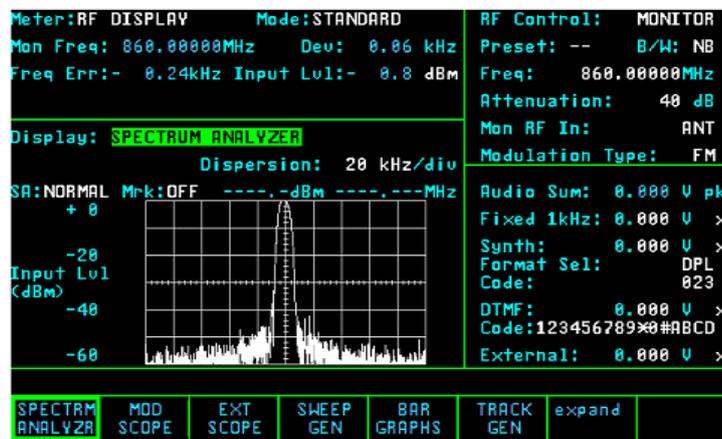


Figura 3.3.3 Espectro Terminal i570  
Fuente : Propio

### C) Spectrum Analyzer : Modelo Agilent E4402B

Les permite a los técnicos analizar los espectros en cada componente determinado y así poder determinar el componente dañado. Fig. 3.3.4

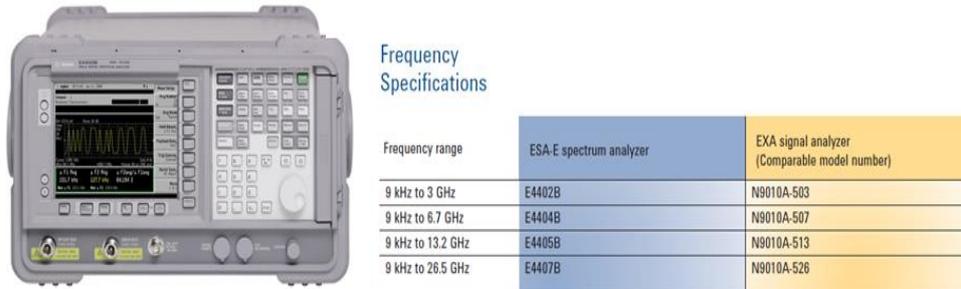


Figura 3.3.4 Spectrum Analyzer Agilent  
Fuente : Manual Spectrum Analyzer Agilent

Utilizando este equipo podemos tener resultados analizando espectros como muestra la Fig. 3.3.5 en determinados puntos de la tarjeta principal , es otra técnica de análisis para determinar componentes fallados .

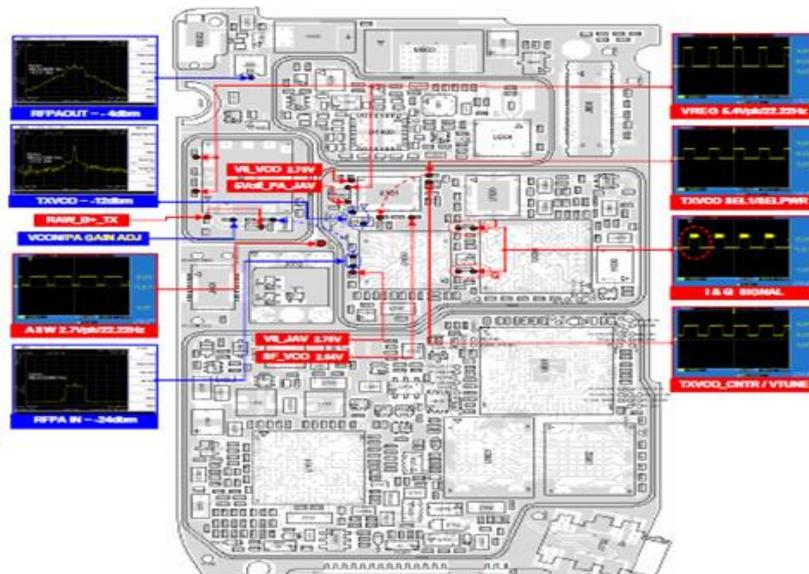


Fig. 3.3.5 Puntos de Testing  
Fuente : Propio

**D) Power Supply ( 0 – 36v ) Modelo : Instek SPS – 3610 ( Fig. 3.3.6)**



**Features:**

- Constant Voltage and Constant Current Operation
- High Efficiency
- High Power Density
- Overload and Reverse Polarity Protection
- Separate 3 1/2 Digit 0.5" LED Displays for Simultaneous Voltage and Current Readings

The SPS SERIES have single adjustable outputs.

Model	Output Volts (V)	Output Amperes (A)
SPS-3610	0 ~ 36	0 ~ 10

**Figura 3.3.6 Power Supply Instek SPS-3610**  
Fuente : Manual Fuente Instek SPS

**E) Digital Multimeter Modelo : Agilent 34401 ( Fig. 3.3.7)**



**Accuracy Specifications ± (% of reading + % of range)<sup>1</sup>**

Function	Range <sup>2</sup>	Frequency, etc.	24 Hour <sup>3</sup> 23°C ±1°C	90 Day 23°C ±5°C	1 Year 23°C ±5°C	Temperature Coefficient 0°C to -18°C 28°C to -55°C
DC voltage	100.0000 mV		0.0030 + 0.0030	0.0040 + 0.0035	0.0050 + 0.0035	0.0005 + 0.0005
	1.000000 V		0.0020 + 0.0006	0.0030 + 0.0007	0.0040 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
	10.00000 V		0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
	100.0000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0006	0.0045 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
True rms AC voltage <sup>4</sup>	100.0000 mV	3 Hz – 5 Hz	1.00 + 0.03	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.004
		5 Hz – 10 Hz	0.35 + 0.03	0.35 + 0.04	0.35 + 0.04	0.035 + 0.004
		10 Hz – 20 kHz	0.04 + 0.03	0.05 + 0.04	0.06 + 0.04	0.005 + 0.004
		20 kHz – 50 kHz	0.10 + 0.05	0.11 + 0.05	0.12 + 0.04	0.011 + 0.005
	1.000000 V	50 kHz – 100 kHz	0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008
		100 kHz – 300 kHz <sup>5</sup>	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02
		3 Hz – 5 Hz	1.00 + 0.02	1.00 + 0.03	1.00 + 0.03	0.100 + 0.003
		5 Hz – 10 Hz	0.35 + 0.02	0.35 + 0.03	0.35 + 0.03	0.035 + 0.003
	to 750.000 V	10 Hz – 20 kHz	0.04 + 0.02	0.05 + 0.03	0.06 + 0.03	0.005 + 0.003
		20 kHz – 50 kHz	0.10 + 0.04	0.11 + 0.05	0.12 + 0.04	0.011 + 0.005
		50 kHz – 100 kHz <sup>5</sup>	0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008
		100 kHz – 300 kHz <sup>5</sup>	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02

**Figura 3.3.7 Digital Multimeter Agilent**  
Fuente : Manual Mulimetro Digital Agilent

**F) Microscopio Luxo Modelo : 8711RB, System 250RB-RLI ( Fig. 3.3.8)**

Les permite a los técnicos observar las tarjetas a detalle y determinar si existe alguna pista, componente dañado. Esta técnica es muy importante debido a que si no se detecta alguna pista o componente dañado nuestro análisis podría no ser el correcto y como consecuencia tendremos un terminal averiado.



	<b>Modelo 8711RB, System 250RB-RLI</b>
<b>Optical Magnification</b>	6.5x - 45x
<b>Optical Field of View</b>	31mm - 4,5mm
<b>Working Distance</b>	95mm

**Figura 3.3.8 Microscopio Luxo 8711RB**  
Fuente : Manual Microscopio Luxo

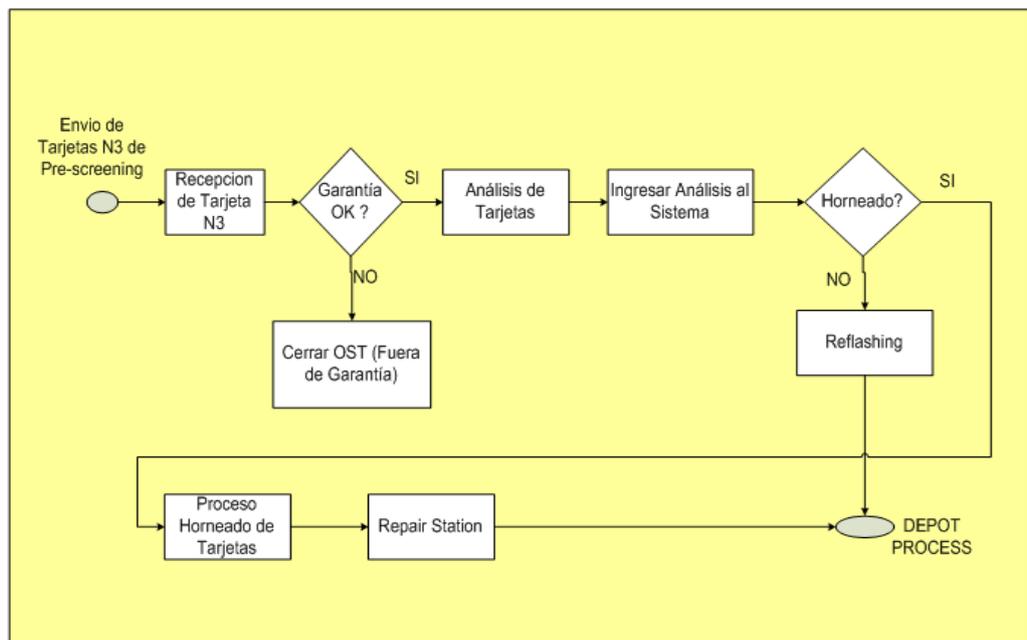
### 4.3.5 Materiales y Suministros

- Plasticoool
- Cepillo ESD
- Alcohol
- Lubrilimp
- Guantes ESD
- Bandejas ESD

### 4.3.6 Instrucciones

- Iniciar sus labores con su equipamiento ESD ( mandil , guantes , pulsera , etc)
- Asegurar la correcta calibración de todos los equipos a utilizar.
- Llevar al finalizar el día todas las tarjetas analizadas al horno para el proceso de horneado.

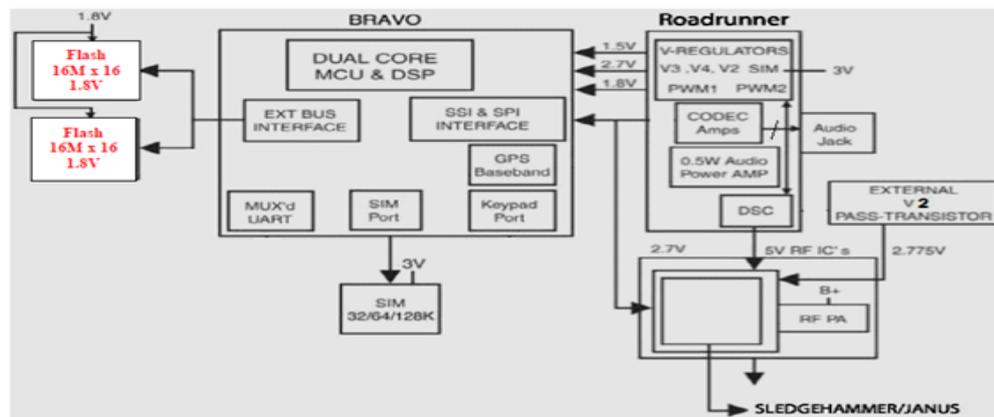
Los técnicos en esta etapa tienen que realizar las funciones como detalla el diagrama de flujo ( Fig 3.3.8)



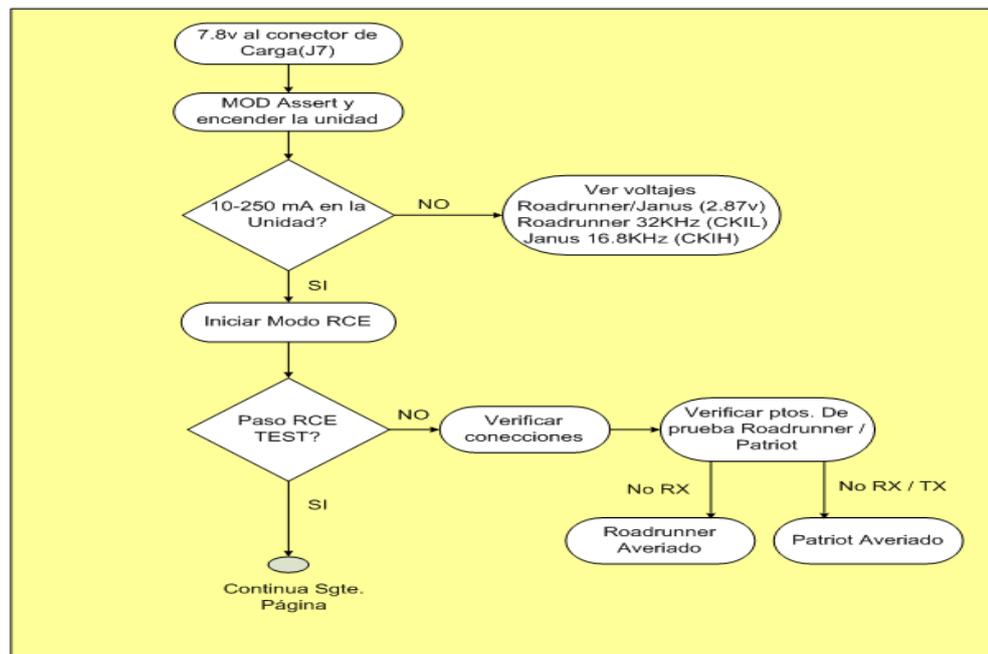
**Figura 3.3.8 Diagrama de Flujo Analysis Station**  
Fuente : Propio

### 4.3.7 Técnica aplicada Análisis Parte Digital

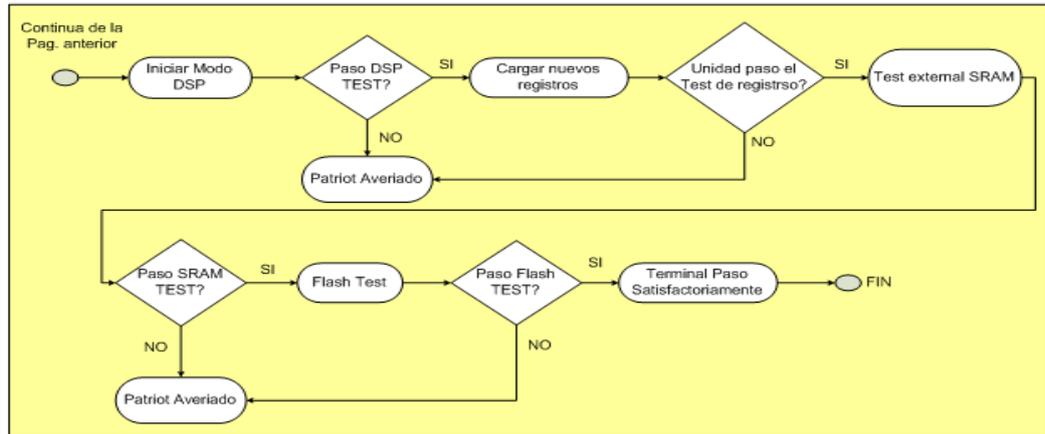
La técnica aplicada para la parte digital en este caso para el modelo i290( Fig. 3.3.9) se describe mediante el diagrama de flujo(Fig. 3.3.10) donde se describe varios puntos y test de pruebas para ver la correcta operatividad del terminal.



**Figura 3.3.9 Diagrama de Bloques Digital**  
Fuente : Manual Modelo i290



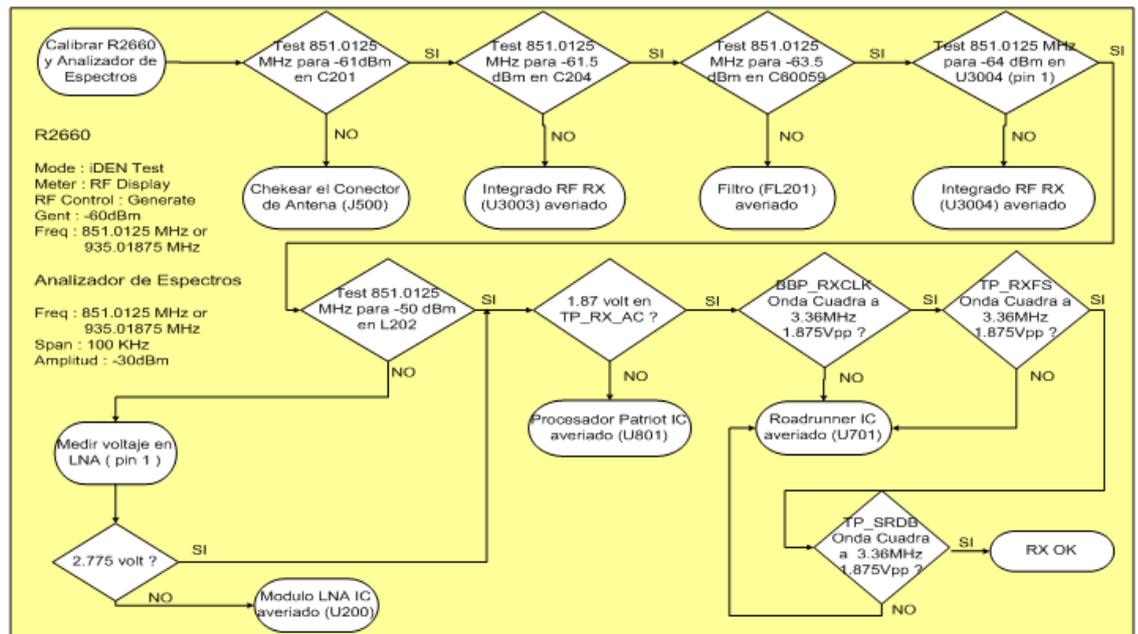
**Figura 3.3.10 Diagrama de Flujo - Parte Digital**  
Fuente : Propio



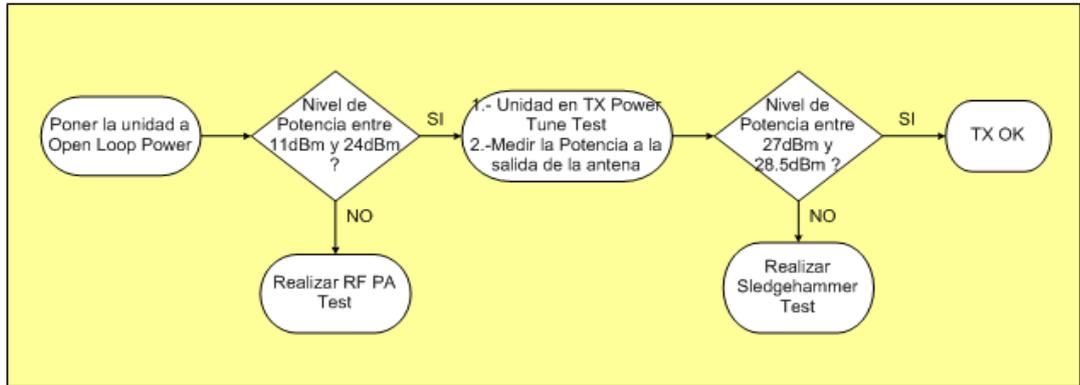
**Figura 3.3.10 Diagrama de Flujo - Parte Digital**  
Fuente : Propio

### 4.3.8 Técnica Aplicada Análisis Parte TX /RX

La técnica aplicada para la parte RX en este caso para el modelo i290 se describe mediante el diagrama de flujo(Fig. 3.3.11) y para la parte TX la figura 3.3.12 , se indica varios pasos ,pruebas , mediciones, a realizar para determinar el correcto funcionamiento del terminal .

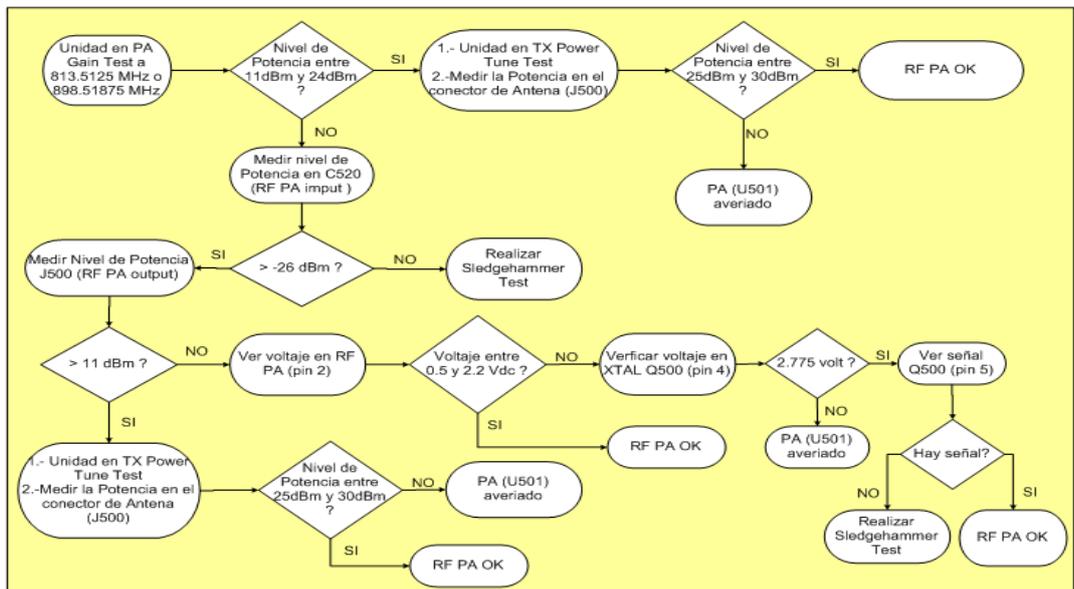


**Figura 3.3.11 Diagrama de Flujo - Analisis RX**  
Fuente : Propio



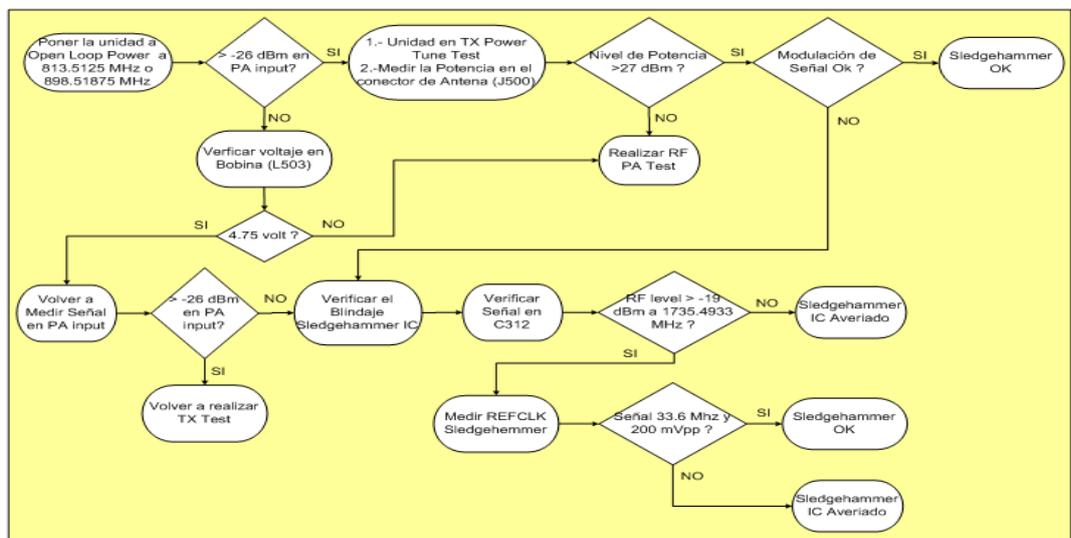
**Figura 3.3.12 Diagrama de Flujo - Análisis TX**

Fuente : Propio



**Figura 3.3.13 Diagrama de Flujo RF PA Test**

Fuente : Propio



**Figura 3.3.14 Diagrama de Flujo Sledgehammer Test**

Fuente : Propio

## **4.4 TÉCNICA HORNEADO DE TARJETAS**

En el proceso de Horneado de Tarjetas son los técnicos de la estación de análisis que se encuentran a cargo.

Los técnicos luego de analizar las tarjetas están en la obligación de poner las tarjetas al horno para luego ser llevado al proceso de reparación.

El objetivo principal del horneado de las tarjetas es para solucionar algunas soldaduras frías que presente la tarjeta, limpiar de impurezas.

### **4.4.1 Área Implicada**

Todos los técnicos de Análisis Station

### **4.4.2 Equipos y Accesorios**

- Horno
- Rack Horno
- Bandejas ESD

### **4.4.3 Materiales y Suministros**

- Guantes
- Bolsas Antiestáticas

### **4.4.4 Instrucciones**

- Estar con vestimenta ESD ( mandil , guantes, lentes)
- Colocar las Tarjetas en forma ordenada en las bandejas del Horno.
- Todas las Tarjetas son Horneadas a una temperatura de 125 °C y por un tiempo de 24 horas.
- Luego del horneado todas las Tarjetas son puestas en bolsas antiestáticas y bandejas ESD para ser llevado a las Estaciones de Reparación.

## 4.5 REPAIR STATION

### 4.5.1 Área Implicada

Todos los técnicos de la Estación de Reparación.

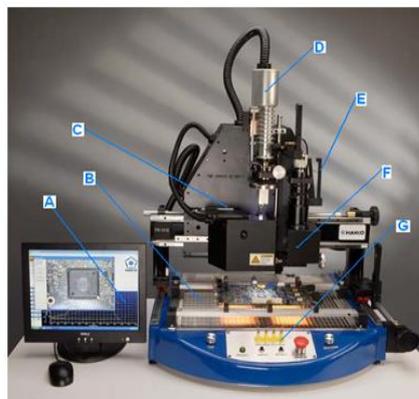
### 4.5.2 Documentos Aplicables

- Diagrama de Flujo del Proceso
- ESD (Electrostatic discharge )
- Services Manuals
- Videos , Documentos sobre Reparación de todos los modelos.
- Manuales de todos los equipos ( Rework Station Hakko , BGA Rework System Hakko , etc )

### 4.5.3 Técnicas de Reparación utilizando Equipos Electrónicos

#### A) BGA Rework System Hakko Modelo : FR-1418

La técnica de reparación utilizando este equipo(Fig. 3.5) permite al técnico del laboratorio de reparación a remover y a colocar con precisión los componentes BGA(amplificadores, procesadores, memorias) en la tarjeta principal y así descartar fallas en la etapa de reparación y garantizar un buen funcionamiento del Terminal.



<b>Part Number</b>	<b>FR1418-01</b>
<b>Power Consumption</b>	120 VAC, 15A
<b>Preheater, low mass IR</b>	750W Single Zone 254 x 305 mm (10 x 12 inch) Proportional control 20-100%
<b>Top Heater, forced convection hot/gas</b>	1000W
<b>Dimensions</b>	711 x 711 x 711 mm (28 x 28 x 28 inch)
<b>Weight</b>	57 kg (125 lbs.)
<b>Supply Air</b>	483 kPa (70 PSI) 5 CFM (Dry, Filtered) 1/8 inch NPT female inlet 3/8 inch (10mm) min.

Figura 3.5 BGA Rework System Hakko FR-1418  
Fuente : Manual BGA Rework System Hakko

### a) Sistema de Control

El software permite graficar parámetros medidos por las termocuplas ubicadas en puntos alrededor del componente BGA.

Las termocuplas muestran parámetros a determinadas temperaturas y a determinados tiempos de : Preheat , Soak , Reflow , Cooling.

El software permite alinear los puntos de soldadura del componente BGA con los puntos de la placa y así tener una correcta soldadura, también permite almacenar distintos perfiles para determinados componentes BGA.

### b) Infrared Preheater

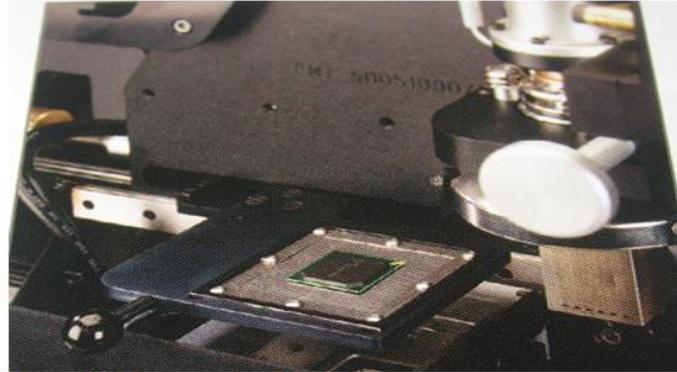
El Preheater infrarrojo(Fig.3.5.1)cumple la función de recalentar a una determinada temperatura controlada por el software la tarjeta principal por la parte posterior y así hacer que la temperatura en la zona donde se encuentra el componente BGA a cambiar este controlado y no dañar componentes que se encuentren alrededor.



**Figura 3.5.1 Preheater Infrarrojo**  
**Fuente : Manual BGA Rework System Hakko**

### c) Component Nest

La figura 3.5.2 muestra la Base Nest que sirve para colocar el nuevo componente BGA que va ser alineado y colocado en la placa principal.



**Figura 3.5.2 Component Nest**  
**Fuente : Manual BGA Rework System Hakko**

### d) Top Heater

El Top Heater (Fig. 3.5.3) tiene un poder de 1000 watts y es el que hace la función del fluido de calor a una determinada temperatura en la parte superior del componente BGA para la soldadura.

La temperatura varía según el componente BGA y según el modelo de la placa , todos estos parámetros son almacenados por el software.



**Figura 3.5.3 Top Heater**  
**Fuente : Manual BGA Rework System Hakko**

### e) Gantry System

Es un brazo (Fig. 3.5.4) que nos permite mover la cámara en las posiciones X,Y,Z para alinear correctamente el componente BGA con los puntos de soldaduras en la placa principal.



**Figura 3.5.4 Gantry System**  
**Fuente : Manual BGA Rework System Hakko**

### f) Optical Alignment System

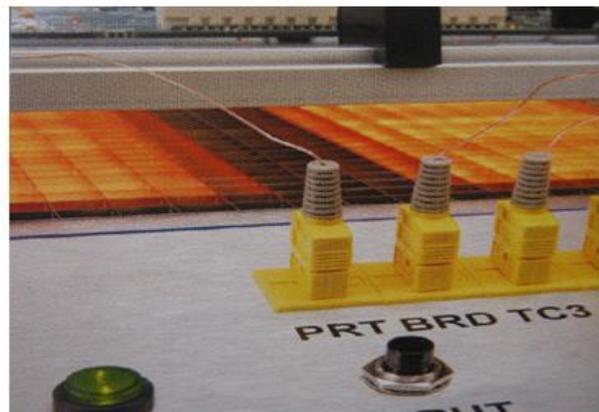
Optical Alignment System (Fig.3.5.5) utiliza una cámara CCD con un espejo plano y el prisma división del haz para la alineación fácil de BGA.



**Figura 3.5.5 Optical Alignment System**  
**Fuente : Manual BGA Rework System Hakko**

### g) Micro-processor Control

Es la parte del control de las 3 termocuplas tipo K y de las cuales se obtiene la grafica de : Preheat , Soak , Reflow , Cooling.(Fig.3.5.6)



**Figura 3.5.6 Micro-processor Control**  
Fuente : Manual BGA Rework System Hakko

### h) SMD Hot Air Rework Station Modelo : FR – 803B

Los técnicos con este equipo(Fig.3.5.7) pueden remover componentes BGA, blindajes , componentes mecánico (conectores) y componentes pequeños ( resistencias ) .

Almacena Profiles para remover determinados componentes BGA y se utilizan diferentes Nozzles (boquillas) para la reparación.



Specifications	
Power Consumption	100V-310W, 110V-370W, 120V-440W, 220V-590W, 230V-650W, 240V-700W
Station	
Power Consumption	100V 30W 110-120V 40W 220-240V 50W (Standby, 100-120V 4W, 220-240V 4W)
Capacity	5L/min to more than 20L/min
Control temperature	100-500°C / 200-930°F (Sensor)
Modes	Manual / Auto
Timer	50 files / 3 steps
External dimensions	160(W) x 145(H) x 230(D)mm/6.3 x 5.7 x 9.1in.
Weight (Station)	5kg(11.02lb)
Handpiece	
Power Consumption	100V-280W 110-330W 120V-400W 220V-540W 230V-600W 240V-650W
Total Length (w/o cord)	200mm/7.9in.
Weight (w/o cord)	200g/0.44lb.

**Figura 3.5.7 SMD Hot Air Rework Station FR – 803B**  
Fuente : Manual Hot Air Rework Station

## B) Preheater Modelo : FR – 820

Con este equipo (Fig. 3.5.8) los técnicos van a calendar por la parte posterior de la tarjeta a una temperatura aprox. 120C° para así remover los puntos de soldadura del componente a retirar.



<b>Model Name</b>	FR-820
<b>Power Consumption</b>	470W / 120VAC
<b>Hot Air Temperature</b>	150°C - 300°C (302°F - 572°F)
<b>Air Flow</b>	0.18 cu.m/min (6.35 cu.ft/min)
<b>Outer Dimensions</b>	140(w) x 70(h) x 170(d) mm 5.5(w) x 2.7(h) x 6.7(d) in.
<b>Weight (w/o cord)</b>	600g (1.3 lbs)

Figura 3.5.8 Preheater FR – 820

Fuente : Fuente : Manual Preheater Hakko

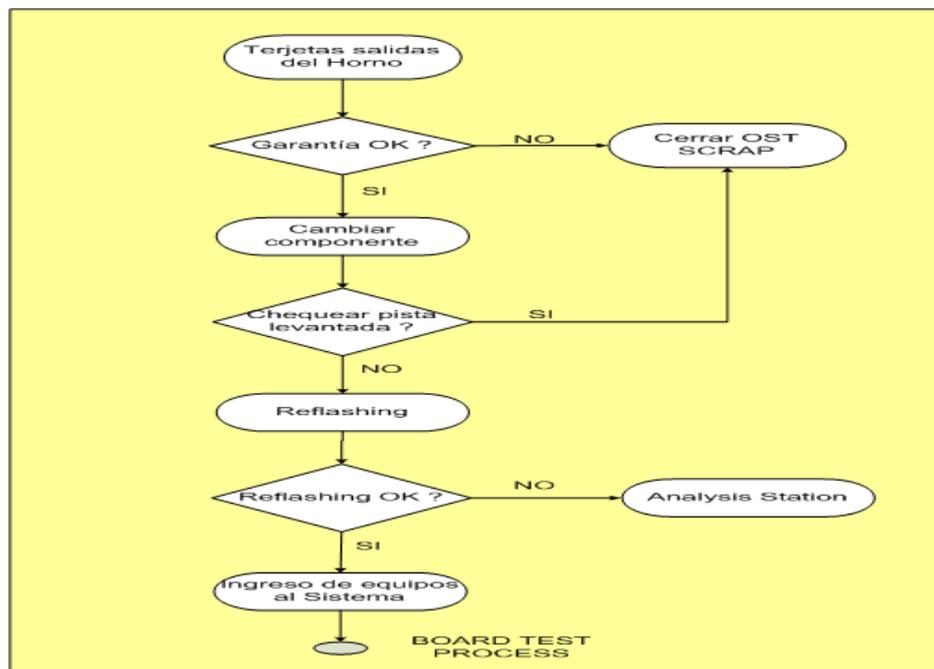
### 4.5.4 Accesorios y Materiales

- Pinzas
- Multímetro
- Alcohol
- Flux
- Estaño
- Blindajes
- Plastic tool
- Cepillo ESD
- Alcohol
- Guantes ESD
- Bandejas ESD

### 4.5.5 Instrucciones

- Estar con vestimenta ESD ( mandil , guantes, lentes)
- Asegurar la correcta calibración de todos los equipos a utilizar.
- Ingresar todos los repuestos consumidos al sistema y la respectiva reparación.

Los técnicos en esta etapa tienen que realizar las funciones como detalla el diagrama de flujo ( Fig 3.5.9)



**Figura 3.5.9 Diagrama de Flujo Repair Station**  
**Fuente : Propio**

## 4.6 BOARD TEST

### 4.6.1 FUNCIÓN

El Board Test es una equipo de calibración y testing de tarjetas electrónicas para Radios Celulares iDEN en las etapas de RF , Digital , Carga . Dicho equipo esta conformado por : INSTRUMENT RACK ( EQUIPOS ELECTRÓNICOS ) y MAIL BOX (CAVIDADES) . Estas Dos partes están interconectadas entre si y harán posible la calibración, testing a las tarjetas electrónicas y así obtener un Terminal reparado óptimo.

### 4.6.2 Instrument Rack

Conformada por equipos electrónicos que están interconectados con las cavidades , realizan el testeo y calibración en puntos específicos ubicados la tarjeta principal. En las siguientes páginas detallo mediante diagramas las interconexiones de los equipos electrónicos que presenta el Instrument Rack.

### Listado de Equipos Electrónicos y Cables (tabla 3.6)

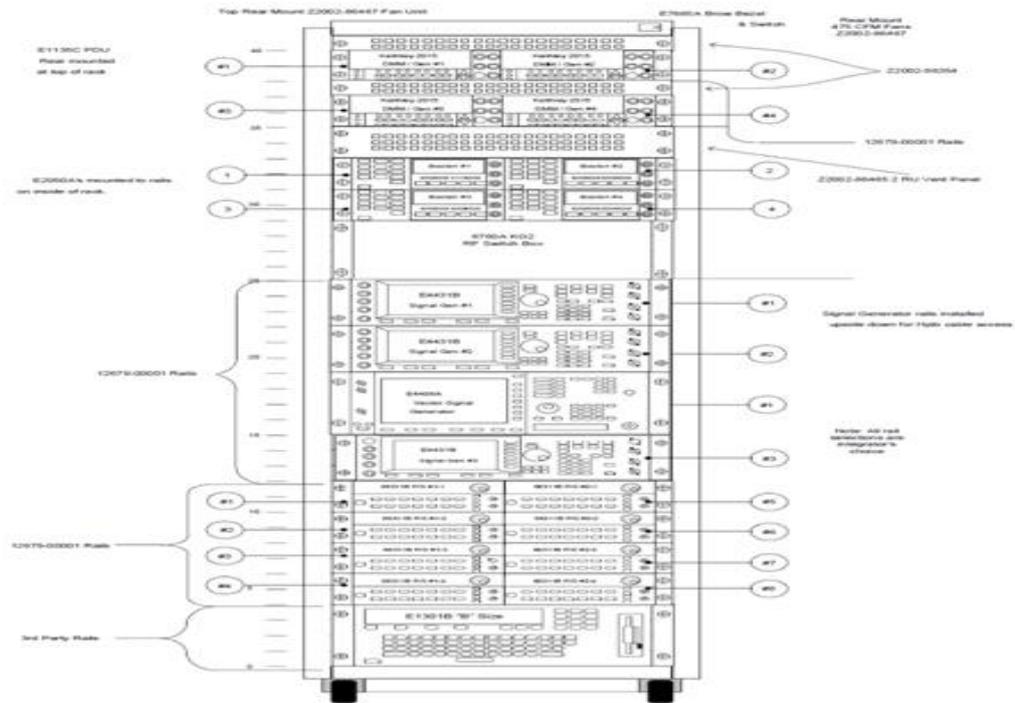
INSTRUMENT RACK EQUIPMENT				
ITEM	DESCRIPTION	Model	Brand	Qty
1	rack + 26 rails + 2 pig tail		Hewlett Packard	1
2	Power Distribution Unit	E1135C	Hewlett Packard	1
3	THD DMM Keithley	2015	Keithley	4
4	POWER METER	4531-01-02	Boonton	4
5	RF SWITCH BOX	Z00055-B		1
6	SIGNAL GENERATOR	E4431B	Hewlett Packard	3
7	VECTOR SIGNAL ANALYZER	E4406A	Hewlett Packard	1
8	DC SOURCE	66311B	Agilent	8
9	VXI HP75000 relay driver	HP75000	Hewlett Packard	1
10	LAN BOX	E2050A	Hewlett Packard	6
11	Power supply for Jan box		Hewlett Packard	6
12	atenuadores 10db	1	Weinschel	5
13	power sensor	57518	Boonton	4
14	terminators for distribution box 10MHz			2
15	distribution box 10MHz	15542		1

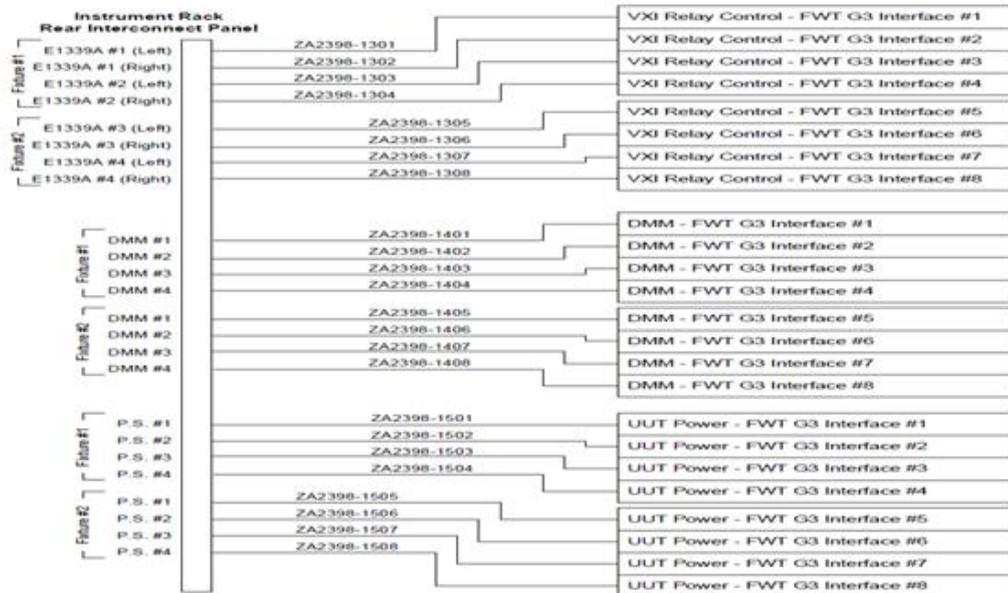
INSTRUMENT RACK CABLES		
ITEM	DESCRIPTION	Qty
1	Power cable	28
2	GPIB cable	22
3	network cable	6
4	audio cable + hi + lo (DMM)	4
5	DC source cable	8
6	RF cables (switch box to rear interconnect panel)	8
7	RF cables (switch box to vsa sig gen)	4
8	power sensor cable	4
9	10MHz reference cable	5
10	flat cables 0.5metros	12

Tabla 3.6 Listado de Equipos Electrónicos y Cables Board Test  
Fuente : Propio

## Instrument Rack Layout (Fig.3.6)



**Figura 3.6 Instrument Rack Layout**  
Fuente : Manual Instrument Rack



**Figura 3.6.1 Sistema de Interconexion – Instrument Rack**  
Fuente : Manual Instrument Rack

## Diagrama Interconexión GPIB BUS (Fig. 3.6.2)

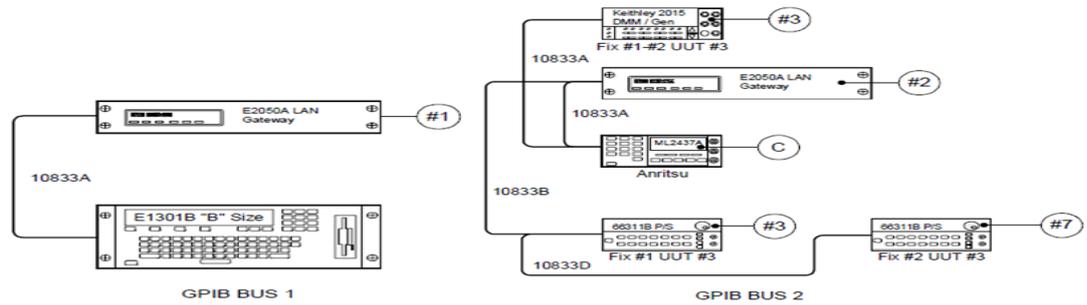


Figura 3.6.2 Diagrama Interconexión GPIB BUS  
Fuente : Manual Instrument Rack

## Diagrama Interconexión DMM (Total Harmonic Distortion Multimeter Fig.3.6.3)

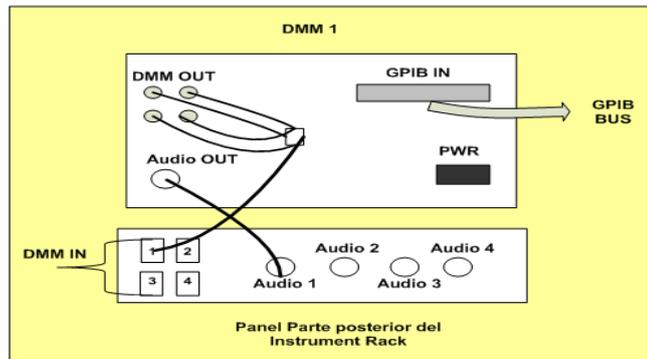


Figura 3.6.3 Diagrama Interconexión DMM  
Fuente : Propio

## Diagrama Interconexión Power Meter( Fig. 3.6.4)

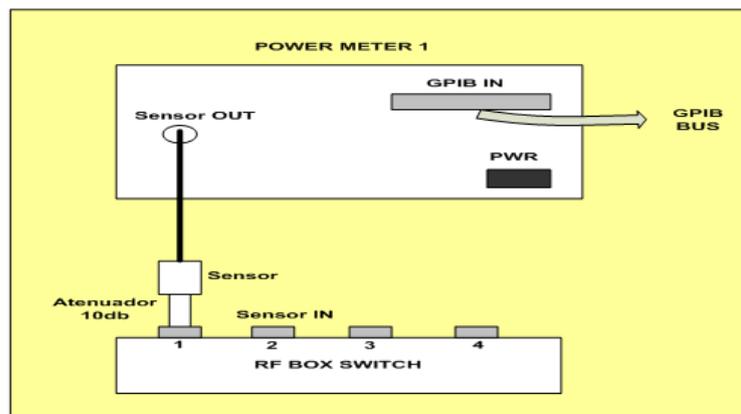


Figura 3.6.4 Diagrama Interconexión Power Meter  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión RF Switch Box (Fig. 3.6.5)

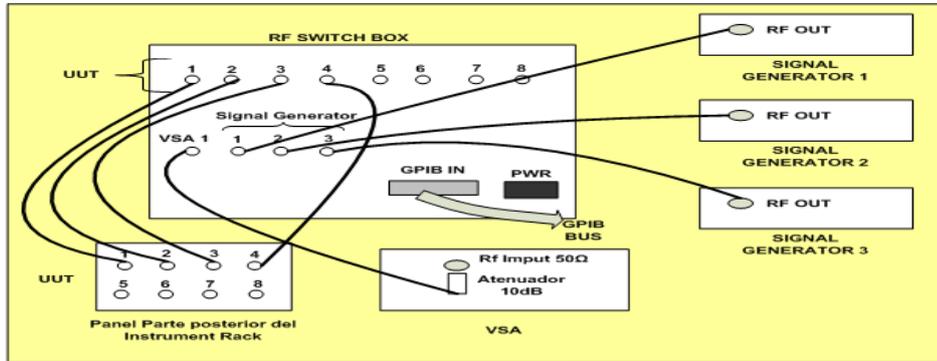


Figura 3.6.5 Diagrama Interconexión RF Switch Box  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión Signal Generator(Fig. 3.6.6)

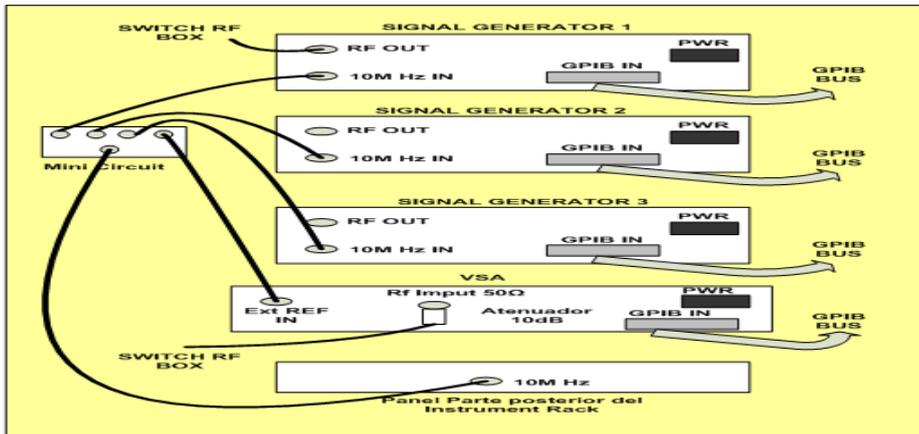


Figura 3.6.6 Diagrama Interconexión Signal Generator  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión DC Source (Fig. 3.6.7)

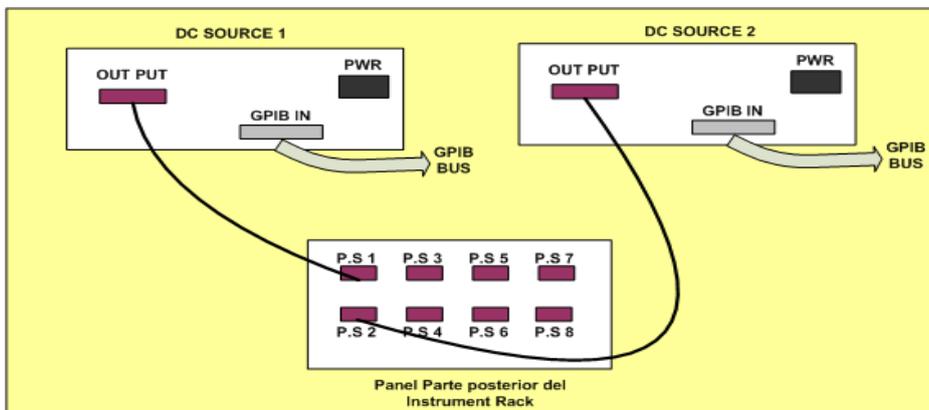


Figura 3.6.7 Diagrama Interconexión DC Source  
Fuente : Propio

### 4.6.3 Mail Box ( Cavidades )

Conformado por una serie de equipos electrónicos, 8 cavidades y a través de un software realizan la correcta calibración de las tarjetas electrónicas. En las siguientes páginas se detalla mediante diagramas las interconexiones de los equipos electrónicos que presenta el Mail Box. La Tabla 3.7 detalla el listado de equipos y cables utilizados .

MAILBOX EQUIPMENT				
ITEM	DESCRIPTION	Model	Brand	Qty
1	rack for cavities motherboard (G3 external interface)			1
2	Z00574 interface			8
3	DC source for Z00574	WRI4212	ELPAC	2
4	BNC T adapter			2
5	DC source for motherboard	E3610A	Agilent	4
6	keyboard	SK-8100	Dell	2
7	mouse	04N454	Dell	1
8	x terminal	Explora 451	NCD	1
9	power supply for X Terminal			2
10	cavities			8
11	Computers	Precision 380	Dell	4
12	switch 16 ports	Power connect 2616	Dell	1
13	Computer	Precision 380	Dell	1
14	Computer	Visualize B132L+	Hewlett Packard	1
15	Computer	Visualize B180L	Hewlett Packard	1

MAILBOX CABLES		
ITEM	DESCRIPTION	Qty
1	RF cable	8
2	cable power for motherboard 1x4	2
3	cables db25M - db25F	16
4	cable dmm + audio + power	8
5	flat cables 3meters	12
6	cable db15male to db9female for Z00574	8
7	power cable	13
8	serial cable DB9 male - DB9 female (cavity to Z00574)	8
9	usb cable	8
10	serial cable DB9 male - DB9 female (cavity to cpu)	8
11	hose for air pressure and quick connectors	8

Tabla 3.7 Listado de Equipos Electrónicos y Cables  
Fuente : Propio

### Sistema de Interconexión – Mail Box (Fig. 3.6.8)

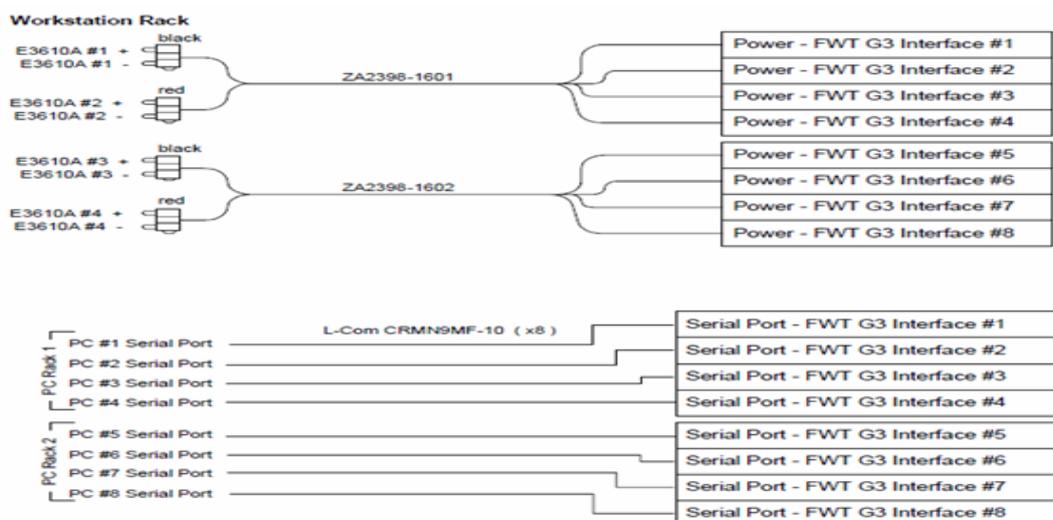


Figura 3.6.8 Sistema de Interconexión – Mail Box  
Fuente : Manual Mail Box

### Diagrama Interconexión BT – Cavidades(Fig. 3.6.9)

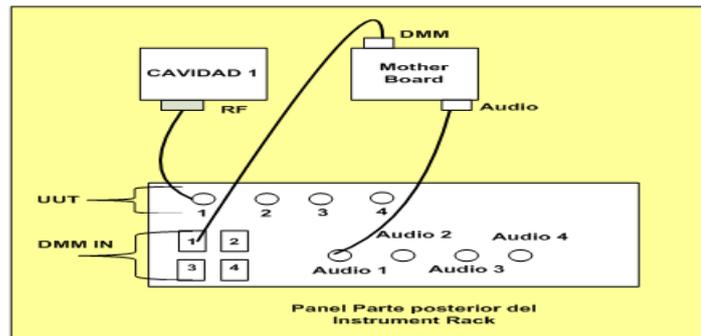


Figura 3.6.9 Diagrama Interconexión BT – Cavidades  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión BT – Mother Boards(Fig. 3.6.10)

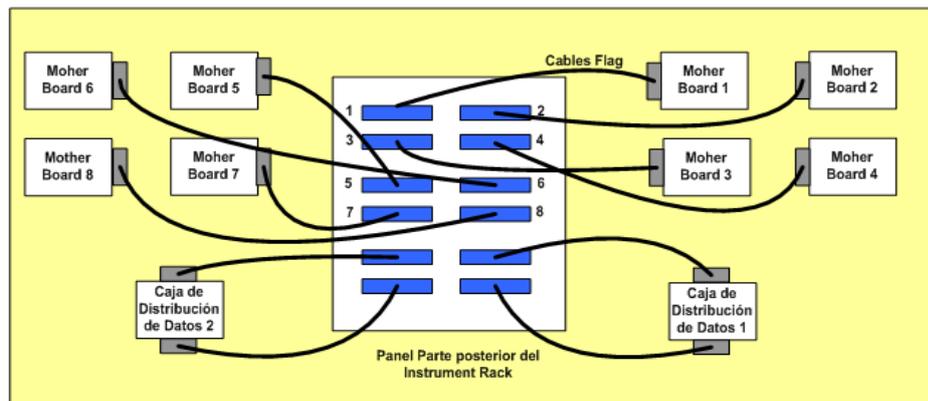


Figura 3.6.10 Diagrama Interconexión BT – Mother Boards  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión Distribución de Datos – Cavidades (Fig. 3.6.11)

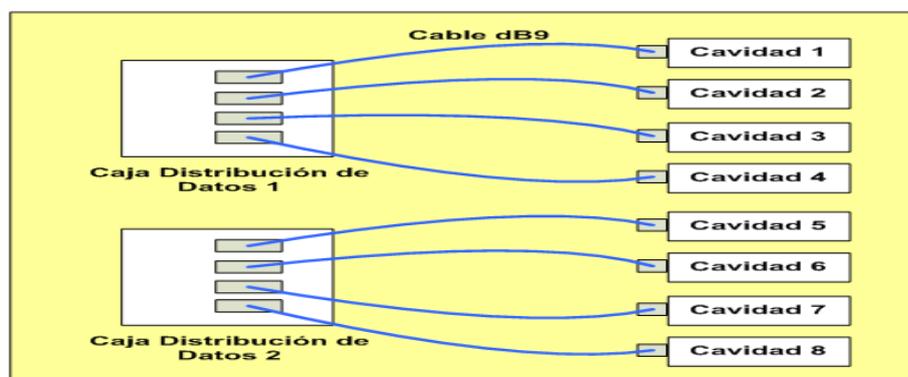


Figura 3.6.11 Diagrama Interconexión Distribucion de Datos – Cavidades  
Fuente : Propio



#### **4.6.4.1 SIM\_TEST (DIGITAL)**

El software pone en modo Berbug al Terminal y verifica la comunicación entre el SIM y el microprocesador

#### **4.6.4.2 SW\_B\_PLUS (DIGITAL)**

Este comando verifica el voltaje que hay en el pin 7 del microprocesador que es necesario para la comunicación con las cavidades.

#### **4.6.4.3 DEEP\_SLEEP (DIGITAL)**

El Terminal es puesto en este modo en donde no hace consumo de batería y el software no debe de testear más de 4mA.

#### **4.6.4.4 SOFT\_TURN\_OFF (DIGITAL)**

Con este comando el Terminal es apagado por un tiempo en segundos y luego es encendido en forma forzada.

#### **4.6.4.5 AVG\_STBY\_CUR ( CARGA )**

Con este comando verifica la corriente en los puntos de prueba de carga en el Terminal.

#### **4.6.4.6 CAL\_FACTOR ( CARGA )**

Este comando verifica el voltaje correcto en el conversor A/D del PCAP en el Terminal . Aprox 2.76v

#### **4.6.4.7 BATT\_AD\_TEST\_VL ( CARGA )**

Realiza la calibración del Terminal encendido, apagado, carga a un voltaje bajo aprox. 3 voltios.

#### 4.6.4.8 BATT\_AD\_TEST\_VH ( CARGA)

Realiza la calibración del Terminal encendido, apagado, carga a un voltaje alto aprox. 4.6 voltios.

#### 4.6.4.9 EXT\_MIC ( AUDIO)

Verifica la señal del audio externo (speaker) en el terminal a 1Khz con una amplitud de 16mVrms .

#### 4.6.4.10 INT\_MIC ( AUDIO)

Verifica la señal del audio interno en el terminal a 1Khz con una amplitud de 2mVrms .

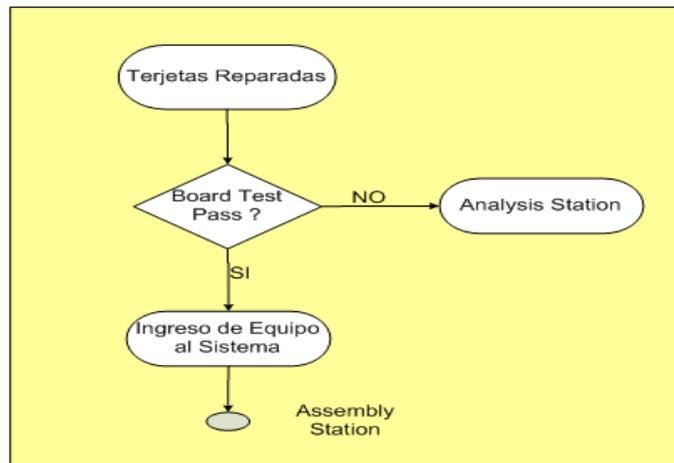
### 4.6.5 Resultados Board Test

La tabla 3.6.5 muestra los resultados que se obtuvieron de un Terminal reparado en buenas condiciones.

Process	Station	Device	ProcTime	P/F	Date /Time
BT	7600	5-G	441.938	P	04/19/10 06:46:43
Test:	SW_B_PLUS	Val: 4.02455		UL: 4.2	LL: 3.8
( P )	Time: .776842		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	EXT_MIC	Val: .721153		UL: 1	LL: .5993
( P )	Time: 10.0029		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	ACC_LVL	Val: 105042		UL: .135	LL: .098
( P )	Time: 2.53329		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	INT_MIC	Val: .185545		UL: .229	LL: .125
( P )	Time: 7.94899		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	EAR_LVL	Val: 118503		UL: .162	LL: .097
( P )	Time: 2.53734		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	AUDIOJACK_LVL	Val: .033097		UL: .04	LL: .025
( P )	Time: 3.92381		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	AUDIOJACK_LPBK	Val: .332201		UL: .507	LL: .221
( P )	Time: 9.03201		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	AVE_STNBY_CUR	Val: 20.1236		UL: .30	LL: .7
( P )	Time: .492883		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	CAL_FACTOR	Val: .987719		UL: 4	LL: 0
( P )	Time: 1.18461		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	BATT_AD_TEST_L	Val: 2.95949		UL: 3.1	LL: 2.9
( P )	Time: 2.29653		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	BATT_AD_TEST_H	Val: 4.61668		UL: 4.7	LL: 4.5
( P )	Time: .000177		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	WPIC_OFFSET	Val: 0		UL: 2000	LL: 0
( P )	Time: .420953		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	L_OFFSET	Val: 768		UL: 2000	LL: 0
( P )	Time: .000178		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	O_OFFSET	Val: 768		UL: 2000	LL: 0
( P )	Time: .000173		Fq: 100000000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	WARP	Val: 1		UL: 0	LL: 0
( P )	Time: 9.035		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	FREQ_OFFSET_FX	Val: 23		UL: 200	LL: -200
( P )	Time: .000178		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	FREQ_OFFSET_FZ	Val: -36		UL: 200	LL: -200
( P )	Time: .000187		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	WARPS	Val: 360		UL: 520	LL: 120
( P )	Time: .000177		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	SENSITZ	Val: .111994		UL: .19	LL: .08
( P )	Time: .00018		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	ROOM_TEMP	Val: 28.25		UL: 34	LL: 20
( P )	Time: .000179		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0
Test:	WARP_RESOLUTION	Val: 98		UL: 200	LL: 10
( P )	Time: .000182		Fq: 858562000	Ch: 1	Rst: 0

Tabla 3.6.5 Resultados Board Test  
Fuente : Propio

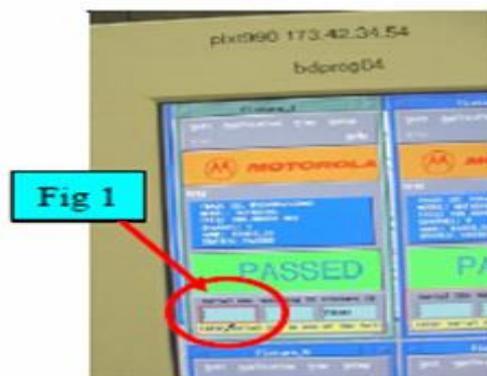
Los técnicos en esta etapa tienen que realizar las funciones como detalla el diagrama de flujo ( Fig 3.6.13)



**Figura 3.6.13 Diagrama de Flujo Board Test Process**  
Fuente : Propio

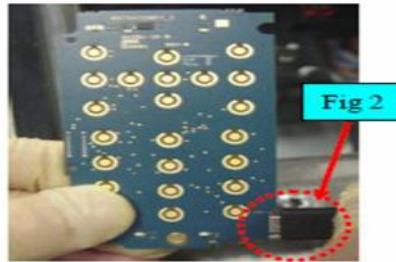
#### 4.6.6 Procedimiento Board Test

- a) Verificar que el Board Id de la tarjeta sea el correcto y que este en buen estado ( legible para el escaneo ).
- b) Escanear el Board Id como muestra la figura 1



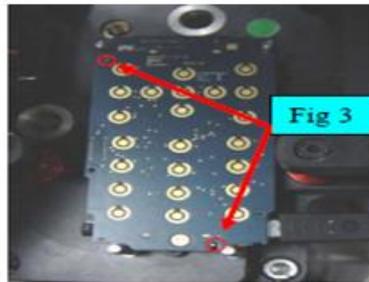
**Figura 1**  
Fuente : Propio

- c) Conectar el EMU ( USB ) al conector de la Tarjeta principal como muestra la figura 2.



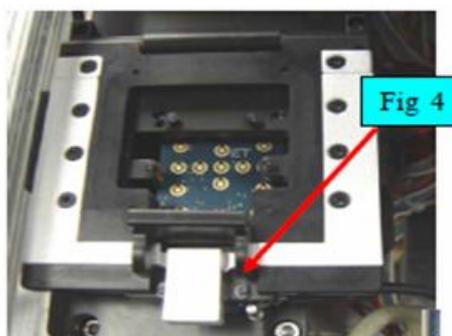
**Figura 2**  
**Fuente : Propio**

- d) Colocar la tarjeta principal en la Nest (según modelo ) teniendo cuidado de los pines como muestra la figura 3.



**Figura 3**  
**Fuente : Propio**

- e) Cerrar el Nest con todos los cables conectados como muestra la figura 4.



**Figura 4**  
**Fuente : Propio**

- f) Cerrar la cavidad y hacer correr el software para el testeo, esperar que termine el testing ( PASS /FAIL ) como muestra la figura 5.

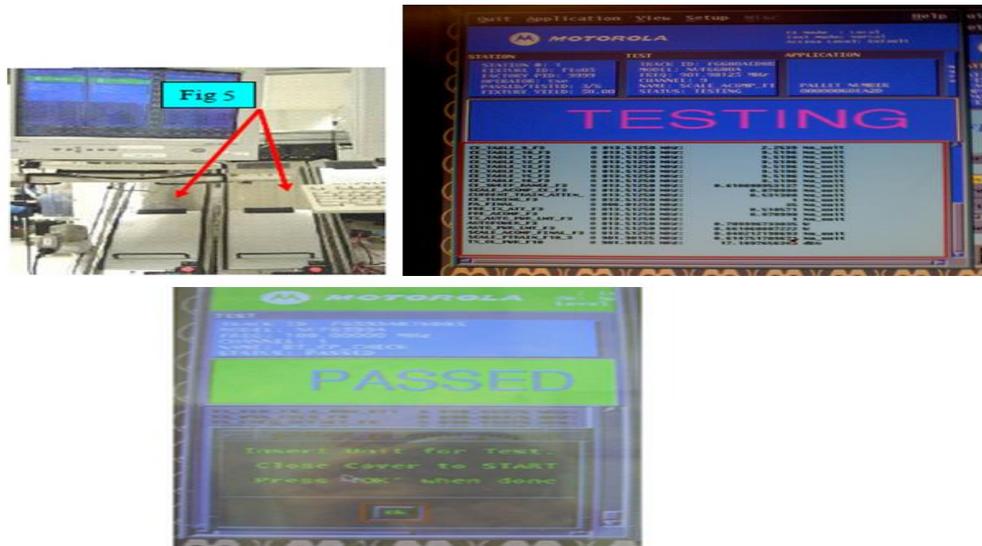


Figura 5  
Fuente : Propio

## 4.7 SIP / POP

### 4.7.1 FUNCIÓN

En esta etapa la función principal es escribir el Imei , Serial , Tanapa(según región) a todos los terminales mediante el software SIP (Serial & IMEI Programming )

Otra función es personalizar al Terminal(imágenes, tonos , idiomas ,juegos , versión del software) según modelo mediante el software POP ( Postponement Programming )

### 4.7.2 Equipos y Accesorio

- computadoras
- Softwares instalados
- SimCards
- Scanner
- Cepillo ESD
- Alcohol

Los técnicos en esta etapa tienen que realizar las funciones como detalla el diagrama de flujo ( Fig 3.7)

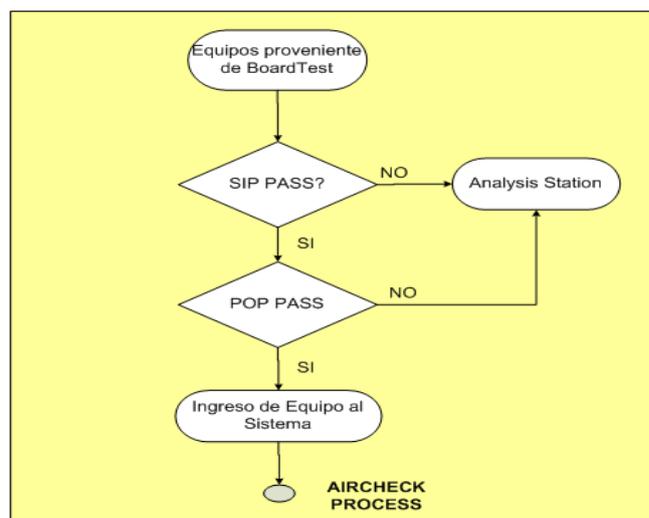


Figura 3.7 Diagrama de Flujo SIP/POP Process  
Fuente : Propio

### 4.7.3 Procedimiento SIP/POP Test

Todos los Terminales que pasan el testing del BoardTest son llevados a las estaciones de SIP/POP para ser escritos los Imeis , Seriales y personalizar al Terminal.La tabla 3.7 muestra el resultado final de un Terminal luego del procedimiento de SIP/POP.

MODEL	Q90						
TANAPA	MMF1278A00						
CARRIER	Nextel del Peru						
CP VERSION	FS VERSION	USR VERSION	IDEN SW VERSION	CSD VERSION	RINGTONE	WALLPAPER	JAVA
6A.04.01	N/A	U7FA.12.06	R7F.00.04	C12.06.15	Bridge Lights DoneLeftMe Galacto Hello Moto Klepto Pleather	Tema predeterminado Deset Rock Jungle Boat set Sail Boats Glacier	Calculadoras ProRally My Location Download Apps
THEME	LANGUAGE	UE VERSION	CDMA SW VERSION	PRL VERSION			
Estándar (default) Reunion Automóvil Oficina Audifono Solo Priv Solo Dir	English Español (default) Portugues Automatico	UE7FV00.03	N/A	N/A	Dont Look back Whirlwind Timbre1 Timbre2 Timbre3 Timbre4 Timbre5 Timbre6 Timbre7 Timbre8 Timbre9 Timbre10 Timbre11 Timbre12	Nazca Sandman Sunset NiceSun Sky Dive Farscape Blue Sand (default)	
MOTOTALK	VERIFY SIGNAL BARS	MCL VERSION	VERIFY MSL	UNIT SERIAL			
No	N/A	N/A	N/A	364VJL8DP2			
TEXT SIZE	MMS	Power Up/Splash Screens	SUB_ID				
Zoom Estándar (default) Comprimido	N/A	N/A	A		Vibrar Silencio		

Tabla 3.7 Resultado de SIP/POP

Fuente : Propio

## 4.8 AIRCHECK

### 4.8.1 FUNCIÓN

El AirCheck es un equipo que realiza pruebas de RF a los Terminales reparados y nos indica mediante un software si el equipo se encuentra correctamente calibrado y reparado . El testing lo realiza mediante un software NexTest donde nos muestra los valores que se muestrean en la etapa de RF . Tabla 3.8 detalla el listado de equipos y cables utilizados .

AIR CHECK EQUIPMENT				
ITEM	DESCRIPTION	Model	Brand	Qty
1	LAN BOX	E5810A	Agilent	3
2	Computer	Optiplex GX270	Dell	1
		Optiplex GX270	Dell	1
		Precision 380	Dell	1
3	Switch catalyst 2950	catalyst 2950	Cisco	1
4	X terminal NCD900 with power supply	NCD900	NCD	1
5	RF tray	D90-2540-D	HVE	1
6	Communication analyzer	R2660	General Dynamics	4
7	Keyboard		logitech	1
8	Mouse			1
9	Terminators 50ohms		Pomona	8
10	adapter SMA to BNC			8
11	RF enclosure package	RF shield box	Willtek	4
12	rack with accesories			1
13	RF cable (orange)	1GVT4	Megaphase	8
14	RF cable for enclosure (blue)	1GVT4	Megaphase	4

Tabla 3.8 Listado de Equipos Electrónicos y Cables  
Fuente : Propio

### AirCheck Rack Layout (Fig. 3.8)



Figura 3.8 AirCheck Rack Layout  
Fuente : Manual AirCheck

### Diagrama Interconexión GPIB BUS (Fig. 3.8.1)

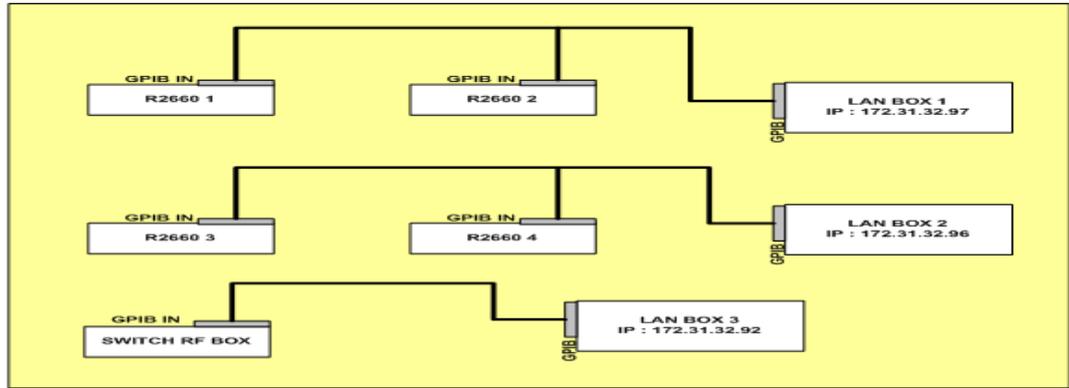


Figura 3.8.1 Diagrama Interconexión GPIB BUS  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión R2660 – Switch RF Box (Fig.3.8.2)

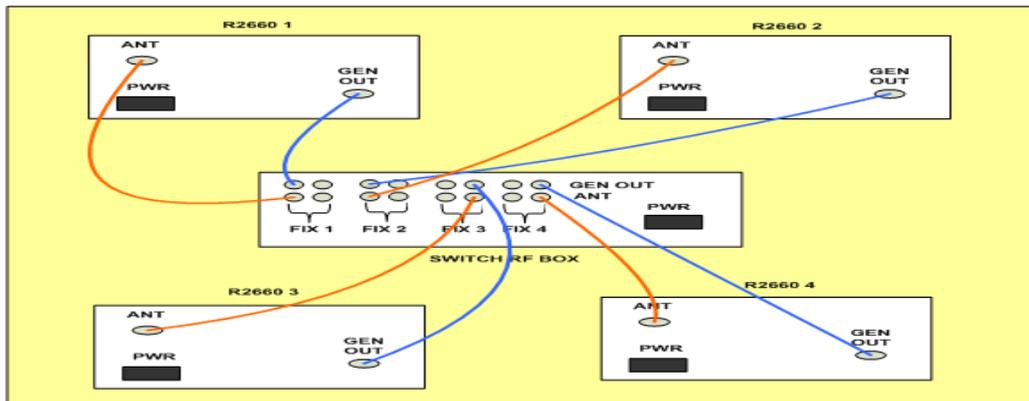


Figura 3.8.2 Diagrama Interconexión R2660 – Switch RF Box  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión Switch RF Box – RF Enclosure(Fig. 3.8.3)

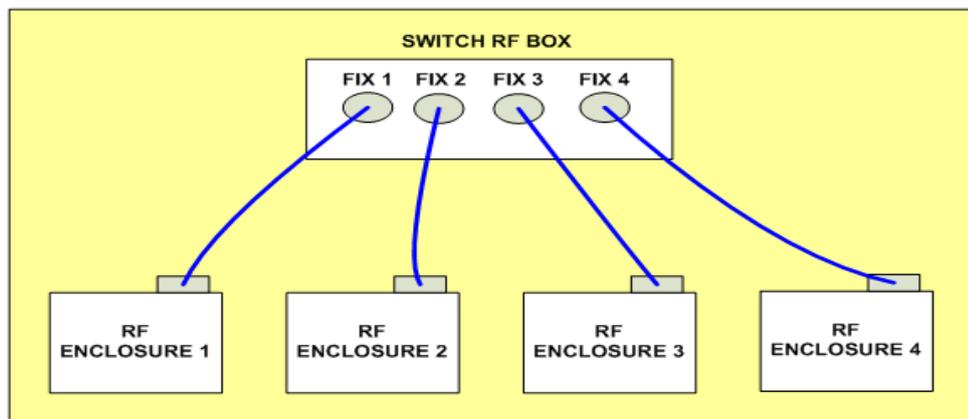


Figura 3.8.3 Diagrama Interconexión Switch RF Box – RF Enclosure  
Fuente : Propio

### Diagrama Interconexión RF Enclosure – PCs (Fig. 3.8.4)

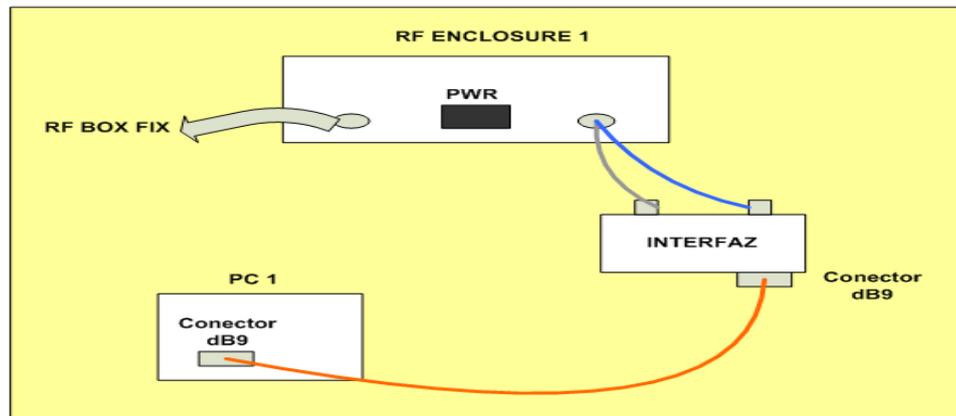


Figura 3.8.4 Diagrama Interconexión RF Enclosure – PCs  
Fuente : Propio

### Diagrama de Flujo AirCheck Process (Fig. 3.8.5)

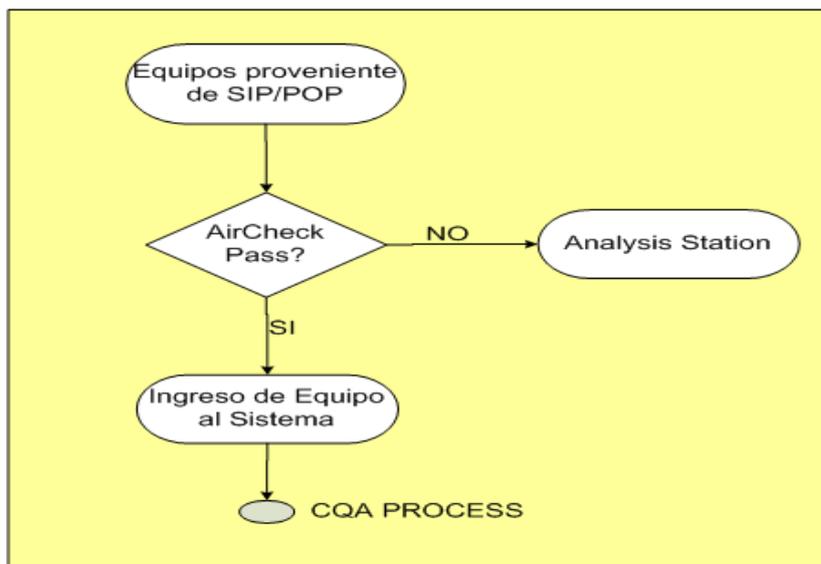


Figura 3.8.5 Diagrama de Flujo AirCheck Process  
Fuente : Propio

#### 4.8.2 Procedimiento AirCheck

- a) Conectar el EMU ( USB ) al conector del Terminal
- b) Cerrar el RF Enclosure con el Terminal correctamente conectado.
- c) Hacer correr el software para el testeo , esperar que termine el testing ( PASS /FAIL )

## 4.9 CQA PROCESS ( Customer Quality Audit )

### 4.9.1 FUNCIÓN

La función principal en esta etapa es realizar un correcto control de calidad y garantizar un buen funcionamiento de los Terminales iDEN como producto final , los cuales irán a nuestro cliente Nextel.

Este control de calidad se realiza mediante una inspección del Terminal (cosmeticamente) , se realizan pruebas de llamadas telefónicas , conexión directa , pruebas de drop test , las cuales se detallan a continuación .

### 4.9.2 Equipos y Accesorios

- R2660 Communications Analyzer
- SimCards
- Scanner
- Cepillo ESD
- Alcohol
- Baterias
- Caja de Pruebas ( Drop Test )

### 4.9.3 Pruebas con R2660 Communications Analyzer

#### 4.9.3.1 Técnica Prueba BER TEST

- Asegúrese de que el R-2660 este encendido al menos 10 minutos.(Fig. 1)

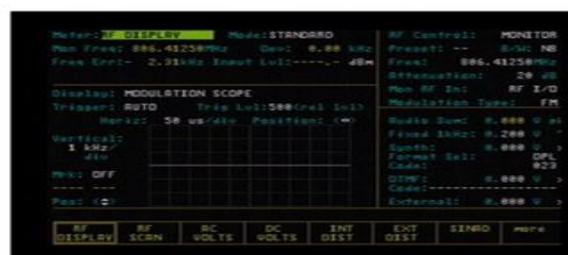


Figura 1  
Fuente : Propio

- Presione el botón DISP en la sección CURSOR ZONE;
- Use las flechas de la sección CURSOR POSITION y coloque el cursor en el campo “Mode:”
- Seleccione “more” desde el soft key menu (botones debajo de la pantalla del R2660);
- Cambie el campo “Mode:” STANDARD por iDEN TEST y seleccione iDEN BER TEST
- Usando los botones del CURSOR POSITION coloque el cursor en “Meter”
- Seleccione “more”
- Seleccione BER .(Fig. 2 )



**Figura 2**  
Fuente : Propio

- Presione el botón “RF” desde la sección “CURSOR ZONE” y cambie desde “RF Control:” el campo por DUPLEX .(Fig 3)



**Figura 3**  
Fuente : Propio

- Usando las flechas , asegúrese que los siguientes campos en la sección de RF contengan los valores descritos a continuación:

Mon: 1/6	Format: iDEN
Gen: 6/6	W/C: OFF
Mon: 40dB	RF I/O
Gen: camp a -050.0dBm	RF I/O

**Fuente : Propio**

- Seleccione la banda deseada (800 o 900) y el número de canal (frequency).
- Para 800 , asegúrese que el“Offset:” este en +45.0000MHz. Los siguientes canales están designados para la banda de 800
- Para 900 , asegúrese que el “Offset:”este en +39.0000MHz. Los siguientes canales están designados para la banda de 900. (Fig.4 )



**Figura 4**  
Fuente : Propio

#### 4.9.3.2 Técnica Prueba Llamada Telefónica

- Presione DISP en la sección CURSOR ZONE
- Utilice las flechas para colocar el cursor en el campo “Mode:”
- Seleccione “more” (desde los botones debajo de la pantalla del 2660)
- Cambie el campo “Mode:” de STANDARD a iDEN MOBILE seleccionando iDEN MOBILE desde las teclas debajo de la pantalla del 2660.(Fig. 1)



**Figura 1**  
Fuente : Propio

- Presione DISP en la sección CURSOR ZONE
- Utilice las flechas para colocar el cursor en el campo “Meter:”
- Presione “more”
- Seleccione INITIAL REG;
- Utilice las flechas para posicione el cursor en el campo “Registration Type”;
- Seleccione INTERCONNECT desde las teclas debajo de la pantalla del 2660.(Fig 2 )



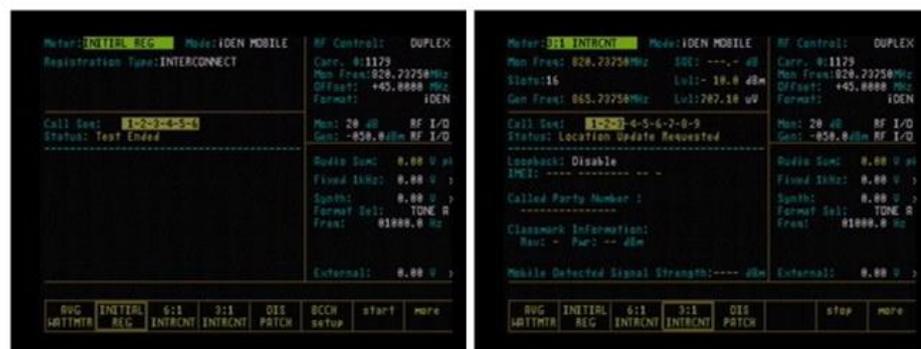
**Figura 2**  
Fuente : Propio

- Presione “RF” desde la sección “CURSOR ZONE” (Carrier 1057”)
- Para la Banda de 800 , use las flechas de la sección CURSOR POSITION y coloque el cursor en “Offset:”. Seleccione +45MHz. Luego posicione el cursor en el campo “Carr. #:” y seleccione el número de Canal deseado desde el 0000 a 1199 (la frecuencia de monitoreo será desde 806.00000MHz a 820.98750MHz).(Fig 3)



**Figura 3**  
Fuente : Propio

- Coloque la batería en la unidad .
- Encienda la unidad.
- Presione DISP desde la sección CURSOR ZONE.
- Use la flechas desde la sección CURSOR POSITION y coloque el cursor sobre el campo
- “Meter:”
- Asegúrese que INITIAL REG esta seleccionada
- Seleccione “start”
- Cuando “Call Seq:” (call sequence) llega al 6, seleccione 3:1 INTERCNT desde las teclas ubicadas debajo de la pantalla del R2660, espere 2 segundos y seleccione “start”. (Fig.4)



**Figura 4**  
Fuente : Propio

- Cuando “Call Seq:” llegue a 3, marque un número cualquiera de 3 dígitos (ej 123) y presione send .Fig(5)



Figura 5  
Fuente : Propio

- Hable en el micrófono del equipo.
- Verifique que su voz se escuche por el parlante del R2660 (ajuste el volumen si es necesario).
- Utilice las flechas y coloque el cursor en el campo “Loopback:”;
- Seleccione “Enable”.
- Verifique que su voz se escuche por el auricular del equipo.(Fig 6)

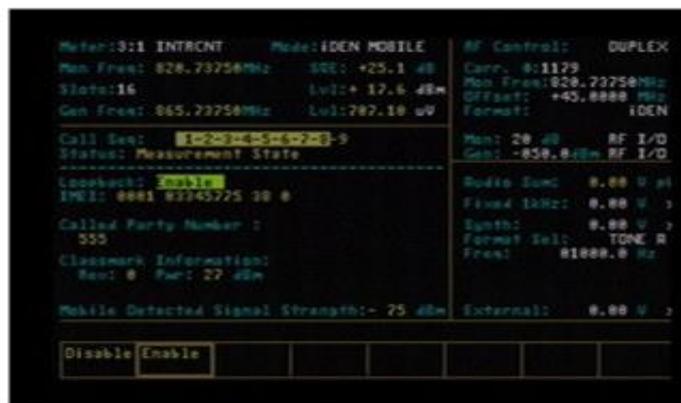


Figura 6  
Fuente : Propio

### 4.9.3.3 Técnica Prueba de Conexión Directa

- Presione DISP en la sección CURSOR ZONE
- Utilice las flechas para colocar el cursor en el campo “Mode:”
- Seleccione “more” (desde los botones debajo de la pantalla del 2660);
- Cambie el campo “Mode:” de STANDARD a iDEN MOBILE seleccionando iDEN MOBILE desde las teclas debajo de la pantalla del 2660.(Fig. 1)



Figura 1

Fuente : Propio

- Presione “DISP” desde la sección “CURSOR ZONE”
- Usando las flechas coloque el cursor en el campo “METER”
- Presione “MORE”
- Seleccione “INITIAL REG”
- Utilizando las flechas, posicione el cursor sobre el campo “REGISTRATION TYPE”
- En el campo “REGISTRATION TYPE” seleccione “DISPATCH”.(Fig. 2)



Figura 2

Fuente : Propio

- Presione el botón RF en la sección CURSOR ZONE.
- Para la banda de “800”, use las flechas y posicione el cursor en el campo de “Offset:”. Seleccione +45MHz. Luego posicione el cursor en el campo “Carr. #:” (1057), y seleccione el número de canal deseado desde 0000 al 1199.(Fig 3)



**Figura 3**  
Fuente : Propio

- Presione AUD desde la sección CURSOR ZONE .
- Use las flechas y coloque el cursor sobre el campo“External:”
- Verifique que el Nivel de “External:” sea 1.00V (Fig. 4)



**Figura 4**  
Fuente : Propio

- Presiona la tecla TAB y coloque el cursor sobre (x). Luego seleccione “PTT” (\$).(Fig 5)



**Figura 5**  
Fuente : Propio

- Coloque la batería.
  - Encienda el equipo.
  - Presione “DISP” desde la sección “CURSOR ZONE”.
  - Use las flechas y posicione el cursor sobre el campo “Meter:”
  - Asegúrese que “INITIAL REG” esta seleccionado
  - Seleccione “start”
  - Cuando “Call Seq:” (call sequence) llegue a 6, seleccione “DISPATCH” , espere 2 segundo, y seleccione “START”.
- (Fig.6)



**Figura 6**  
Fuente : Propio

- Cuando “Call Seq:” llegue a 3, realice desde la unidad una llamada de GRUPO, el display de la unidad, mostrará Ingreso a Grupo Exitoso.(Fig 7)



**Figura 7**  
Fuente : Propio

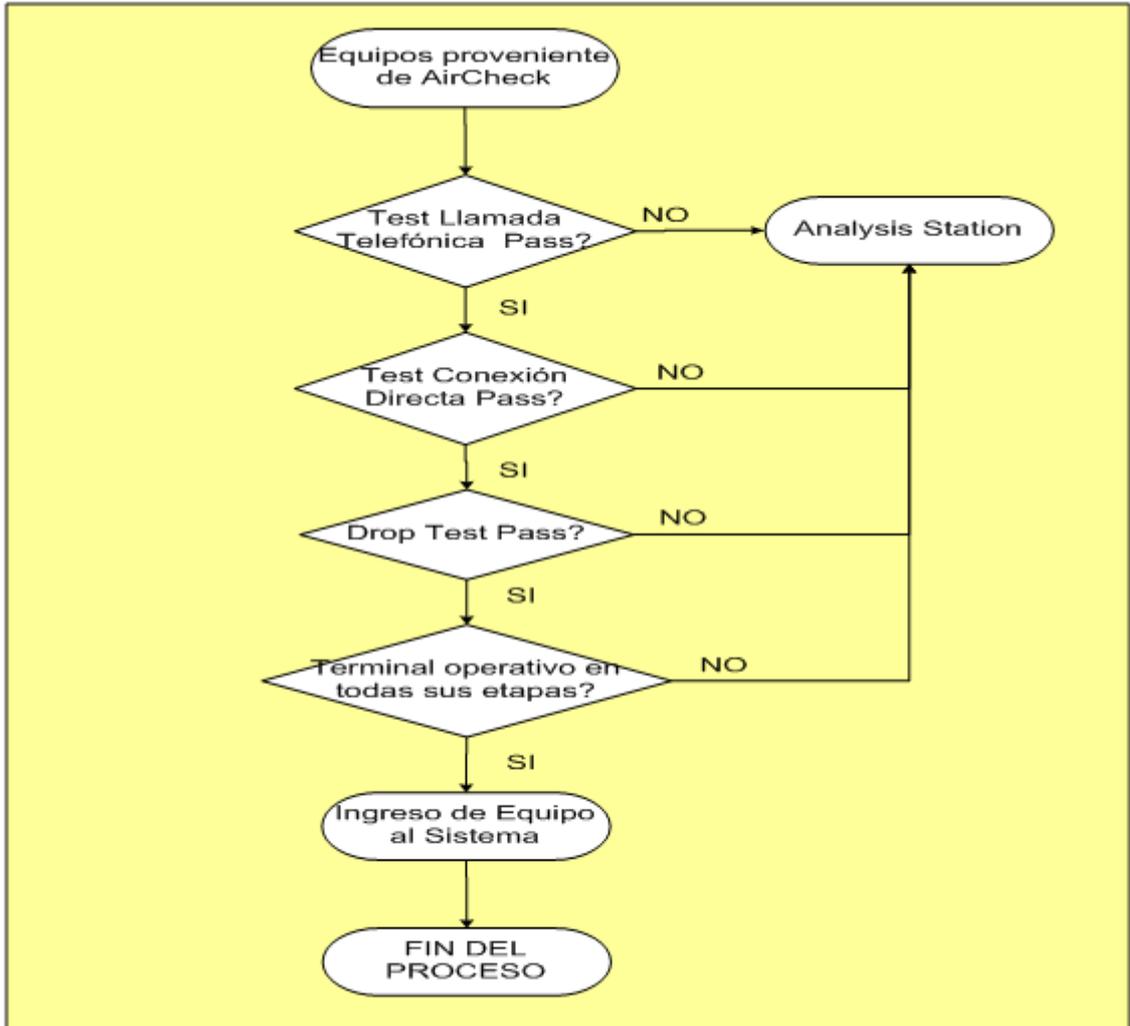
- Presione el PTT y hable.
- Verifique que su voz se escuche por el R2660.
- Presione el PTT desde el R2660 “Micrófono de Palma” y hable.
- Asegúrese que su voz se escucha por el parlante del equipo.

#### 4.9.4 Prueba Drop Test

El Drop Test es un proceso en el cual se realizan pruebas de caída a una determinada altura ( 1.50 m ) al Terminal , para ver si sufre algún reinicio o se apaga.

- Encender la unidad e Insertar la SimCard .
- Lanzar el Terminal en 3 posiciones distintas a una altura de 1.50 m
- Verificar que el Terminal no haya sufrido ningún reinicio y que se haya apagado.

Los técnicos en esta etapa tienen que realizar las funciones como detalla el diagrama de flujo ( Fig 3.6.13)



**Figura 3.9 Diagrama de Flujo CQA Process**  
Fuente : Propio

## **CAPÍTULO V**

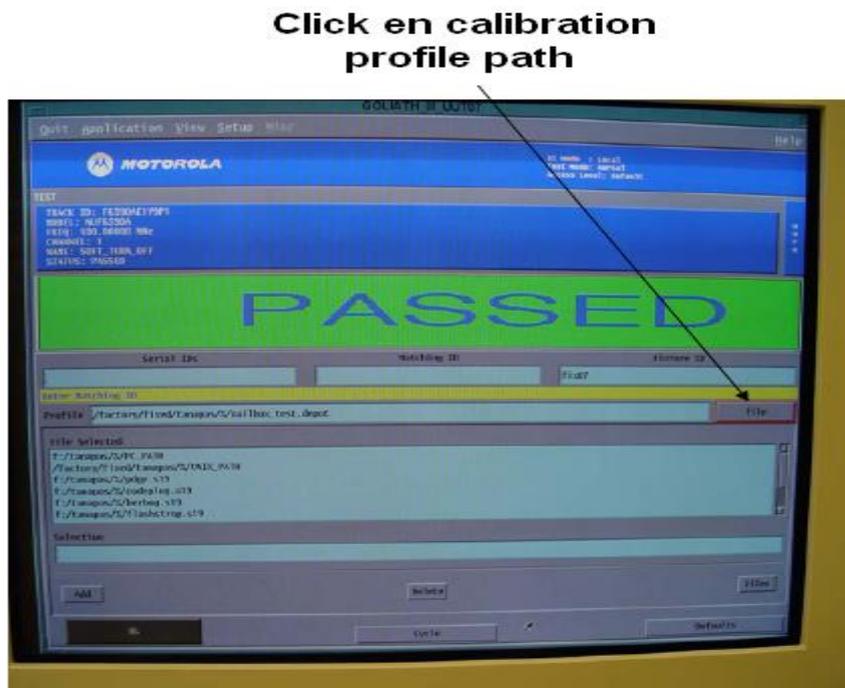
### **PROCESO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS BOARD TEST Y AIRCHECK**

## 5.1 Calibración del Equipo Board Test

El proceso de calibración del BoardTest se realiza cada 3 meses , se calibran todas las cavidades con todas las Tarjetas Golden (son tarjetas nuevas y en perfecto funcionamiento).

A Continuación se detalla los pasos a seguir para la calibración del BoardTest

**Paso 1 :** Dar click en file button como muestra la figura 1 .



**Figura 1**  
**Fuente : Propio**

**Paso 2 :** Rutear de la siguiente manera :

Calibration Path : /factory/fixd/pats\_dir/cal\_profiles/\*vsa\*

Calibration Profile Name : mailbox\_III\_cal\_newtray\_vsa.prf

**Paso 3 :**

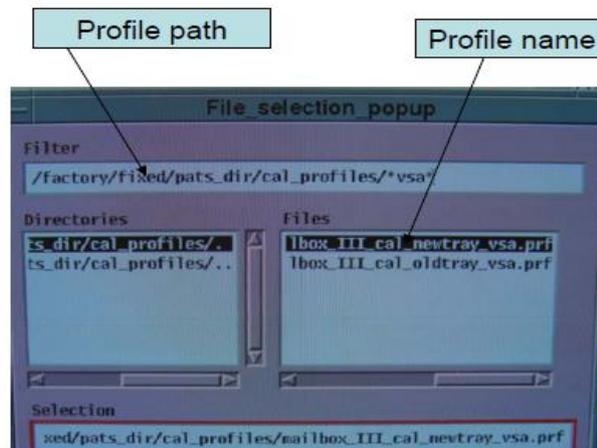
Desconectar el cable RF de las cavidades y conectar el calibration cart con el adaptador tipo N a SMA

**Paso 4 :**

Escribir la ruta y hacer click en el botón del filtro.

Elegir el nombre del perfil de la lista en la ventana derecha .

Click en Aceptar.(Fig. 2)



**Figura 2**  
**Fuente : Propio**

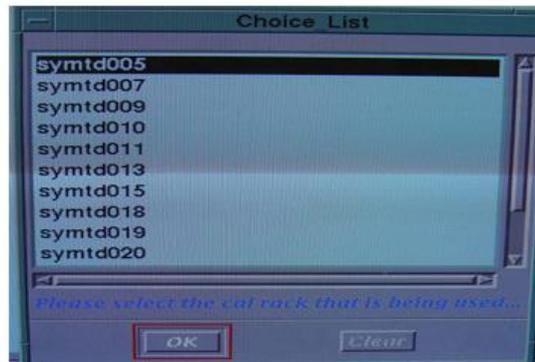
**Paso 5 :** Escanear la Tarjeta Golden para iniciar el Test .(Fig. 3)



**Figura 3**  
**Fuente : Propio**

**Paso 6 :**

Luego de escanear la Tarjeta Golden seleccionar el numero indicado en la figura y dar clic en OK .(Fig.4)



**Figura 4**  
Fuente : Propio

**Paso 7 :**

Conectar el Calibration Cart a las cavidades(Fig.5) usando el adaptador de N a SMA .(Fig 6)



**Figura 5**  
Fuente : Propio



**Figura 6**  
Fuente : Propio

**Paso 8 :** TX y VSA acoplamiento ( SENSOR 1 ) (Fig 7)



**Figura 7**  
**Fuente : Propio**

**Paso 9 :** Asegurarse que la conexión sean como muestra la figura 8 .



**Figura 8**  
**Fuente : Propio**

**Paso 10 :** Luego el software pedirá que realiza la conexión para RX ( Sensor 2 )

Asegúrese que la conexión sea como muestra la figura 9 y 10.



**Figura 9**  
**Fuente : Propio**



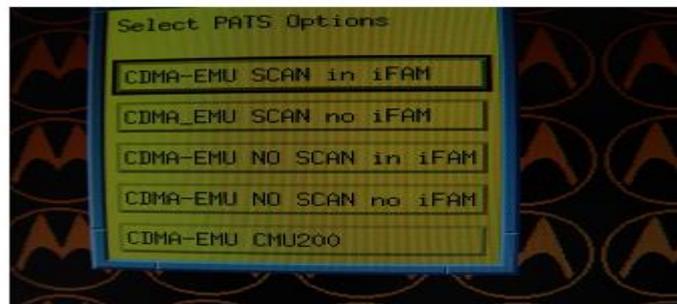
**Figura 10**  
**Fuente : Propio**

## 5.2 Calibración del Equipo AirCheck

El proceso de calibración del AirCheck se realiza cada 3 meses , se calibran todos los RF Enclosure con todas los Terminales Golden (son tarjetas nuevas y en perfecto funcionamiento).

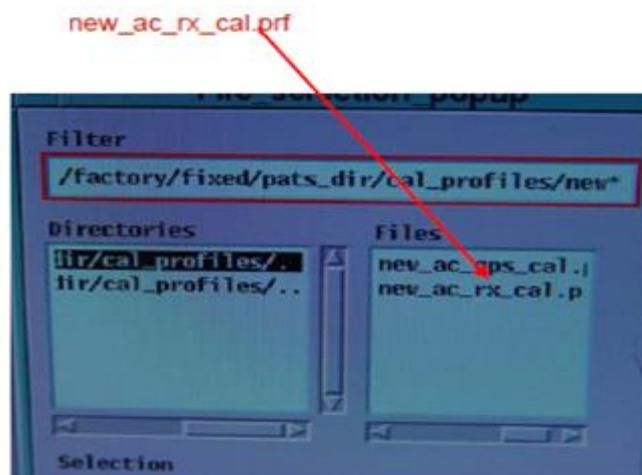
A Continuación se detalla los pasos a seguir para la calibración del AirCheck

**Paso 1 :** Iniciar PATS como muestra la figura 1.



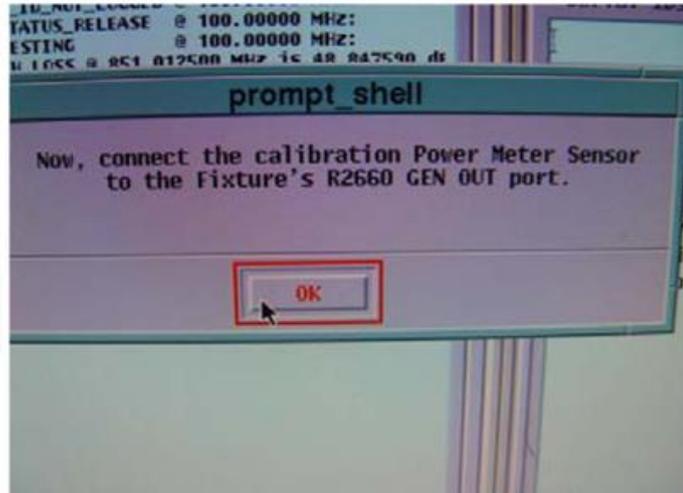
**Figura 1**  
**Fuente : Propio**

**Paso 2 :** Cuando inicia PATS escribir la siguiente dirección :  
/factory/fixed/pats\_dir/cal\_profiles/new\* y seleccionar new\_ac\_rx\_cal.prf como indica la figura 2.



**Figura 2**  
**Fuente : Propio**

**Paso 3 :** Escanear el Terminal Golden y seguir las instrucciones como muestra la figura 3.



**Figura 3**  
**Fuente :** Propio

**Paso 4 :** Conectar el Sensor del Calibration Cart al Switch RF Box( GEN OUT ) del AirCheck como muestra la figura 4 .



**Figura 4**  
**Fuente :** Propio

**Paso 5 :** Conectar el Power Sensor del Calibration Cart al EMI RF utilizando el adaptador N a N como muestra la figura 5 y 6.



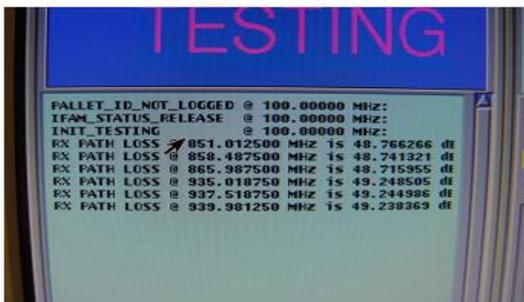
**Figura 5**  
Fuente : Propio

EMI RF cable

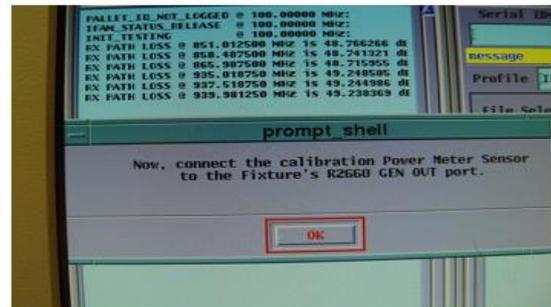


**Figura 6**  
Fuente : Propio

**Paso 6 :** Hacer correr el software para la calibración y seguir los pasos como indica la figura 7 y 8 .



**Figura 7**  
Fuente : Propio

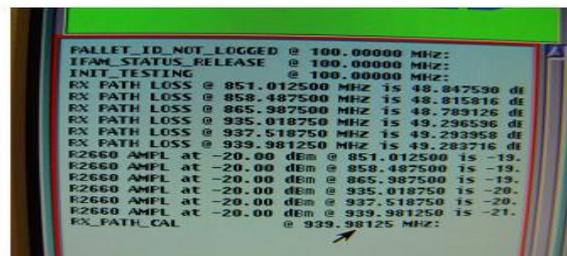


**Figura 8**  
Fuente : Propio

**Paso 7 :** Conectar el Power Meter del Calibration Cart en GEN OUT R2660 y seguir con el testing hasta terminar la calibración como muestra la figura 9



**Figura 9**  
Fuente : Propio



# **CAPÍTULO VI**

## **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

## 6.1 INVERSIÓN

### 6.1.1 El Campo del Análisis

El concepto de eficiencia fue definido como la relación existente entre los productos y los costos que la ejecución del proyecto implica.

La evaluación proporciona medidas de síntesis que permiten ordenarlos jerárquicamente y adoptar las decisiones pertinentes a base de criterios racionales.

Cuando los resultados y costos del proyecto pueden traducirse en unidades monetarias, su evaluación se realiza utilizando la técnica del Análisis Costo-Beneficio (ACB). Así sucede en los proyectos económicos. En la mayor parte de los proyectos sociales, en cambio, los impactos no siempre pueden ser valorizados en moneda, por lo que la técnica más adecuada es el Análisis Costo-Efectividad (ACE).

En el ACE, su particularidad radica en comparar los costos con la potencialidad de alcanzar más eficaz y eficientemente los objetivos no expresables en moneda (evaluación ex ante) o con la eficacia y eficiencia diferencial real que las distintas formas de implementación han mostrado en el logro de sus objetivos.

### 6.1.2 Etapas en el ciclo de los Proyectos

**a) Idea del proyecto:** la idea de realizar un proyecto tiene distintos tipos de orígenes, donde los más importantes son:

- Políticas sectoriales.
- La existencia de necesidades insatisfechas.

- Potencialidades de utilización de recursos.
- La conveniencia de complementar otras acciones.

**b) Estudio del perfil:** se plantean las alternativas básicas de implementación del proyecto y se analiza su viabilidad técnica, efectuándose también una primera estimación de costos y beneficios (efectividad del proyecto), mediante la comparación de las alternativas “sin”, “con” el proyecto y la que resulta de optimizar la situación base.

**c) Análisis de pre factibilidad:** se estudian con mayor detalle las alternativas viables para la concreción del proyecto, recabándose los datos para su análisis.

- Estudio de mercado.
- Análisis tecnológico centrado en el estudio de los costos de inversión y de capital de trabajo.
- Localización y escala.
- Determinación de gastos e ingresos para toda la vida del proyecto.
- Requerimientos organizacionales y condicionantes legales que afectan al proyecto.
- El momento óptimo para comenzar, que puede darse en tres casos diferentes:
  - Que la inversión tenga una vida útil ilimitada y los resultados sean independientes del momento de iniciación.
  - La misma situación anterior pero con una inversión de vida útil limitada.

- Que la inversión tenga una vida útil limitada y los resultados sean en función del tiempo y del momento de concreción del proyecto (Tabaris y McGann, 1984).

**d) Análisis de factibilidad:** cuando un proyecto está en esta fase tiene su aprobación implícita; a lo sumo puede sufrir modificaciones menores o postergarse su inicio.

Durante la pre inversión existen dos dimensiones centrales:

- Diagnóstico. En los proyectos sociales se pueden distinguir dos perspectivas diferentes:

- La tradicional económica, que centra su atención en las variables que hacen al análisis de la eficiencia traducida en la metodología del ACB.

- La sociológica, que enfatiza los aspectos macro, ignorando a menudo la distinción entre las variables condiciones y aquellas que son instrumentales o medios.

- Metodologías de evaluación. Hay que realizar tres proyecciones de horizonte temporal, planteado (sin proyecto, con optimización de la situación base y con proyecto), para determinar cuál es la más adecuada según las prioridades nacionales y sectoriales, considerando el conjunto de restricciones existentes.

Se acepta de partida que el ACB proporciona las respuestas sobre la importancia que tiene el proyecto para la sociedad en su conjunto.

**e) Diseño:** aquí comienza el proceso de inversión. Su aspecto central es el desarrollo de los detalles de la ejecución, considerando todos los requerimientos y especificaciones de arquitectura e ingeniería que exige la naturaleza.

**f) Ejecución:** proceso de asignación de los insumos previstos para conseguir los productos programados en cada una de las fases de la obra, de acuerdo al cronograma y al camino crítico elaborados en la factibilidad.

**g) Operación:** comienza cuando la obra física ya ha concluido, de manera parcial o total, permitiendo la obtención de productos finales en función de cuya generación fue concebida.

### **6.1.3 El Análisis Costo – Beneficio (ACB)**

“Para la identificación de los costos y beneficios del proyecto que son pertinentes para su evaluación, es necesario definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo” (Fontaine, 1984: 27).

La evaluación puede ser realizada desde dos ópticas diferentes:

**a) La evaluación privada:**

Que a su vez tiene dos enfoques: la evaluación económica, que asume que todo el proyecto se lleva a cabo con capital propio y, por lo tanto, no toma en cuenta el problema financiero; y la evaluación financiera, que diferencia el capital propio del prestado.

**b) La evaluación social**

En ésta, tanto los beneficios como los costos se valoran a precios sombra de eficiencia o de cuenta. “Para la evaluación social interesa el flujo de recursos reales (de los bienes y servicios) utilizados y producidos por el proyecto.

Los costos y beneficios sociales podrán ser distintos de los contemplados por la evaluación privada económica.

La evaluación económica tiene como objetivo el determinar el impacto que el proyecto produce sobre la economía como un todo. La evaluación social se diferencia de la anterior por incorporar explícitamente el problema distribucional dentro de la evaluación. Esta integración de eficiencia con equidad se traduce en una valoración de “precios sociales”.

En los proyectos sociales se ha planteado la cuestión de quién afronta los costos desde una perspectiva diferente. Al respecto hay tres respuestas posibles: el individuo, el gobierno local, o la sociedad en su conjunto (Rossi, 19779: 254)

Desde el punto de vista individual, se considera la perspectiva del beneficiario del proyecto. La perspectiva de la comunidad local plantea el problema de la fuente de financiamiento. Respecto a la sociedad nacional, hay que considerar no solo los costos y beneficios directos, sino también los de carácter secundario e intangible.

El ACB permite determinar los costos y beneficios a tener en cuenta en cada una de las perspectivas consideradas previamente. Por otro lado, mediante la actualización, hace converger los flujos futuros de beneficios y costos en un momento dado en el tiempo (valor presente o actual) tornándolos comparables. Relaciona, por último, los costos y beneficios del proyecto, utilizando indicadores sintéticos de su grado de rentabilidad, según la óptica de la evaluación (privada o social).

## 6.1.4 Inversión del Proyecto

En las siguientes tablas (1-4) se detalla todos los costos de los equipos electrónicos que conforman cada etapa del proceso.

### Costo del equipamiento para la Estación de Análisis



ANALYSIS BENCH					
ITEM	QTY	DESCRIPTION	PART #	UNIT COST	TOTAL VALUE
1	3	Tektronix O'Scope	480	\$ 2.164,95	\$ 6.494,85
2	3	Spectrum	8594E	\$ 12.469,95	\$ 37.409,85
3	3	Communication Analyzer	R2660C	\$13.000,00	\$ 39.000,00
4	10	Test Fixture		\$186,00	\$ 1.860,00
5	3	DC Source	3610	\$ 1.747,94	\$ 5.243,82
6	3	DMM	34401A	\$ 3.046,95	\$ 9.140,85
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 99.149,37</b>

**Tabla 1 Costo Equipos de Analysis Station**

**Fuente : Motorola Company**

### Costo del equipamiento del BoardTest



BOARDTEST					
ITEM	QTY	DESCRIPTION	PART #	UNIT COST	TOTAL VALUE
1	4	DMM	2015	\$ 3.046,95	\$12.919,07
2	4	POWER METER	4532	\$ 4.575,00	\$19.398,00
3	4	POWER SENSOR	57518	\$ 2.195,00	\$9.306,80
4	3	SIG GEN	E4433B	\$ 17.342,86	\$55.150,29
5	1	SIG ANALYZER	4406A	\$ 16.380,00	\$17.362,80
6	8	DC SOURCE	66311B	\$ 1.747,94	\$14.822,53
7	1	VXI with cards	1301B	\$9.207,29	\$9.759,73
8	6	LAN BOX	5810A	\$1.088,25	\$6.921,27
9	8	PC	GX270	\$681,00	\$5.774,88
10	2	XTHERM	452	\$732,00	\$1.551,84
11	2	MONITOR	P780	\$431,00	\$913,72
12	2	DC SOURCE	3610	\$350,00	\$742,00
13	1	Rack and Cable set	Z01003-O	\$4.125,35	\$4.372,87
14	1	Mailboxes with rail system	BP-1623	\$18.943,00	\$20.079,58
				<b>TOTAL</b>	<b>\$179.075,38</b>

**Tabla 2 Costo de Equipo BoardTest**

**Fuente : Motorola Company**

## Costo del equipamiento del Aircheck



8000 W. Sunrise Blvd.  
Ft. Lauderdale, Fl. 33322

AIRCHECK					
ITEM	QTY	DESCRIPTION	PART #	UNIT COST	TOTAL VALUE
1	4	RF Enclosures	M248348	\$7.200,00	\$28.800,00
2	4	8Ft RF cables	TM4-NKKNK-96-6	\$180,20	\$720,80
3	8	RF Cables (N-Type to SMA)	TM4-NKS1-84	\$175,80	\$1.406,40
4	8	SMA to BNC Adaptors	242103	\$75,95	\$607,60
5	8	50-OHM Terminator	4240-50	\$25,00	\$200,00
6	1	RF Tray	D90-2540	\$15.000,00	\$15.000,00
7	4	Serial DB9M to DB9F	CS2N9MF-10	\$12,00	\$48,00
8	4	Communication Analyzer	R2660D	\$13.000,00	\$52.000,00
9	4	Computer PCON	GX280	\$500,00	\$2.000,00
10	1	Equipment rack		\$3.600,00	\$3.600,00
11	1	X-Term	NCD900	\$500,00	\$500,00
12	1	Monitor		\$250,00	\$250,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$105.132,80</b>

**Tabla 3 Costo de Equipos de AirCheck**  
**Fuente : Motorola Company**

## Costo del equipamiento del Calibration Cart



8000 W. Sunrise Blvd.  
Ft. Lauderdale, Fl. 33322

CALIBRATION CART					
ITEM	QTY	DESCRIPTION	PART #	Unit Value	TOTAL VALUE
1	1	Attenuator	11708A	\$ 275,00	\$ 275,00
2	1	Signal Generator	E4433B	\$ 17.342,86	\$ 17.342,86
3	1	Lan Box	N/A	\$ 1.088,25	\$ 1.088,25
4	1	Power Meter	E4419B	\$ 4.956,00	\$ 4.956,00
5	2	Sensor cables	11730B	\$ 144,25	\$ 288,50
6	1	MegaPhase RF cable	TM4-NKKNK-120	\$ 204,00	\$ 204,00
7	1	RF Sensor	8481D	\$ 1.317,76	\$ 1.317,76
8	1	RF Sensor	E4412A	\$ 1.351,39	\$ 1.351,39
9	1	Attenuator	33-10-44	\$ 125,00	\$ 125,00
10	1	Directional Bridge	86205A	\$ 580,00	\$ 580,00
11	1	Microwave amp	83017A	\$ 3.030,12	\$ 3.030,12
12	1	Rack with cables	Z2080A	\$ 3.413,00	\$ 3.413,00
13	1	Power Supply	87421	\$ 500,00	\$ 500,00
<b>Total</b>					<b>\$ 34.471,88</b>

**Tabla 4 Costos de Equipos del Calibration Cart**  
**Fuente : Motorola Company**

La tabla 5 presenta el Costo Total en equipamiento del proceso a implementar.



8000 W. Sunrise Blvd.  
Ft. Lauderdale, Fl. 33322

CUADRO COSTO TOTAL	
Equipos	Costos
Analysis Bench	\$99.149,37
BoardTest	\$179.075,38
AirCheck	\$105.132,80
Calibration Cart	\$34.471,88
BGA Rework System	\$23.848,20
<b>Total</b>	<b>\$441.677,63</b>

**Tabla 5 Cuadro del Costo Total del Proceso**  
**Fuente : Propio**

### Cuadro de Costo de Personal (Tabla 6)

Numero de Personal	Sueldo de personal aprox.	Ingreso Mensual aprox.
11	\$500,00	\$5.500,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$5.500,00</b>

**Tabla 6 Cuadro de Costo de Personal**  
**Fuente : ArtelSubscriber Company**

## 6.2 INGRESOS

### 6.2.1 Costos de Exportación

Motorola del Perú exporta equipos a México para su reparación de nivel III desde el 2004 los cuales tenían un costo que detallo en la tabla 1:

Año	Total de Equipos Exportados	Costo mensual aprox.	Costo Anual
año06	12831	\$2.500,00	\$30.000,00
año07	13985	\$2.500,00	\$30.000,00
año08	14739	\$2.500,00	\$30.000,00
año09	16040	\$2.500,00	\$30.000,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$120.000,00</b>

**Tabla 1 Cuadro de Costos de Exportación**  
Fuente : ArtelSubscriber Company

Según este cuadro se puede indicar que sólo con el dinero de la exportación se podría recuperar la inversión en un tiempo de 3 a 4 años.

### 6.2.2 Costos de Reparaciones

Los costos de reparación varían de acuerdo al componente cambiado y al modelo del terminal , en la tabla 2 detallo un aproximado del costo en reparación mensual.

Equipos Reparados Mensual	Costo reparación aprox.	Ingreso Mensual aprox.	Ingreso Anual aprox.
1500	\$12,00	\$18.000,00	\$216.000,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$216.000,00</b>

**Tabla 2 Cuadro de Costo de Reparación**  
Fuente : ArtelSubscriber Company

### 6.3 RENTABILIDAD

En la tabla 3 muestro la rentabilidad del proceso, analizando el promedio de equipos reparados anualmente versus el costo total en equipamiento.

Equipos Reparados Mensual	Costo reparación aprox.	Ingreso Mensual aprox.	Ingreso Anual aprox.
1500	\$12,00	\$18.000,00	\$216.000,00
	<b>TOTAL</b>	\$18.000,00	\$216.000,00

Ingreso Anual Rep. Aprox.	Costo de Personal Anual aprox.	Rentabilidad Anual aprox.
\$216.000,00	\$66.000,00	\$150.000,00
<b>TOTAL</b>		\$150.000,00

Rentabilidad Anual aprox.	Costo Total en Equipamiento aprox.	Tiempo de Recuperación aprox.
\$150.000,00	\$441.677,63	3 años

**Tabla 3 Resumen de la Rentabilidad del Proceso**

Fuente : ArtelSubscriber Company

## 6.4. FLUJO DE CAJA

El siguiente flujo de caja (fig. 5.4) es para un horizonte de 4 años , en la cual se demuestra la rentabilidad del proyecto.

EMPRESA ARTEL S.A.C.  
FLUJO DE CAJA PARA CUATRO  
AÑOS  
PROYECTO DE PRODUCCIÓN

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Estado Final
SALDO INICIAL		\$37,200.59	\$74,581.19	\$111,781.78	
INGRESOS					
INGRESOS POR EQ. REPARADOS	\$216,000.00	\$216,000.00	\$216,000.00	\$216,000.00	\$864,000.00
TOTAL INGRESOS	\$216,000.00	\$216,000.00	\$216,000.00	\$216,000.00	
EGRESOS					
COMPRA DE EQ. ELECTRONICOS	\$110,419.41	\$110,419.41	\$110,419.41	\$110,419.41	
COSTO DE PERSONAL	\$66,000.00	\$66,000.00	\$66,000.00	\$66,000.00	
SERVICIOS BASICOS	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	
SEGUROS	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	
IMPUESTOS	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	
CAPACITACIONES AL PERSONAL	\$300.00	\$300.00	\$300.00	\$300.00	
OTROS GASTOS	\$180.00		\$180.00		
TOTAL EGRESOS	\$178,799.41	\$178,619.41	\$178,799.41	\$68,200.00	\$604,418.22
SALDO SGTE AÑO	\$37,200.59	\$74,581.19	\$111,781.78	\$259,581.78	\$259,581.78
Rentabilidad al termino del 4to año					\$259,581.78

Figura 5.4 Flujo de Caja

Fuente : Propio

## **CAPÍTULO VII**

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

- El nuevo proceso permitirá un ahorro en cuanto al tiempo, costo y primordialmente mantendrá abastecido de terminales a nuestro cliente Nextel.
- Se tendrá un mejor control en las reparaciones de los Terminales y como resultado final se obtendrá un producto de calidad.
- El tiempo de respuesta según la demanda de nuestro cliente será rápida.
- Se espera reducir el porcentaje de fallas de radiofrecuencia reportadas por los usuarios en los Terminales.
- Se espera reducir el porcentaje de Terminales Irreparables.
- A diferencia de otros Centros de Servicios en este proceso contamos con equipamientos adecuados en cada etapa para realizar un buen trabajo.
- En base al diseño del proceso se pueden implementar otros servicios técnicos dependiendo de la demanda del mercado nacional e internacional.
- El proceso permite un correcto análisis del terminal que como resultado final se obtendrá un producto de calidad.
- Como recomendación en el proceso día a día se pueden mejorar tiempos dependiendo del dimensionamiento del personal en cada etapa.
- Recomendación es la constante capacitación del personal involucrado en cada etapa del proceso.
- Realizar un manual de fallas típicas de los terminales y los puntos exactos del análisis para que posteriormente se realice una correcta reparación y así mejor nuestros tiempos de producción.

## **CAPÍTULO VIII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Libro BGA REWORK , Autor : Ray Cirimele, Best, Inc., Rolling Meadows, Illinois; rcirimele@solder.net
- Libro BGA REWORK HAKKO USA, edición 2009
- Circuit Technology Center , Autor : Mathew R. Milbury and Jeff Ferry, Haverhill, Mass, Surface Mount Technology (SMT), November 1999
- Libro Venkel LTD, Reflow soldering multiplayer ceramic capacitors, 2002, Applications notes Automating 0201 rework, Circuits assembly, April 2003, p. 30 – 33
- Detailed Service Manuals Motorola , April 2006
- iDEN™ BOARD TEST FOR ANALYSIS BENCH , Charles Werner July 2006
- iDEN™ Oracle Analysis Repair Procedure , Laila Pennington ,April 2006
- Mobile Response: Second International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response , Jobst Löffler & Markus Klann ,May 2008
- <https://compass.motorola.com/liservlet/livelink?func=LL.getlogin&NextURL=%2Fliservlet%2Flivelink&why=2>
- <https://compass.motorola.com/liservlet/livelink?func=Mextranet.ExtProjec>
- <https://compass.motorola.com/cgi/go/147158884>
- <https://compass.motorola.com/go/218393559>
- <https://compass.motorola.com/go/224741141>
- <https://businessonline.motorola.com/>
- <http://www.hitachi.com/products/it/network/PON/products/AMN1220/OLT/index.html>
- <http://www.mobilerepaircentre.com/>

# **CAPÍTULO IX**

## **ANEXOS**

## 9.1 Ejemplo de análisis Parte TX (RF PA Test)

Se detalla el análisis según el diagrama de flujo 3.3.13 que se observa en el punto 3.3.7

**Primero** : Testear los equipos Communications System Analyzer y Analizador de Espectro Agilent de la siguiente manera (Tabla 8.1):

Communications System Analyzer	Analizador de Espectros Agilent
Mode : iDEN Test	Freq : 851.0125 MHz / 935.01875 MHz
Meter : RF Display	Span : 100kHz
Gent : - 60dBm	Amplitud : - 30dBm
Freq : 851.0125 MHz / 935.01875 MHz	

Tabla 8.1  
Fuente : Propio

**Segundo** : Luego a esa frecuencia se realiza una llamada del terminal y si el terminal esta transmitiendo correctamente debería de visualizar una forma de onda de la siguiente manera (Fig. 8.1)

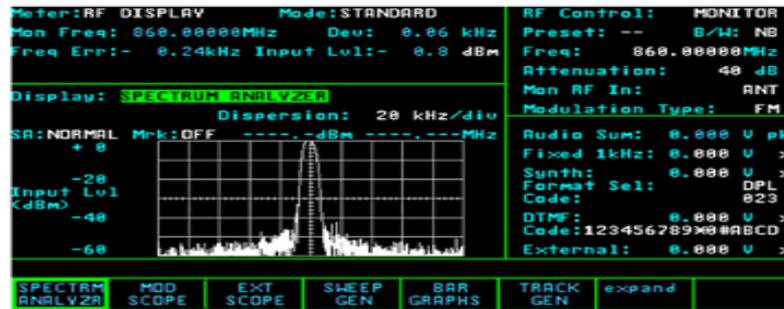


Figura 8.1  
Fuente : Propio

Caso contrario se debe medir el nivel de potencia en la salida y entrada del RF PA (Amplificador de Potencia).

Condensador C520 ,entrada del RF PA (Amplificador de Potencia).El nivel de potencia obtenido deberá de ser mayor a -26dBm.

Conector de antena J500 ,salida del RF PA (Amplificador de Potencia). El nivel de potencia obtenido deberá de ser mayor a -11dBm.

**Tercero :** Si no se obtiene las potencias mencionadas en RF PA se debe de proceder a medir voltajes en :

RF PA (pin 2) = 0.5 y 2.2 Vdc

Xtral (Q500-pin4) = 2.77 Vdc

**Cuarto:** Medir señal en el Xtral (Q500-pin5) , si no se obtiene ningún tipo de señal se debe de realizar el Sledgehammer Test.

**Quinto:** Según los resultados que se obtengan puedo decir y confirmar que el dispositivo RF PA (Amplificador de Potencia) se encuentra averiado o que el Xtral (Q500) no esta trabajando.

El análisis se realizó en forma correcta, porlotanto se debe de indicar en el sistema para este terminal que se realice el cambio del componente indicado que en este caso particular seria el RF PA (Amplificador de Potencia).

## 9.2 Procedimiento ESD ( Electro Static Discharge )

### Objetivo :

Describir el procedimiento para las pruebas y el uso de las descargas electroestáticas (ESD) en el laboratorio.

Todo el personal que trabajan materiales que son sensibles a ESD están obligados a llevar y utilizar equipos de EDS a tierra .

Es responsabilidad de todo el personal mantener su equipo de EDS y asegurarse de que está en buenas condiciones de funcionamiento en todo momento.

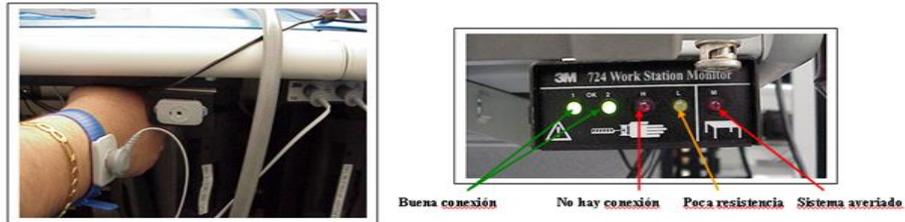
### El uso correcto y comprobación de las correas para la muñeca

Todo el personal del laboratorio esta obligado a llevar una pulsera ESD( Fig. 1) que esté en buenas condiciones de funcionamiento y que ha sido probado al comienzo de cada turno de trabajo.



**Figura 1**  
**Fuente : Propio**

Asegúrese de que el cable no está dañado o desgastado. Si el sistema está en buenas condiciones de funcionamiento, habrá una luz verde que aparecen en el monitor y no habrá ninguna alarma de audio. Si la conexión a tierra no es buena entonces habrá una luz roja y un fuerte alarma de audio como muestra la figura 2.



**Figura 2**  
Fuente : Propio

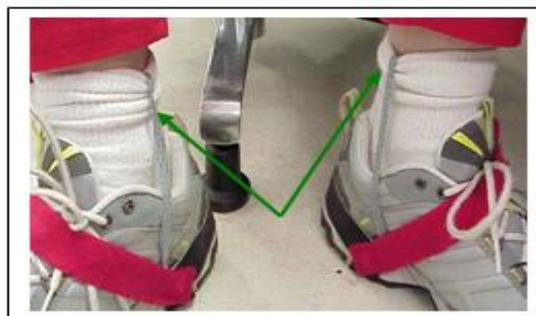
## El uso correcto y comprobación de las correas para el pie

Coloque la correa de la base del talón en cada zapato como muestra la figura 1.



**Figura 1**  
Fuente : Propio

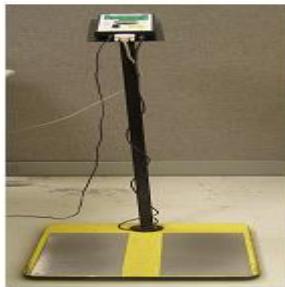
Ajuste el conductor de la cinta a la longitud deseada y meta dentro de su calcetín para que el conductor de la cinta esté en contacto con la piel como muestra la figura 2.



**Figura 2**  
Fuente : Propio

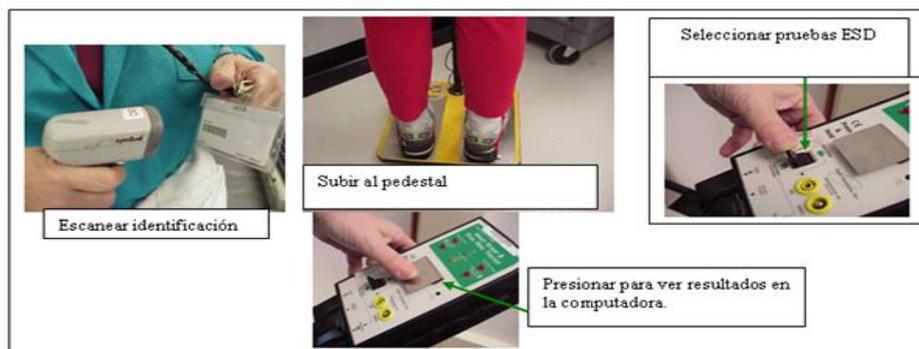
## Testing Foot Straps

Todo el personal debe usar correas para los pies y se deberá controlar las condiciones de funcionamiento cada día antes de comenzar el turno de trabajo. Para probar ellos y para asegurarse de que está correctamente conectado a tierra al caminar, deben ser probados en un probador de estática solución EDS (Fig. 3)



**Figura 3**  
**Fuente : Propio**

Escanear su tarjeta de identificación, y realizar los pasos como indican la figura 4.



**Figura 4**  
**Fuente : Propio**

Si la prueba es satisfactoria, aparecerá una pantalla verde que dice que las correas de los pies están puestas a tierra. Esta información se registra automáticamente en el ordenador y almacenados para el expediente. Si la prueba falla, una pantalla de color rojo aparecerá y una alarma de audio sonido y la prueba tendrá que volver a hacerlo.