

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

Informe Interno

Nº 93 – B00

Autor: **Ing. Nicolás A. Casco**

Revisor: **Ing. Juan A. Sanz**

Resumen:

En este informe se resumen los resultados preliminares obtenidos de la reducción de los datos de la medición de la superficie de la Antena II del IAR. Los parámetros del paraboloide ajustado se encuentran dentro de los valores esperados. Las mediciones arrojaron una rugosidad rms de 3.2 mm, lo que implica una pérdida de ganancia por rugosidad de superficie de 0.18 dB para una frecuencia de 1420 MHz. Para una frecuencia de operación de 5.5 GHz la pérdidas por rugosidad son de 2.3 dB.

Se incluye un listado provisorio de los puntos medidos junto con las desviaciones respecto a la superficie ajustada. No se cuenta al momento con el correspondiente informe de dicha medición.

Palabras Clave: **Antena II, rugosidad de superficie, mediciones, antenas parabólicas.**

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	1
1 Introducción	1
2 Procesamiento de la Medida	1
3 Rugosidad	2
4 Gráficas	3
5 Listado de Puntos Medidos	4
6 Conclusión	4
7 Referencias	4
Anexo A Listado de Puntos	1
Control de Cambios	15

1 **Introducción**

En este informe se resumen los resultados preliminares obtenidos de la reducción de los datos de la medición de la superficie de la Antena II del IAR.

Los algoritmos empleados para reducir los datos, son versiones actualizadas de las empleadas en la medida anterior [1]. Estos algoritmos fueron ensayados con datos generados en forma sintética y se verificó el correcto funcionamiento de los mismos. Se deja para una segunda etapa realizar la documentación detallada de los mencionados algoritmos.

Se tomaron un total de 776 puntos sobre la superficie del reflector. A diferencia de la medición anterior, esto se realizó en una sola jornada de trabajo mediante el empleo de una estación de relevamiento topográfico. Esta cuenta con un laser y un registrador automático de las mediciones. Al momento no se cuenta con el correspondiente informe de dicha medición. Por este motivo, toda la información contenida en el presente informe reviste el carácter de **provisoria**.

2 **Procesamiento de la Medida**

El algoritmo, básicamente, calcula la distancia d_i entre los puntos medidos P_i (con $i = 0, 1, \dots, N-1$, siendo N el número total de mediciones) y un paraboloide “ideal” con vértice $V = (0, 0, 0)$, eje de revolución z y foco f . Este paraboloide es transformado mediante una rotación y una traslación, cuyos parámetros, junto con el foco f , son optimizados para obtener la rugosidad mínima [3]. De esta manera se descuentan los errores sistemáticos en la ubicación y orientación del teodolito respecto al eje de paraboloide que se puedan cometer durante la medida.

Los parámetros del ajuste se muestran en la **Tabla 1**. Se puede ver que los pequeños valores obtenidos para las traslaciones en x e y para los ángulos de las rotaciones validan la estabilidad del algoritmo. El llamativamente “mayor” valor para la traslación en z se debe a la diferencia en el vértice entre el paraboloide “ideal” y los valores de altura medidos por la estación de medida. La relación f/d de la parábola estimada es 0.42 lo que verifica el valor de diseño.

Parámetro	Descripción	Valor
f	Foco de la parábola	12.63 m
Δx	Traslación en x	-0.11 m
Δy	Traslación en y	-0.0042 m
Δz	Traslación en z	-8.56 m
θ	Rotación respecto al eje x	0.48 °
ϕ	Rotación respecto al eje y	-0.48 °

Tabla 1. Parámetros del ajuste del paraboloide.

3 Rugosidad

Una vez obtenidos los parámetros que ajustan al paraboloide, se calcula la rugosidad rms de la superficie ε .

El cálculo de las pérdidas por rugosidad α se realiza siguiendo la metodología en [1] y [2]. Las pérdidas por rugosidad para una longitud de onda de operación λ están dadas por

$$\alpha = e^{-\left(\frac{4\pi\varepsilon}{\lambda}\right)^2} \quad (1)$$

Los resultados se obtenidos se resumen en la Tabla 2.

Parámetro	Descripción	Valor
ε	Rugosidad rms	3.2 mm
α	Pérdidas por rugosidad (@ f = 1420 MHz)	0.16 dB
α	Pérdidas por rugosidad (@ f = 5.5 GHz)	2.3 dB

Tabla 2. Rugosidad.

Para reducir las pérdidas a 5.5 GHz a valores comparables con los obtenidos actualmente a 1420 MHz, se debería disminuir la rugosidad de la superficie 3.5 veces aproximadamente.

En la medición pasada de la Antena I [1] se obtuvo $\varepsilon = 10$ mm. Aunque dicha medición corresponde a la una antena distinta, se destacan ciertas diferencias entre las mediciones realizadas en aquella oportunidad y la presente.

1. **Mejora en las rutinas de reducción de datos:** A diferencia de la medición anterior, las rutinas de reducción de datos minimizan directamente la rugosidad de la parábola. En el cálculo de rugosidad pasado, se minimizaba la desviación rms en un solo eje y posteriormente se calculaba la rugosidad. Ese procedimiento no garantizaba que el resultado de rugosidad obtenido sea el mínimo.
2. **Mejora en la tecnología empleada para relevar la superficie:** Es de esperar que el empleo del teodolito con distanciómetro laser mejore sensiblemente la exactitud y precisión de la medida en comparación con la cinta metálica. Además al no haber una persona parada sobre la superficie en el punto que se está relevando, se evitan las deformaciones mecánicas producidas por el peso del operario.

3. **Reducción de la duración de la medida:** Al poder realizar la medición de la superficie en una sola jornada, se evita tener que referenciar las mediciones de múltiples jornadas a un sistema común de coordenadas, lo que a su vez mejora la calidad de la reducción de datos.

4 Gráficas

La **Figura 1** muestra el valor absoluto de las distancias entre los puntos medidos y el paraboloide ajustado. Se pueden ver que existen algunos puntos particulares donde dicha distancia es notablemente mayor que la media. Suponiendo que se cometió un error grosero en dichos puntos, sería razonable descartarlos. En tal caso el valor de rugosidad calculado y en consecuencia las pérdidas por rugosidad se reducirían sensiblemente. Restaría por verificar si dicho punto es en efecto un error grosero, o una deformación real de la superficie de la antena. También en tal caso, se debería fijar un umbral de decisión según algún criterio estadístico apropiado. La **Figura 2** muestra las curvas de nivel de dicha gráfica.

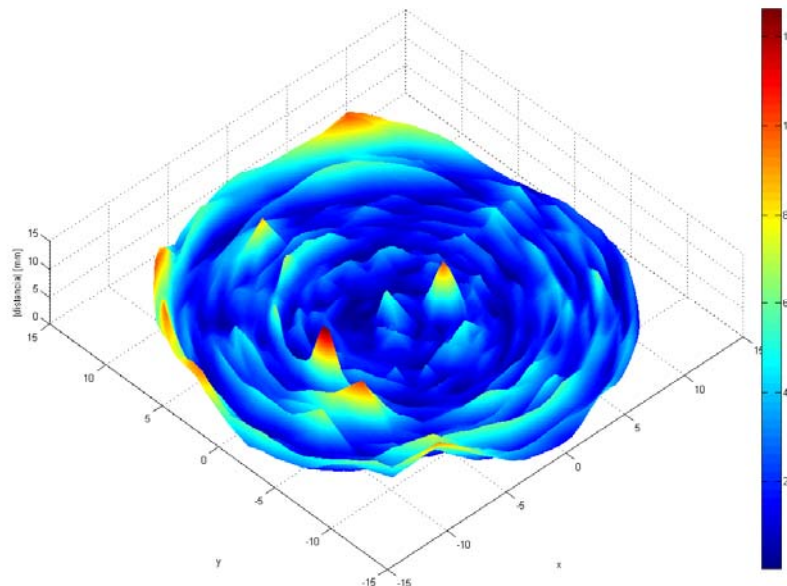


Figura 1. Distancias entre los puntos medidos el paraboloide ajustado.

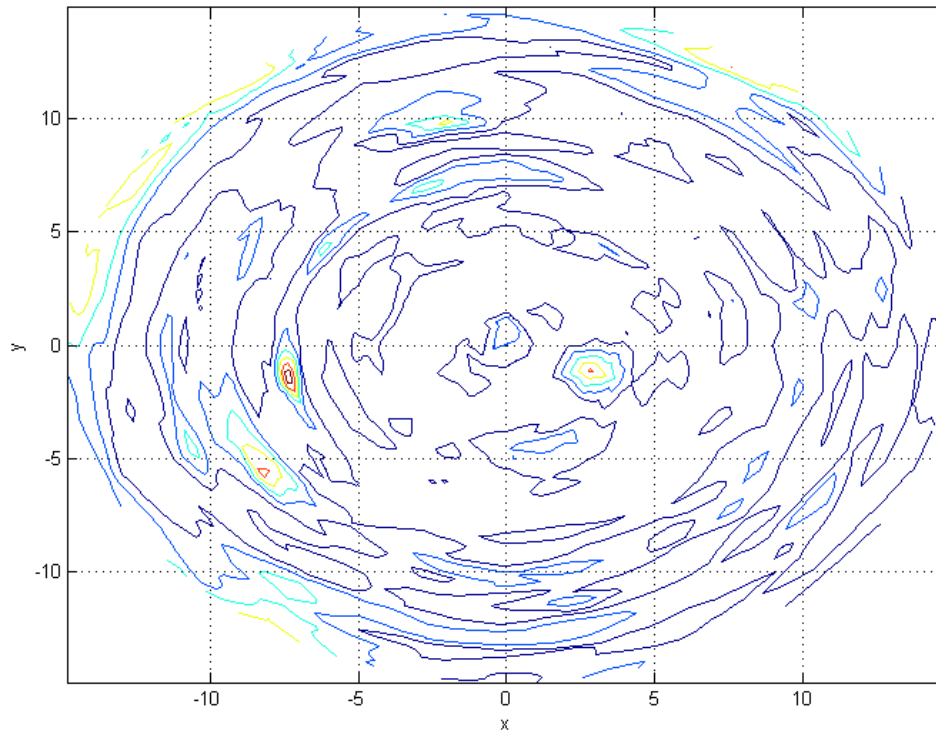


Figura 2. Gráfica de las curvas de nivel para la distancia entre los puntos medidos y el paraboloide ajustado.

5 Listado de Puntos Medidos

En el Anexo A se listan las distancias a la parábola ajustada. Las distancias normales son medidas cómo indica la Figura I incluida en dicho anexo.

6 Conclusión

Se procesaron los datos de la medida de la superficie de la antena II. Los parámetros del paraboloide ajustado se encuentran dentro de los valores esperados. Las mediciones arrojaron una rugosidad rms de 3.2 mm, lo que implica una pérdida de ganancia por rugosidad de superficie de 0.18 dB para una frecuencia de 1420 MHz. Las pérdidas por rugosidad para una frecuencia de operación 5.5 GHz son de 2.3 dB. Estos valores de rugosidad obtenidos son comparables a los de la Antena I obtenidos en la medición anterior [1].

7 Referencias

- [1] C. Muravchik, C. Rago, J. A. Bava, A. J. Sanz, “Método de Verificación de Imperfecciones en Superficies de Antenas Reflectoras Parabólicas”, *Informe Interno IAR N° 66*, Instituto Argentino de Radioastronomía, 1990.
- [2] M. S. Zarghamee, “On Antenna Tolerance Theory”, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 15 No 6, Nov 1967.
- [3] P. R. Bevington, D. K. Robinson, *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences*, McGraw-Hill, 3rd Edition, 2003.

Anexos

Anexo A Listado de Puntos

Número	X [m]	Y [m]	Z [m]	Distancia Normal[mm]
1	14.987	0.095	13.1283	-0.82
2	14.485	0.140	12.8348	2.87
3	13.988	0.135	12.5443	-1.54
4	13.490	0.082	12.2647	-3.85
5	12.988	0.129	12.0024	0.74
6	12.495	0.125	11.7486	0.79
7	11.994	0.073	11.4972	-1.80
8	11.493	0.115	11.2608	-1.54
9	10.994	0.113	11.0359	0.59
10	10.498	0.057	10.8162	-2.61
11	10.003	0.099	10.6122	-1.87
12	9.502	0.098	10.4131	-2.97
13	9.003	0.040	10.2264	-2.11
14	8.504	0.083	10.0525	0.30
15	8.006	0.079	9.8823	-2.65
16	7.507	0.028	9.7242	-2.82
17	7.006	0.071	9.5789	-0.92
18	6.510	0.070	9.4425	-0.66
19	6.009	0.021	9.3129	-1.60
20	5.498	0.012	9.1938	-0.45
21	4.992	0.059	9.0878	1.87
22	4.495	0.056	8.9879	-0.93
23	4.004	0.052	8.9006	-2.06
24	3.508	0.042	8.8232	-1.86
25	3.014	0.035	8.7553	-2.39
26	2.511	0.030	8.6973	-1.72
27	2.010	0.023	8.6491	-1.43
28	1.512	0.011	8.6113	-0.86
29	1.015	-0.006	8.5822	-1.44
30	14.682	3.008	13.1621	-0.76
31	14.177	2.951	12.8626	1.27
32	13.693	2.853	12.5744	-1.56
33	13.210	2.699	12.2924	-1.88
34	12.709	2.651	12.0314	4.37
35	12.224	2.548	11.7735	2.80
36	11.753	2.402	11.5230	-2.56
37	11.249	2.346	11.2823	-2.84
38	10.763	2.242	11.0549	-3.02
39	10.283	2.095	10.8339	-5.11
40	9.790	2.047	10.6331	-1.52
41	9.297	1.946	10.4319	-2.57
42	8.819	1.798	10.2443	-2.09
43	8.325	1.746	10.0695	-0.62
44	7.838	1.642	9.8974	-4.69
45	7.354	1.497	9.7409	-0.98
46	6.860	1.442	9.5946	-0.70
47	6.366	1.333	9.4553	0.51
48	5.889	1.189	9.3251	-1.44
49	5.382	1.084	9.2058	2.25
50	14.682	3.007	13.1625	-0.40
51	14.177	2.951	12.8620	0.73

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

52	13.694	2.851	12.5743	-2.13
53	13.209	2.698	12.2934	-0.48
54	12.708	2.649	12.0319	5.37
55	12.224	2.547	11.7738	3.04
56	11.756	2.401	11.5229	-4.01
57	11.250	2.344	11.2829	-2.67
58	10.764	2.240	11.0554	-2.96
59	10.283	2.095	10.8337	-5.25
60	9.792	2.047	10.6303	-4.54
61	9.296	1.945	10.4316	-2.46
62	8.819	1.797	10.2461	-0.38
63	8.326	1.745	10.0701	-0.43
64	7.838	1.642	9.8990	-3.14
65	7.354	1.497	9.7394	-2.46
66	6.859	1.442	9.5927	-2.23
67	6.367	1.333	9.4544	-0.63
68	5.890	1.188	9.3249	-1.63
69	5.381	1.083	9.2059	2.51
70	13.805	5.805	13.1847	0.69
71	13.326	5.656	12.8881	2.57
72	12.874	5.468	12.6000	-1.46
73	12.436	5.230	12.3206	-2.58
74	11.952	5.081	12.0515	-0.62
75	11.495	4.889	11.7956	0.42
76	11.053	4.648	11.5457	0.92
77	10.578	4.506	11.3064	-2.45
78	10.116	4.310	11.0787	0.06
79	9.679	4.073	10.8586	-2.02
80	9.204	3.919	10.6516	-1.06
81	8.740	3.730	10.4517	-0.85
82	8.304	3.489	10.2618	-2.50
83	7.826	3.340	10.0863	0.66
84	7.367	3.143	9.9149	-1.29
85	6.928	2.902	9.7540	-2.55
86	6.446	2.750	9.6057	-0.64
87	5.987	2.553	9.4668	-0.22
88	5.555	2.318	9.3364	-3.05
89	5.077	2.114	9.2170	2.00
90	4.590	1.966	9.1079	3.54
91	4.142	1.774	9.0092	2.00
92	3.680	1.581	8.9189	1.43
93	3.225	1.385	8.8381	-0.03
94	2.770	1.187	8.7678	-0.75
95	12.387	8.395	13.2017	4.51
96	11.947	8.148	12.9023	6.30
97	11.541	7.873	12.6135	2.40
98	11.158	7.553	12.3321	0.11
99	10.717	7.316	12.0639	0.41
100	10.307	7.035	11.8094	3.75
101	9.920	6.718	11.5564	0.99
102	9.485	6.477	11.3178	-0.30
103	9.074	6.194	11.0879	-0.41
104	8.690	5.878	10.8678	-2.21
105	8.255	5.635	10.6632	1.25
106	7.842	5.354	10.4620	-0.07
107	7.458	5.032	10.2696	-2.40
108	7.022	4.795	10.0943	0.13

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

109	6.612	4.512	9.9223	-2.23
110	6.221	4.193	9.7622	-1.21
111	5.787	3.950	9.6140	-0.60
112	5.375	3.674	9.4736	-1.81
113	4.988	3.348	9.3420	-1.84
114	4.566	3.060	9.2213	0.08
115	8.219	12.496	13.2197	10.27
116	8.218	12.496	13.2200	10.55
117	8.218	12.496	13.2199	10.40
118	7.909	12.101	12.9193	10.54
119	10.506	10.655	13.2176	7.45
120	10.126	10.327	12.9141	5.22
121	9.777	9.973	12.6208	1.32
122	9.467	9.588	12.3478	4.23
123	9.082	9.264	12.0746	2.14
124	8.734	8.910	11.8194	5.02
125	8.425	8.521	11.5689	2.57
126	8.040	8.200	11.3266	0.46
127	7.687	7.842	11.0975	2.65
128	7.379	7.456	10.8774	-0.60
129	6.996	7.143	10.6707	-0.34
130	6.647	6.782	10.4714	1.64
131	6.332	6.396	10.2794	-1.06
132	5.948	6.071	10.1007	0.99
133	5.598	5.713	9.9279	-0.90
134	5.287	5.326	9.7688	-1.14
135	4.904	5.005	9.6200	-0.09
136	4.551	4.644	9.4786	0.40
137	4.235	4.254	9.3476	0.11
138	3.878	3.889	9.2289	4.36
139	3.502	3.570	9.1161	0.11
140	3.156	3.211	9.0148	-0.70
141	2.808	2.854	8.9256	0.55
142	2.461	2.499	8.8451	0.36
143	2.116	2.149	8.7754	0.59
144	1.761	1.796	8.7122	-1.31
145	1.406	1.439	8.6648	2.78
146	1.053	1.092	8.6198	-1.28
147	0.700	0.747	8.5909	0.93
148	8.217	12.494	13.2175	9.72
149	7.909	12.100	12.9186	10.33
150	7.639	11.695	12.6300	5.40
151	7.413	11.243	12.3482	5.17
152	7.100	10.855	12.0792	4.82
153	6.832	10.438	11.8221	5.88
154	6.599	10.000	11.5708	2.63
155	6.284	9.607	11.3266	-0.33
156	6.011	9.192	11.0985	0.30
157	5.782	8.753	10.8786	-1.97
158	5.466	8.362	10.6727	2.32
159	5.188	7.947	10.4737	3.88
160	4.958	7.502	10.2804	0.38
161	4.648	7.115	10.1036	2.07
162	4.375	6.693	9.9315	1.52
163	4.144	6.254	9.7709	-0.47
164	3.833	5.864	9.6221	0.45
165	3.557	5.444	9.4811	0.88

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

166	3.329	4.999	9.3494	-0.58
167	3.044	4.565	9.2291	4.18
168	5.617	13.870	13.2133	5.42
169	5.387	13.424	12.9156	7.23
170	5.205	12.964	12.6262	5.46
171	5.071	12.486	12.3445	1.12
172	4.840	12.039	12.0765	3.64
173	4.655	11.578	11.8204	6.07
174	4.515	11.100	11.5699	3.74
175	4.283	10.658	11.3272	0.51
176	4.100	10.190	11.0976	2.11
177	3.959	9.714	10.8797	1.80
178	3.728	9.272	10.6701	1.40
179	3.539	8.812	10.4702	0.85
180	3.400	8.330	10.2777	-1.68
181	3.171	7.888	10.1007	0.56
182	2.985	7.421	9.9300	1.22
183	2.843	6.947	9.7684	-2.28
184	2.611	6.499	9.6194	0.19
185	2.427	6.038	9.4798	0.30
186	2.288	5.552	9.3490	0.60
187	2.105	5.082	9.2284	1.81
188	1.872	4.638	9.1167	0.51
189	1.689	4.175	9.0177	1.94
190	1.505	3.711	8.9267	1.50
191	1.326	3.255	8.8449	-1.03
192	1.145	2.788	8.7748	0.21
193	2.790	14.708	13.2020	4.31
194	2.654	14.226	12.9036	5.17
195	2.558	13.730	12.6090	3.62
196	2.520	13.241	12.3316	-0.69
197	2.382	12.749	12.0600	2.28
198	2.288	12.263	11.8047	3.53
199	2.249	11.773	11.5563	-0.52
200	2.111	11.290	11.3152	-1.23
201	2.021	10.799	11.0875	0.51
202	1.976	10.301	10.8674	-1.11
203	1.840	9.821	10.6610	1.14
204	1.748	9.332	10.4610	0.03
205	1.702	8.834	10.2683	-3.12
206	1.563	8.352	10.0909	-0.69
207	1.469	7.864	9.9196	-2.88
208	1.426	7.369	9.7596	-5.10
209	1.288	6.879	9.6111	-1.05
210	1.199	6.388	9.4725	0.05
211	1.156	5.893	9.3454	1.32
212	1.069	5.383	9.2236	3.62
213	-0.132	14.969	13.1815	5.87
214	-0.180	14.474	12.8826	3.65
215	-0.178	13.974	12.5939	3.52
216	-0.132	13.481	12.3125	-2.20
217	-0.176	12.981	12.0455	-0.07
218	-0.166	12.478	11.7890	3.16
219	-0.112	11.991	11.5409	-1.78
220	-0.149	11.487	11.2981	-3.31
221	-0.137	10.987	11.0688	-3.71
222	-0.076	10.492	10.8533	-2.65

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

223	-0.115	9.996	10.6464	-2.07
224	-0.104	9.495	10.4474	-1.33
225	-0.051	8.997	10.2563	-4.15
226	-0.095	8.500	10.0807	-1.44
227	-0.083	8.006	9.9098	-4.79
228	-0.032	7.505	9.7494	-5.50
229	-0.068	7.001	9.6027	-1.71
230	-0.062	6.503	9.4629	-2.31
231	-0.007	6.010	9.3362	-1.78
232	-0.002	5.495	9.2181	3.37
233	-0.045	4.992	9.1048	0.43
234	-0.035	4.498	9.0052	-0.79
235	-0.027	4.003	8.9167	-0.51
236	-0.018	3.505	8.8379	0.13
237	-0.011	3.008	8.7686	0.48
238	-0.004	2.506	8.7090	1.14
239	0.004	2.008	8.6579	0.03
240	0.020	1.508	8.6193	1.50
241	0.033	1.012	8.5938	6.10
242	-3.054	14.658	13.1520	3.82
243	-3.000	14.153	12.8532	6.07
244	-2.896	13.673	12.5689	4.61
245	-2.740	13.199	12.2884	-0.44
246	-2.687	12.700	12.0220	0.53
247	-2.581	12.214	11.7658	0.95
248	-2.431	11.744	11.5186	-3.16
249	-2.370	11.238	11.2756	-3.95
250	-2.265	10.752	11.0484	-4.54
251	-2.118	10.276	10.8326	-4.51
252	-2.068	9.782	10.6216	-8.95
253	-1.968	9.284	10.4315	1.38
254	-1.814	8.809	10.2412	-2.45
255	-1.759	8.311	10.0645	-0.87
256	-1.653	7.830	9.8949	-4.60
257	-1.500	7.346	9.7350	-4.97
258	-1.438	6.853	9.5905	-2.17
259	-1.332	6.364	9.4522	-1.93
260	-1.181	5.885	9.3236	-2.40
261	-1.070	5.377	9.2066	3.47
262	-5.865	13.788	13.1235	3.70
263	-5.713	13.309	12.8244	2.16
264	-5.517	12.852	12.5441	5.79
265	-5.272	12.417	12.2626	-0.68
266	-5.121	11.940	11.9999	2.07
267	-4.927	11.480	11.7437	2.03
268	-4.687	11.043	11.4933	-3.43
269	-4.533	10.563	11.2549	-3.69
270	-4.336	10.105	11.0287	-3.74
271	-4.096	9.668	10.8128	-4.84
272	-3.943	9.190	10.6099	-0.92
273	-3.740	8.732	10.4116	-1.65
274	-3.492	8.297	10.2247	-3.20
275	-3.336	7.820	10.0485	-1.74
276	-3.133	7.360	9.8808	-1.34
277	-2.895	6.927	9.7203	-7.49
278	-2.738	6.444	9.5758	-2.38
279	-2.541	5.984	9.4390	-1.66

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

280	-2.301	5.542	9.3107	-2.89
281	-2.103	5.069	9.1941	0.87
282	-1.954	4.594	9.0862	0.15
283	-1.760	4.132	8.9877	-0.63
284	-1.561	3.673	8.9029	2.26
285	-1.366	3.221	8.8238	-0.18
286	-1.164	2.768	8.7569	0.20
287	-8.444	12.390	13.0954	8.51
288	-8.199	11.946	12.7981	9.23
289	-7.919	11.537	12.5104	4.62
290	-7.591	11.160	12.2294	-3.12
291	-7.350	10.720	11.9666	-0.97
292	-7.064	10.306	11.7122	1.34
293	-6.743	9.928	11.4679	-1.64
294	-6.500	9.492	11.2315	-3.22
295	-6.214	9.075	11.0062	-0.95
296	-5.894	8.688	10.7896	-2.24
297	-5.651	8.254	10.5843	-3.23
298	-5.370	7.837	10.3875	-3.21
299	-5.043	7.453	10.2025	-2.74
300	-4.801	7.020	10.0276	-3.37
301	-4.514	6.608	9.8617	-2.65
302	-4.192	6.222	9.7050	-3.70
303	-3.950	5.787	9.5612	-1.97
304	-3.663	5.372	9.4261	0.23
305	-3.340	4.986	9.2985	-1.40
306	-3.048	4.564	9.1795	-1.20
307	-10.714	10.497	13.0581	10.50
308	-10.388	10.115	12.7586	5.83
309	-10.030	9.767	12.4750	4.99
310	-9.636	9.456	12.1998	2.14
311	-9.312	9.072	11.9369	3.44
312	-8.952	8.722	11.6810	2.22
313	-8.561	8.414	11.4380	-0.33
314	-8.235	8.029	11.2032	0.63
315	-7.873	7.681	10.9777	-0.32
316	-7.483	7.367	10.7655	0.11
317	-7.156	6.980	10.5582	-0.53
318	-6.798	6.637	10.3647	-1.66
319	-6.402	6.326	10.1812	-1.34
320	-6.078	5.941	10.0055	-1.56
321	-5.724	5.594	9.8421	-1.91
322	-5.327	5.281	9.6845	-4.76
323	-5.002	4.901	9.5439	-0.79
324	-4.643	4.548	9.4082	-0.50
325	-4.256	4.241	9.2828	-3.81
326	-3.886	3.879	9.1694	1.83
327	-3.557	3.485	9.0630	3.27
328	-3.202	3.135	8.9678	2.63
329	-2.847	2.788	8.8818	1.09
330	-2.493	2.441	8.8064	0.46
331	-2.143	2.101	8.7415	-0.62
332	-1.790	1.745	8.6861	-0.11
333	-1.437	1.392	8.6399	-0.45
334	-0.744	0.682	8.5778	-0.64
335	-12.565	8.217	13.0158	5.11
336	-12.156	7.899	12.7200	9.95

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

337	-11.739	7.629	12.4359	6.22
338	-11.293	7.409	12.1646	2.40
339	-10.893	7.089	11.8987	3.82
340	-10.483	6.822	11.6483	0.75
341	-10.032	6.592	11.4029	-1.87
342	-9.638	6.281	11.1689	-2.75
343	-9.216	6.011	10.9468	-2.47
344	-8.769	5.780	10.7351	-2.12
345	-8.379	5.472	10.5315	-4.54
346	-7.956	5.204	10.3402	-2.95
347	-7.503	4.969	10.1562	-2.19
348	-7.111	4.659	9.9859	0.47
349	-6.693	4.384	9.8216	-0.71
350	-6.252	4.153	9.6635	-7.29
351	-5.852	3.838	9.5234	-1.48
352	-5.433	3.563	9.3887	-2.64
353	-4.990	3.332	9.2655	-3.63
354	-4.558	3.048	9.1519	-0.04
355	-13.932	5.584	12.9726	7.87
356	-13.482	5.357	12.6801	6.92
357	-13.016	5.178	12.3997	6.13
358	-12.531	5.039	12.1262	2.86
359	-12.090	4.813	11.8663	0.84
360	-11.619	4.629	11.6128	0.34
361	-11.131	4.493	11.3703	-0.79
362	-10.687	4.266	11.1366	-4.30
363	-10.220	4.084	10.9180	-1.92
364	-9.737	3.946	10.7059	-3.93
365	-9.291	3.713	10.5050	-2.72
366	-8.828	3.531	10.3125	-4.83
367	-8.342	3.391	10.1332	-2.58
368	-7.894	3.165	9.9615	-2.17
369	-7.426	2.975	9.7992	-1.12
370	-6.943	2.841	9.6461	-3.74
371	-6.494	2.611	9.5064	-0.48
372	-6.027	2.424	9.3740	0.09
373	-5.547	2.286	9.2509	-2.32
374	-5.069	2.097	9.1368	-1.18
375	-4.621	1.861	9.0357	1.31
376	-4.161	1.674	8.9443	1.51
377	-3.696	1.487	8.8623	2.26
378	-3.230	1.302	8.7863	-1.03
379	-2.769	1.123	8.7266	1.26
380	-14.764	2.773	12.9391	8.70
381	-14.267	2.634	12.6439	10.04
382	-13.782	2.551	12.3666	7.09
383	-13.281	2.509	12.0965	4.59
384	-12.799	2.369	11.8348	2.51
385	-12.304	2.282	11.5831	0.76
386	-11.799	2.242	11.3438	1.64
387	-11.320	2.103	11.1098	-3.71
388	-10.822	2.008	10.8888	-2.22
389	-10.324	1.965	10.6815	-1.89
390	-9.839	1.822	10.4797	-2.39
391	-9.345	1.731	10.2877	-3.52
392	-8.842	1.688	10.1105	-0.75
393	-8.360	1.551	9.9424	1.14

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

394	-7.865	1.465	9.7784	-1.60
395	-7.369	1.416	9.6275	-3.65
396	-6.882	1.283	9.4887	-0.59
397	-6.386	1.191	9.3572	-0.31
398	-5.890	1.152	9.2366	-1.96
399	-5.384	1.064	9.1237	-1.12
400	-15.028	-0.150	12.9006	5.30
401	-14.525	-0.187	12.6125	5.85
402	-14.020	-0.175	12.3309	3.69
403	-13.518	-0.118	12.0629	3.67
404	-13.017	-0.160	11.8012	0.44
405	-12.517	-0.155	11.5524	-0.82
406	-12.018	-0.097	11.3133	-2.91
407	-11.511	-0.139	11.0793	-5.21
408	-11.010	-0.138	10.8652	-1.39
409	-10.510	-0.088	10.6564	-2.31
410	-10.008	-0.129	10.4571	-2.03
411	-9.506	-0.126	10.2672	-2.78
412	-9.005	-0.070	10.0923	0.80
413	-8.500	-0.110	9.9222	1.68
414	-8.001	-0.103	9.7609	-0.78
415	-7.503	-0.046	9.6083	-5.05
416	-7.001	-0.083	9.4712	-1.99
417	-6.495	-0.074	9.3425	0.06
418	-5.999	-0.012	9.2218	-2.33
419	-5.486	-0.002	9.1119	0.29
420	-4.977	-0.048	9.0131	3.35
421	-4.478	-0.045	8.9224	2.17
422	-3.980	-0.041	8.8421	1.55
423	-3.484	-0.035	8.7701	-0.89
424	-2.988	-0.028	8.7120	0.83
425	-2.485	-0.024	8.6608	0.43
426	-1.985	-0.017	8.6206	0.79
427	-1.492	-0.002	8.5868	-2.77
428	-0.993	0.015	8.5686	-0.17
429	-14.719	-3.090	12.8696	1.92
430	-14.210	-3.027	12.5826	6.14
431	-13.722	-2.923	12.3038	2.94
432	-13.243	-2.768	12.0360	1.01
433	-12.742	-2.708	11.7798	2.49
434	-12.248	-2.604	11.5277	-0.54
435	-11.769	-2.449	11.2928	1.03
436	-11.273	-2.390	11.0612	-4.10
437	-10.780	-2.280	10.8447	-1.99
438	-10.297	-2.130	10.6337	-4.57
439	-9.801	-2.072	10.4380	-3.66
440	-9.305	-1.966	10.2464	-5.20
441	-8.821	-1.811	10.0719	-0.74
442	-8.324	-1.752	9.9035	-1.44
443	-7.834	-1.645	9.7436	-2.91
444	-7.352	-1.493	9.5823	-15.26
445	-6.851	-1.438	9.4571	-1.64
446	-6.361	-1.334	9.3286	-1.62
447	-5.879	-1.183	9.2086	-2.90
448	-5.375	-1.075	9.0979	-1.61
449	-13.845	-5.892	12.8468	1.92
450	-13.359	-5.727	12.5578	4.45

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

451	-12.908	-5.530	12.2814	-1.08
452	-12.458	-5.282	12.0114	-0.45
453	-11.977	-5.127	11.7557	0.74
454	-11.519	-4.923	11.5096	0.85
455	-11.080	-4.676	11.2691	-3.99
456	-10.604	-4.520	11.0395	-7.50
457	-10.140	-4.324	10.8267	-2.88
458	-9.691	-4.086	10.6159	-5.20
459	-9.211	-3.932	10.4164	-7.22
460	-8.746	-3.733	10.2288	-6.14
461	-8.310	-3.495	10.0586	-2.16
462	-7.826	-3.334	9.8865	-3.97
463	-7.369	-3.144	9.7323	-2.79
464	-6.919	-2.911	9.5819	-4.57
465	-6.435	-2.753	9.4452	-1.58
466	-5.973	-2.557	9.3176	-1.18
467	-5.532	-2.314	9.1969	-4.30
468	-5.063	-2.105	9.0889	-1.80
469	-4.573	-1.956	8.9915	0.66
470	-4.120	-1.764	8.9023	-1.94
471	-3.660	-1.566	8.8244	-1.71
472	-3.202	-1.367	8.7568	-1.24
473	-2.752	-1.169	8.6992	-1.32
474	-12.437	-8.456	12.8258	4.94
475	-11.999	-8.208	12.5417	5.48
476	-11.582	-7.925	12.2633	3.37
477	-11.198	-7.597	11.9958	1.19
478	-10.751	-7.353	11.7378	1.39
479	-10.337	-7.067	11.4930	2.11
480	-9.952	-6.742	11.2542	-1.09
481	-9.512	-6.505	11.0309	-0.60
482	-9.092	-6.227	10.8128	-1.64
483	-8.704	-5.897	10.6040	-2.51
484	-8.271	-5.656	10.4017	-10.80
485	-7.856	-5.374	10.2166	-9.49
486	-7.465	-5.052	10.0465	-2.47
487	-7.023	-4.805	9.8786	-2.28
488	-6.604	-4.524	9.7213	-1.87
489	-6.219	-4.201	9.5725	-4.14
490	-5.776	-3.955	9.4375	-0.99
491	-5.366	-3.672	9.3105	-1.60
492	-4.975	-3.343	9.1894	-3.65
493	-4.556	-3.055	9.0854	1.08
494	-10.567	-10.712	12.8209	6.92
495	-10.179	-10.385	12.5297	2.88
496	-9.825	-10.025	12.2542	3.84
497	-9.508	-9.633	11.9893	3.00
498	-9.122	-9.308	11.7363	5.33
499	-8.772	-8.946	11.4870	2.52
500	-8.455	-8.558	11.2506	0.24
501	-8.069	-8.233	11.0211	-3.02
502	-7.713	-7.871	10.8058	-0.12
503	-7.396	-7.478	10.5978	-1.99
504	-7.011	-7.152	10.4007	-2.75
505	-6.658	-6.796	10.2127	-4.70
506	-6.337	-6.399	10.0407	1.25
507	-5.953	-6.075	9.8756	1.94

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

508	-5.598	-5.715	9.7181	2.34
509	-5.284	-5.323	9.5677	-2.05
510	-4.897	-4.999	9.4323	-0.29
511	-4.546	-4.646	9.3060	-0.65
512	-4.231	-4.248	9.1861	-2.90
513	-3.873	-3.885	9.0813	1.17
514	-3.479	-3.553	8.9846	3.78
515	-3.134	-3.196	8.8961	1.55
516	-2.783	-2.839	8.8188	1.31
517	-2.436	-2.488	8.7501	-1.01
518	-2.090	-2.135	8.6931	-1.26
519	-1.733	-1.780	8.6449	-1.49
520	-1.383	-1.424	8.6126	3.92
521	-1.025	-1.076	8.5812	0.39
522	-0.672	-0.723	8.5658	3.12
523	-8.276	-12.569	12.8224	10.34
524	-7.955	-12.169	12.5308	8.23
525	-7.683	-11.750	12.2563	7.19
526	-7.453	-11.301	11.9899	5.45
527	-7.130	-10.909	11.7357	7.47
528	-6.854	-10.490	11.4887	5.84
529	-6.616	-10.049	11.2494	1.33
530	-6.303	-9.649	11.0209	0.07
531	-6.029	-9.225	10.8064	2.51
532	-5.795	-8.777	10.5952	-1.92
533	-5.478	-8.385	10.4024	0.78
534	-5.204	-7.958	10.2114	-2.04
535	-4.969	-7.515	10.0396	1.41
536	-4.655	-7.121	9.8724	0.64
537	-4.378	-6.700	9.7166	1.94
538	-4.146	-6.254	9.5675	-1.04
539	-3.825	-5.861	9.4313	0.24
540	-3.553	-5.442	9.3058	1.03
541	-3.318	-4.994	9.1861	-1.26
542	-3.036	-4.567	9.0777	-0.58
543	-5.667	-13.939	12.8219	6.42
544	-5.429	-13.490	12.5332	4.64
545	-5.236	-13.020	12.2563	5.32
546	-5.096	-12.542	11.9901	1.81
547	-4.861	-12.093	11.7356	3.48
548	-4.668	-11.623	11.4904	6.03
549	-4.528	-11.142	11.2522	2.36
550	-4.291	-10.698	11.0223	-2.29
551	-4.100	-10.226	10.8088	2.92
552	-3.959	-9.747	10.5987	-2.46
553	-3.724	-9.297	10.4018	-2.24
554	-3.534	-8.834	10.2145	-3.64
555	-3.396	-8.350	10.0397	-2.38
556	-3.166	-7.900	9.8773	1.80
557	-2.973	-7.429	9.7179	1.38
558	-2.832	-6.948	9.5694	-0.85
559	-2.600	-6.497	9.4342	1.37
560	-2.415	-6.031	9.3081	2.28
561	-2.277	-5.549	9.1894	0.26
562	-2.089	-5.071	9.0812	1.56
563	-1.856	-4.620	8.9855	3.65
564	-1.671	-4.156	8.8964	1.37

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

565	-1.490	-3.692	8.8184	0.10
566	-1.308	-3.229	8.7508	-0.47
567	-1.124	-2.759	8.6944	0.99
568	-2.817	-14.780	12.8296	1.36
569	-2.676	-14.288	12.5428	3.71
570	-2.588	-13.796	12.2660	1.65
571	-2.543	-13.293	11.9992	0.86
572	-2.407	-12.801	11.7462	6.19
573	-2.317	-12.308	11.4971	3.21
574	-2.275	-11.808	11.2572	-1.61
575	-2.129	-11.323	11.0314	-0.37
576	-2.038	-10.826	10.8104	-3.61
577	-1.994	-10.325	10.6066	-1.33
578	-1.855	-9.846	10.4070	-6.21
579	-1.761	-9.350	10.2243	-1.50
580	-1.714	-8.846	10.0457	-2.37
581	-1.571	-8.359	9.8816	1.40
582	-1.480	-7.865	9.7224	-0.54
583	-1.428	-7.366	9.5745	-1.46
584	-1.288	-6.878	9.4382	0.21
585	-1.195	-6.390	9.3121	0.31
586	-1.151	-5.885	9.1915	-1.92
587	-1.052	-5.382	9.0836	0.07
588	0.107	-15.051	12.8535	1.02
589	0.144	-14.539	12.5629	1.50
590	0.138	-14.035	12.2876	3.45
591	0.085	-13.533	12.0176	1.01
592	0.134	-13.026	11.7644	5.70
593	0.126	-12.532	11.5185	3.36
594	0.077	-12.027	11.2755	-0.48
595	0.120	-11.523	11.0454	-2.79
596	0.115	-11.019	10.8296	-0.81
597	0.066	-10.518	10.6178	-4.58
598	0.111	-10.016	10.4216	-3.94
599	0.112	-9.511	10.2371	-0.35
600	0.058	-9.009	10.0581	-0.83
601	0.104	-8.504	9.8942	3.21
602	0.101	-8.012	9.7354	-0.63
603	0.052	-7.505	9.5844	-1.66
604	0.092	-7.007	9.4502	0.81
605	0.084	-6.501	9.3210	0.87
606	0.024	-5.999	9.2027	1.33
607	0.025	-5.483	9.0920	1.91
608	0.061	-4.974	8.9953	4.30
609	0.053	-4.478	8.9080	4.15
610	0.041	-3.976	8.8285	3.27
611	0.029	-3.485	8.7584	0.16
612	0.016	-2.987	8.7019	2.03
613	0.004	-2.486	8.6528	1.66
614	-0.011	-1.987	8.6115	-0.86
615	-0.028	-1.486	8.5838	0.46
616	-0.051	-0.993	8.5624	-2.02
617	3.109	-14.710	12.8786	5.27
618	2.956	-14.231	12.5897	3.35
619	2.857	-13.736	12.3091	2.08
620	2.798	-13.238	12.0432	2.06
621	2.653	-12.753	11.7862	4.32

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

622	2.551	-12.266	11.5419	5.77
623	2.498	-11.760	11.2977	1.54
624	2.357	-11.278	11.0617	-5.65
625	2.256	-10.790	10.8493	-1.89
626	2.205	-10.286	10.6391	-3.43
627	2.060	-9.803	10.4378	-5.56
628	1.958	-9.307	10.2511	-2.11
629	1.898	-8.803	10.0735	-0.57
630	1.754	-8.327	9.9106	3.45
631	1.651	-7.837	9.7501	1.51
632	1.599	-7.334	9.5989	-0.81
633	1.449	-6.853	9.4614	1.13
634	1.346	-6.362	9.3342	2.88
635	1.283	-5.858	9.2094	-2.08
636	1.084	-5.373	9.1013	2.80
637	5.912	-13.824	12.9100	2.29
638	5.672	-13.375	12.6188	3.33
639	5.477	-12.916	12.3391	0.93
640	5.321	-12.435	12.0673	-1.34
641	5.084	-11.990	11.8118	2.55
642	4.738	-11.046	11.3233	2.12
643	4.890	-11.528	11.5644	3.70
644	4.500	-10.602	11.0900	-0.98
645	4.305	-10.137	10.8724	1.46
646	4.149	-9.659	10.6591	-2.77
647	3.914	-9.215	10.4589	-3.30
648	3.723	-8.753	10.2699	-3.67
649	3.566	-8.270	10.0918	-1.28
650	3.333	-7.830	9.9269	2.27
651	3.135	-7.366	9.7640	0.15
652	2.982	-6.883	9.6120	-1.45
653	2.748	-6.445	9.4752	0.22
654	2.556	-5.978	9.3461	2.04
655	2.403	-5.500	9.2235	-1.27
656	2.203	-5.020	9.1145	3.72
657	1.964	-4.575	9.0124	2.46
658	1.776	-4.113	8.9259	5.41
659	1.581	-3.657	8.8420	0.98
660	1.389	-3.196	8.7729	1.76
661	1.199	-2.743	8.7125	0.69
662	8.473	-12.403	12.9411	2.35
663	8.155	-12.016	12.6544	4.25
664	7.880	-11.596	12.3722	2.94
665	7.558	-11.211	12.0999	0.46
666	7.319	-10.767	11.8436	3.55
667	7.037	-10.352	11.5935	4.21
668	6.796	-9.911	11.3524	2.38
669	6.477	-9.520	11.1166	-1.14
670	6.191	-9.104	10.8947	-1.21
671	5.946	-8.663	10.6832	-1.97
672	5.631	-8.279	10.4860	-0.74
673	5.350	-7.860	10.2920	-2.59
674	5.107	-7.424	10.1143	-1.76
675	4.789	-7.031	9.9454	1.72
676	4.508	-6.614	9.7828	0.65
677	4.268	-6.179	9.6314	-2.18
678	3.950	-5.784	9.4904	-0.36

Resultados Provisorios de la Medida de Rugosidad de la Antena II

679	3.671	-5.367	9.3602	0.86
680	3.424	-4.929	9.2371	-1.46
681	3.058	-4.552	9.1252	2.70
682	10.724	-10.519	12.9820	0.39
683	10.329	-10.194	12.6878	2.98
684	9.978	-9.847	12.4073	0.11
685	9.655	-9.461	12.1333	-2.47
686	9.268	-9.133	11.8731	1.52
687	8.915	-8.780	11.6241	2.93
688	8.593	-8.392	11.3787	-0.57
689	8.212	-8.072	11.1457	-3.20
690	7.856	-7.717	10.9245	-1.81
691	7.535	-7.334	10.7114	-4.78
692	7.148	-7.018	10.5114	-3.27
693	6.786	-6.661	10.3197	-0.23
694	6.464	-6.277	10.1363	-2.71
695	6.077	-5.962	9.9686	0.96
696	5.714	-5.606	9.8034	0.67
697	5.394	-5.222	9.6506	-1.58
698	5.006	-4.904	9.5090	-0.37
699	4.646	-4.552	9.3769	0.86
700	4.324	-4.166	9.2525	-1.85
701	3.960	-3.802	9.1399	1.31
702	3.561	-3.485	9.0364	2.13
703	3.205	-3.143	8.9444	1.46
704	2.848	-2.797	8.8614	0.54
705	2.492	-2.448	8.7899	1.60
706	2.144	-2.106	8.7262	-0.63
707	1.793	-1.740	8.6734	0.14
708	1.445	-1.381	8.6316	1.45
709	1.095	-1.015	8.5970	0.15
710	0.755	-0.664	8.5726	-1.52
711	12.493	-8.320	13.0180	1.17
712	12.105	-7.993	12.7266	3.21
713	11.693	-7.713	12.4419	0.49
714	11.304	-7.394	12.1700	0.39
715	10.867	-7.146	11.9088	3.18
716	10.450	-6.863	11.6584	6.65
717	10.013	-6.622	11.4102	1.49
718	9.626	-6.304	11.1766	-0.93
719	9.214	-6.030	10.9549	-1.59
720	8.769	-5.785	10.7373	-2.71
721	8.381	-5.471	10.5342	-4.59
722	7.965	-5.194	10.3422	-3.54
723	7.520	-4.959	10.1580	-3.25
724	7.128	-4.642	9.9902	1.94
725	6.717	-4.366	9.8248	-1.49
726	6.269	-4.129	9.6687	-2.00
727	5.875	-3.816	9.5276	0.28
728	5.455	-3.546	9.3933	-0.35
729	5.061	-3.242	9.2712	-0.13
730	4.577	-3.034	9.1537	1.63
731	13.918	-5.605	13.0553	-3.44
732	13.438	-5.451	12.7633	0.56
733	12.972	-5.260	12.4768	0.33
734	12.535	-5.033	12.2036	-4.04
735	12.053	-4.883	11.9420	0.25

736	11.592	-4.692	11.6902	2.35
737	11.150	-4.456	11.4451	0.29
738	10.670	-4.308	11.2070	-2.19
739	10.205	-4.118	10.9841	0.46
740	9.762	-3.881	10.7679	-1.99
741	9.287	-3.741	10.5638	-3.55
742	8.821	-3.543	10.3682	-2.07
743	8.372	-3.313	10.1836	-1.54
744	7.890	-3.163	10.0077	-1.08
745	7.433	-2.977	9.8438	-2.43
746	6.988	-2.744	9.6903	-1.69
747	6.504	-2.600	9.5448	-0.52
748	6.045	-2.420	9.4110	-1.07
749	5.595	-2.190	9.2873	0.79
750	5.085	-2.088	9.1691	1.61
751	4.634	-1.857	9.0654	3.34
752	4.178	-1.676	8.9666	-1.90
753	3.727	-1.495	8.8798	-5.38
754	3.264	-1.308	8.8010	-8.50
755	2.796	-1.118	8.7325	-10.49
756	14.711	-2.881	13.0893	-1.98
757	14.229	-2.731	12.7991	2.58
758	13.742	-2.639	12.5101	-1.90
759	13.248	-2.586	12.2357	-2.81
760	12.760	-2.436	11.9740	3.59
761	12.275	-2.340	11.7208	3.63
762	11.777	-2.293	11.4714	0.13
763	11.302	-2.147	11.2358	-2.56
764	10.808	-2.050	11.0095	-1.52
765	10.312	-2.003	10.7929	-3.19
766	9.832	-1.860	10.5867	-4.47
767	9.337	-1.764	10.3914	-1.91
768	8.837	-1.715	10.2055	-1.10
769	8.361	-1.574	10.0332	0.00
770	7.863	-1.480	9.8641	-0.42
771	7.368	-1.435	9.7078	-1.42
772	6.891	-1.293	9.5635	-1.48
773	6.396	-1.202	9.4279	0.46
774	5.906	-1.154	9.2986	-3.86
775	5.387	-1.056	9.1822	2.60
776	-1.091	1.036	8.6041	-0.40

La distancia normal se define como se muestra en la Figura I.

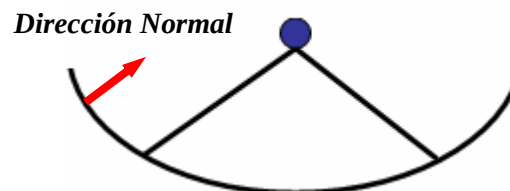


Figura I. Referencia para la medición de la distancia normal.

Control de Cambios

Versión	Fecha	Descripción del Cambio
A00	12 DEC 2007	• Versión inicial.
A01	13 DEC 2007	• Nuevo logo IAR.
A02	17 DEC 2007	• Revisión A. J. Sanz. • Se agrega el cálculo de rugosidad para 5.5 GHz. • Se agrega la fórmula para el cálculo de las pérdidas.
A03	18 DEC 2007	• Se modifica el orden de los campos en el nombre de archivo. • Modificación de carátula. • Definición de palabras clave.
A04	05 MAR 2008	• Listado de puntos y distancias normales. (Anexo A) • Actualización del formato a la nueva plantilla.
B00	26 MAY 2008	• Segunda versión.