

tiempo. Los resultados obtenidos en sismos y microtrepidaciones con la técnica de Nakamura para ondas Rayleigh son consistentes y que la técnica de Nakamura, puede ser utilizada para determinar la estructura de la sub - superficie.

Dravinski (1996), mostró que para modelos bi y tri dimensionales de valles aluviales, la técnica de Nakamura utilizada para diferentes ondas incidentes, es buena para predecir la frecuencia fundamental de resonancia del estrato, pero no determina la frecuencia de resonancia más alta. Concluye que el error en la técnica de Nakamura, incrementa para sitios cerca al centro del valle y también falla al predecir la amplificación del sitio.

Sismicidad de la Red Local de Bucaramanga.

Los acelerógrafos de Bucaramanga han registrado aproximadamente (120) ciento veinte eventos sísmicos, los cuales han sido publicados en los Boletines de Movimiento Fuerte. En su mayoría los registros pertenecen a sismos ocurridos en el Nido sísmico de Bucaramanga, el cual presenta una actividad frecuente. Aproximadamente el 60% de los sismos registrados por la Red Sismológica Nacional de Colombia – RSNC – provienen de esta fuente sísmica.

El sismo más destacado de los registrados en Bucaramanga ocurrió en Betulia (Santander) el 8 de Noviembre de 1999 con una magnitud de $ML = 6.5$, el cual disparó toda la red de la ciudad y se tuvieron aceleraciones pico máximas superiores a los 10 Gales. La sismicidad registrada y algunas de sus características son presentadas en la Tabla 2.

Espectros de Respuesta de sismos registrados en Bucaramanga.

Con el fin de observar el comportamiento dinámico de los diferentes suelos de la ciudad se analizaron los espectros de respuesta para un oscilador simple de un grado de libertad. En las Figuras 2 a 8 se muestran los espectros para los sismos más representativos registrados en cada estación. Las estaciones CBUC1 y CBUIS muestran dos sismos en cada figura, el sismo del Nido de Bucaramanga registrado el 1 de Enero de 1997 con $ML = 6.2$ y el sismo de Betulia (Santander) del 08 de Noviembre de 1999 con $ML = 6.5$. Para la estación CBUC2 se usó el registro del sismo del 7 de Marzo de 1997 del Nido de Bucaramanga con magnitud $ML = 5.9$; en el resto de estaciones se usó el sismo de Betulia antes mencionado.

En los Espectros de Respuesta podemos apreciar que las mayores aceleraciones espectrales, para el sismo de Betulia se encuentran en las estaciones CBUC3 y CBUC5. También podemos ver que los períodos dominantes son bajos, menores a 1.0 segundo, para todas las estaciones.

No.	Epicentro del Sismo	Fecha	Magnitud	Profundidad	Lat.	Long.	Estación	Aceleración Máxima (Gales)			Dist. Hípic.
		dd-mm-aa	(mL)	(Km)	Epic.	Epic.		E-W	VERT.	N-S	(Km.)
1	Risaralda (Cald.)	19-Nov-95	6.6	110	5.11	-75.71	CBUC1	3.200	2.100	3.700	384.374
2	Nido de B/manga (Sant.)	12-Nov-95	5.3	145	7.04	-73.27	CBUC1	2.700	1.800	2.900	147.017
3	Nido de B/manga (Sant.)	08-Ene-96	5.7	150	6.75	-73.13	CBUC1	3.700	1.900	3.500	155.156
4	El Carmen (Sant.)	02-Sep-96	2.5	110	6.65	-73.49	CBUC1	10.100	5.600	10.900	129.941
5	Nido de B/manga (Sant.)	12-Oct-96	5.3	150	6.83	-73.13	CBUC1	1.600	0.500	1.000	153.169
6	Nido de B/manga (Sant.)	12-Oct-96	5.3	150	6.83	-73.13	CBUC2	3.500	2.300	3.900	153.920
7	Nido de B/manga (Sant.)	12-Dic-96	5.4	160	6.74	-73.18	CBUIS	2.878	1.717	2.501	166.240
8	Nido de B/manga (Sant.)	01-Ene-97	6.2	160	6.81	-73.10	CBUC1	5.707	3.364	7.367	163.273
9	Nido de B/manga (Sant.)	01-Ene-97	6.2	160	6.81	-73.10	CBUIS	13.160	11.750	12.140	164.151
10	Curití (Sant.)	01-Feb-97	4	Superficial	6.57	-73.05	CBUIS	2.357	2.089	2.164	63.691
11	Nido de B/manga (Sant.)	07-Mar-97	5.9	150	6.78	-73.29	CBUC1	2.711	4.346	2.968	156.260
12	Nido de B/manga (Sant.)	07-Mar-97	5.9	150	6.78	-73.29	CBUC2	5.366	10.630	7.038	156.525
13	Aquazul (Casa.)	10-Mar-97	5.5	Superficial	5.17	-72.57	CBUC1	0.376	0.187	0.502	221.248
14	Nido de B/manga (Sant.)	02-May-97	4	160	6.86	-72.99	CBUC1	1.056	0.295	0.632	162.393
15	Nido de B/manga (Sant.)	11-May-97	5.9	160	6.80	-73.09	CBUC1	0.387	0.685	0.388	163.469
16	Nido de B/manga (Sant.)	11-May-97	5.9	160	6.80	-73.09	CBUC2	3.878	2.633	5.242	164.414
17	Nido de B/manga (Sant.)	11-May-97	5.9	160	6.80	-73.09	CBUIS	8.651	6.122	7.138	164.414
18	Nido de B/manga (Sant.)	11-Jun-97	6.1	160	6.83	-72.97	CBUC2	2.424	2.047	3.364	164.403
19	Nido de B/manga (Sant.)	11-Jun-97	6.1	160	6.83	-72.97	CBUC1	3.265	1.246	2.243	163.095
20	Nido de B/manga (Sant.)	11-Jun-97	6.1	160	6.83	-72.97	CBUIS	5.467	4.846	5.127	164.403
21	Nido de B/manga (Sant.)	11-Jun-97	6.2	170	6.85	-73.05	CBUC1	2.708	1.318	2.585	172.258
22	Nido de B/manga (Sant.)	11-Jun-97	6.2	170	6.85	-73.05	CBUC2	4.002	2.902	5.007	173.155
23	Nido de B/manga (Sant.)	11-Jun-97	6.2	170	6.85	-73.05	CBUIS	8.629	4.414	8.112	173.155
24	Nido de B/manga (Sant.)	24-Jun-97	5.5	160	6.81	-73.03	CBUC2	2.583	1.687	2.256	164.388
25	Nido de B/manga (Sant.)	24-Jun-97	5.5	160	6.81	-73.03	CBUC1	1.088	2.035	1.072	163.246
26	Nido de B/manga (Sant.)	24-Jun-97	5.5	160	6.81	-73.03	CBUIS	4.904	10.870	5.382	164.388
27	Nido de B/manga (Sant.)	24-Jun-97	5.5	160	6.86	-73.04	CBUC2	2.223	2.281	2.636	163.182
28	Nido de B/manga (Sant.)	24-Jun-97	5.5	160	6.86	-73.04	CBUIS	5.864	3.096	4.679	163.182
29	Génova (Quind.)	02-Sep-97	6.8	230	3.96	-75.87	CBUC1	2.492	1.274	1.821	521.638
30	Génova (Quind.)	02-Sep-97	6.8	230	3.96	-75.87	CBUC2	3.141	2.189	5.015	521.334
31	Génova (Quind.)	02-Sep-97	6.8	230	3.96	-75.87	CBUIS	5.221	2.702	4.826	521.334
32	Nido de B/manga (Sant.)	16-Oct-97	5.3	170	6.15	-73.04	CBUC1	1.032	0.378	0.807	200.117
33	Génova (Quind.)	11-Dic-97	6.6	220	4.00	-75.95	CBUC1	0.897	0.476	0.746	519.764
34	Génova (Quind.)	11-Dic-97	6.6	220	4.00	-75.95	CBUC4	1.915	0.886	1.509	519.325
35	Génova (Quind.)	11-Dic-97	6.6	220	4.00	-75.95	CBUIS	2.693	1.757	3.127	519.325
36	Génova (Quind.)	11-Dic-97	6.6	220	4.00	-75.95	CBUC3	3.199	1.777	2.461	519.325
37	Nido de B/manga (Sant.)	18-Ene-98	5	150	6.84	-73.13	CBUC1	0.680	0.232	0.739	152.949
38	Nido de B/manga (Sant.)	20-Ene-98	5.3	160	6.82	-73.00	CBUC1	0.769	0.318	9.713	163.127
39	Nido de B/manga (Sant.)	13-Feb-98	3.5	160	6.85	-73.18	CBUC1	0.398	0.251	0.672	162.934
40	Nido de B/manga (Sant.)	04-Mar-98	4.3	150	6.38	-73.38	CBUC4	2.762	0.662	1.204	174.685
41	Nido de B/manga (Sant.)	04-Mar-98	4.3	Superficial	6.38	-73.38	CBUIS	5.118	1.692	3.727	174.685
42	Landázuri (Sant.)	06-Mar-98	5.4	Superficial	6.30	-73.90	CBUC6	4.155	1.497	4.340	98.000
43	Landázuri (Sant.)	06-Mar-98	5.4	Superficial	6.30	-73.90	CBUC1	4.043	2.152	4.708	123.000
44	Landázuri (Sant.)	06-Mar-98	5.4	Superficial	6.30	-73.90	CBUIS	3.705	2.943	3.278	128.000
45	Landázuri (Sant.)	06-Mar-98	5.4	Superficial	6.30	-73.90	CBUC4	2.762	0.662	1.204	127.997
46	Cimitarra (Sant.)	08-Mar-98	5.5	Superficial	6.27	-73.89	CBUC1	1.012	0.550	0.109	130.000
47	Cimitarra (Sant.)	08-Mar-98	5.5	Superficial	6.27	-73.89	CBUC4	1.893	1.071	1.893	130.000
48	Nido de B/manga (Sant.)	09-Mar-98	5.35	160	6.85	-73.18	CBUC1	3.705	2.943	3.278	162.934
49	Nido de B/manga (Sant.)	10-Mar-98	4.9	155	6.87	-73.18	CBUC1	1.010	0.397	0.842	157.652
50	Nido de B/manga (Sant.)	10-Mar-98	4.9	155	6.87	-73.18	CBUC4	1.984	0.853	1.964	158.062

Tabla 2 Sismicidad Registrada en la Red Local de Bucaramanga

No.	Epicentro del Sismo	Fecha	Magnitud	Profundidad	Lat.	Long.	Estación	Aceleración Máxima (Gales)			Dist. Hipoc.
		dd-mm-aa	(mL)	(Km)	Epic.	Epic.		E-W	VERT.	N-S	(Km.)
51	Nido de B/manca (Sant.)	10-Mar-98	4.90	155	6.87	-73.18	CBUIS	2.220	2.277	2.140	158.062
52	Nido de B/manca (Sant.)	30-Mar-98	5.70	150	6.75	-73.18	CBUC1	0.777	0.487	0.911	156.000
53	Nido de B/manca (Sant.)	30-Mar-98	5.70	150	6.75	-73.18	CBUC4	2.314	1.317	2.711	156.000
54	Nido de B/manca (Sant.)	30-Abr-98	5.05	160	6.80	-73.10	CBUC1	0.818	0.387	0.107	163.489
55	Nido de B/manca (Sant.)	30-Abr-98	5.05	160	6.80	-73.10	CBUIS	1.399	0.783	1.060	164.394
56	Nido de B/manca (Sant.)	06-May-98	5.60	160	6.48	-73.08	CBUC1	1.161	0.369	0.874	174.187
57	Betulia (Sant.)	25-May-98	5.60	150	6.88	-73.19	CBUC1	1.636	1.086	1.701	152.658
58	Nido de B/manca (Sant.)	20-Ago-98	5.10	170	6.81	-73.08	CBUC1	0.889	0.334	0.759	173.035
59	Nido de B/manca (Sant.)	08-Oct-98	4.85	150	6.72	-73.09	CBUC1	0.508	0.263	0.629	155.853
60	Nido de B/manca (Sant.)	26-Oct-98	5.60	160	6.81	-73.13	CBUC1	3.091	1.112	2.185	165.000
61	Nido de B/manca (Sant.)	26-Oct-98	5.60	160	6.81	-73.13	CBUC6	5.986	3.737	6.205	165.000
62	Nido de B/manca (Sant.)	26-Oct-98	5.60	160	6.81	-73.13	CBUIS	5.986	3.737	6.205	164.000
63	Nido de B/manca (Sant.)	04-Dic-98	5.55	160	6.75	-73.09	CBUC1	1.719	0.643	1.134	164.683
64	Nido de B/manca (Sant.)	04-Dic-98	5.55	160	6.75	-73.09	CBUIS	3.603	1.791	4.628	165.768
65	Nido de B/manca (Sant.)	10-Dic-98	5.45	160	6.70	-73.10	CBUIS	1.914	1.624	2.122	167.292
66	Nido de B/manca (Sant.)	10-Dic-98	5.45	160	6.70	-73.10	CBUC1	0.867	0.336	0.748	166.106
67	Nido de B/manca (Sant.)	14-Ene-99	5.50	160	6.75	-73.13	CBUC1	1.140	0.691	0.928	164.026
68	Nido de B/manca (Sant.)	14-Ene-99	5.50	160	6.75	-73.13	CBUIS	2.130	2.042	2.178	165.799
69	Nido de B/manca (Sant.)	27-Ene-99	5.40	150	6.81	-73.18	CBUC5	2.013	1.316	2.474	151.968
70	Nido de B/manca (Sant.)	27-Ene-99	5.40	150	6.81	-73.18	CBUC1	1.210	0.480	1.262	153.225
71	Nido de B/manca (Sant.)	27-Ene-99	5.40	150	6.81	-73.18	CBUIS	2.841	1.892	3.049	154.593
72	Nido de B/manca (Sant.)	27-Feb-99	5.25	180	8.64	-73.02	CBUC1	0.981	0.252	0.685	181.891
73	Bosconia (Cesar)	18-Mar-99	6.10	100	10.07	-73.60	CBUC1	0.610	0.317	0.641	353.240
74	Nido de B/manca (Sant.)	14-Abr-99	6.10	170	6.82	-73.14	CBUC1	1.827	0.922	2.005	172.417
75	Nido de B/manca (Sant.)	14-Abr-99	6.10	170	6.82	-73.14	CBUC6	2.473	0.811	2.037	172.296
76	Nido de B/manca (Sant.)	14-Abr-99	6.10	170	6.82	-73.14	CBUIS	6.980	3.259	5.387	173.717
77	Nido de B/manca (Sant.)	19-Abr-99	5.30	160	6.79	-73.15	CBUC1	2.202	0.835	1.142	163.224
78	Nido de B/manca (Sant.)	19-Abr-99	5.30	160	6.79	-73.15	CBUIS	3.637	2.002	3.395	164.721
79	Nido de B/manca (Sant.)	20-Abr-99	4.90	160	6.83	-73.02	CBUC1	0.537	0.318	0.682	162.303
80	Nido de B/manca (Sant.)	17-May-99	5.20	160	6.83	-73.12	CBUC1	0.954	0.285	0.582	162.291
81	Nido de B/manca (Sant.)	17-May-99	5.20	160	6.83	-73.12	CBUC5	2.647	1.223	2.430	161.189
82	Nido de B/manca (Sant.)	17-Jul-99	5.30	155	6.78	-73.15	CBUC1	1.586	0.518	1.343	158.548
83	Nido de B/manca (Sant.)	17-Jul-99	5.30	155	6.78	-73.15	CBUC4	2.317	1.514	2.604	158.146
84	Nido de B/manca (Sant.)	17-Jul-99	5.30	155	6.78	-73.15	CBUIS	2.408	1.676	2.217	160.144
85	Sátiva Sur (Boya.)	17-Jul-99	5.60	Superficial	6.10	-72.74	CBUC1	2.746	1.332	2.690	113.940
86	Sátiva Sur (Boya.)	17-Jul-99	5.60	Superficial	6.10	-72.74	CBUIS	8.657	5.090	8.079	123.142
87	Sátiva Sur (Boya.)	17-Jul-99	5.60	Superficial	6.10	-72.74	CBUC4	5.194	4.688	5.966	116.973
88	Encino (Sant.)	17-Jul-99	1.80	Superficial	6.06	-73.18	CBUC3	10.920	4.048	8.677	111.918
89	Encino (Sant.)	17-Jul-99	1.70	Superficial	6.10	-73.24	CBUC5	2.013	1.315	2.470	101.630
90	Villanueva (Sant.)	26-Oct-99	5.30	160	6.72	-73.18	CBUC1	0.713	0.361	0.827	165.093
91	Villanueva (Sant.)	26-Oct-99	5.30	160	6.72	-73.18	CBUC5	4.633	1.854	4.244	163.435
92	Villanueva (Sant.)	26-Oct-99	5.30	160	6.72	-73.18	CBUIS	3.347	1.937	2.888	166.839
93	Nido de B/manca (Sant.)	02-Nov-99	4.80	160	6.70	-73.25	CBUC1	0.757	0.208	0.463	166.379
94	Nido de B/manca (Sant.)	02-Nov-99	4.80	160	6.70	-73.25	CBUC5	2.534	1.103	2.494	164.655
95	Betulia (Sant.)	08-Nov-99	6.50	160	6.92	-73.18	CBUC1	4.891	2.014	5.451	161.312
96	Betulia (Sant.)	08-Nov-99	6.50	160	6.92	-73.18	CBUC5	15.280	12.430	19.650	160.732
97	Betulia (Sant.)	08-Nov-99	6.50	160	6.92	-73.18	CBUC3	10.890	5.096	10.610	160.909
98	Betulia (Sant.)	08-Nov-99	6.50	160	6.92	-73.18	CBUC6	4.351	2.121	4.608	161.082
99	Betulia (Sant.)	08-Nov-99	6.50	160	6.92	-73.18	CBUC4	12.040	4.774	10.760	160.783
100	Betulia (Sant.)	08-Nov-99	6.50	160	6.92	-73.18	CBUIS	10.560	5.970	11.380	162.016

Tabla 2 (Continuación) Sismicidad Registrada en la Red Local de Bucaramanga