

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE GEOLOGÍA
URBANA PARA FINES DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA
PARA LA CIUDAD DE CARACAS**

Trabajo Especial de Grado
Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Oropeza Tovar, Javier Alejandro
Zambrano Barreto, Adriana
Para optar al título de Ingeniero Geólogo

Caracas, Octubre de 2007

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE GEOLOGÍA
URBANA PARA FINES DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA
PARA LA CIUDAD DE CARACAS**

Tutor Académico: Prof. André Singer

Tutor Industrial: Ing. Geol. Víctor Cano

Trabajo Especial de Grado
Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Oropeza Tovar, Javier Alejandro
Zambrano Barreto, Adriana
Para optar al título de Ingeniero Geólogo

Caracas, Octubre de 2007

Caracas, Octubre de 2007

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Geológica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres Javier A., Oropeza T., y Adriana Zambrano B., titulado:

**ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE GEOLOGÍA URBANA
PARA FINES DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE
CARACAS**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al título de Ingeniero Geólogo, y sin que ellos signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaro APROBADO.

Prof. Armando Díaz Quintero
Jurado

Prof. Franco Urbani
Jurado

Prof. André Singer
Tutor

A...
Belén, mi Madre
Andreina, mi Hermana

Javier A., Oropeza. J.

A EL VALLE DE CARACAS

A...
Edith y Osman, mis Padres
Verónica., mi Hermana
la Geología Urbana

Adriana Zambrano B.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por darme todo para emprender este sueño que hoy se hace realidad.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela, por sus enseñanzas, valores y formarme personal y académicamente.

A FUNVISIS por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente; especialmente a su presidente Dr. Gustavo Malavé, Ing. Reinaldo Ollarves, Dr. Franck Audemard, Dr. Michael Schmitz, Marina, Jenny, Ing. José Antonio Rodríguez, Ing. Mauricio Tagliaferro, Ing. Luz Rodríguez, Dr. Franco Urbani, Marianela y Lily.

Al tutor académico profesor André Singer, por su apoyo, conocimiento y dedicación en el desarrollo de este trabajo especial de grado.

Al tutor industrial ingeniero Víctor Cano, por el apoyo y conocimiento brindado.

A mi Madre Belén por todo su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A mi Hermana Andreina por ser ejemplo a seguir.

A mi abuela Luisa.

A mis tías Mely, Josefina y Flor y a mi madrina Jacqueline.

A las señoras Evelyn Fernández, Rosa Montero y Raiza Lárez.

A mis amigos Adriana, Ricardo, Andrés, Walter, Enrique, Enzo, Iliana, Mijail, Rossmar, Hildemaro, Héctor, Woodwarde, Marco, Mónica, María Antonieta, Nerwin (†), Karla, Yanna, Freddy, Alejandra, José Miguel, William, Luis, Víctor, Douglas, Vicky y Eduardo.

A Diana Atencia, por su apoyo, paciencia y comprensión.

A los profesores Ricardo Alezones, Paúl Romero y Armando Díaz Quintero por su contribución.

A todos los presentes por su colaboración... GRACIAS!

Javier Alejandro Oropeza Fouar

A *Dios* primeramente, por hacer de la Geología parte fundamental de mi vida.

A la *Universidad Central de Venezuela* por formarme académica, profesional y personalmente, y por ser mi hogar y mi cobijo.

A FUNVISIS, por abrirme sus puertas y dejarme ser parte de esa gran familia. Al Ing. Víctor Cano, Dr. Gustavo Malavé, Jenny, Marina, Franck Audemard, José A. Rodríguez, Franco Urbani, Mauricio Tagliaferro, Reinaldo Ollarves, Luz Maria Rodríguez y Marianela.

A la *Escuela de Geología*, por compartir sus conocimientos a través de los profesores y por darme amigos de verdad.

Al profesor *André Singer*, por hacer de la Geología Urbana mi punto de partida en este camino que apenas comienza.

Al profesor *Ricardo Alezones*, por ser más que profesor, un amigo. Al profesor *Paúl Romero* por darme la oportunidad de enseñar a otros y por su ayuda y amistad incondicional. Al profesor *Armando Díaz Quintero* por darnos su ayuda, apoyo y buenos consejos.

A mi amigo y compañero *Javier Oropeza*, por trabajar, comprender y hacer de este trabajo algo especial.

A mis padres *Edith* y *Osman*, por hacer quien soy hoy en día. No me alcanzará el tiempo para agradecerles todo lo que han hecho por nosotras.

A mi hermana *Verónica*, por ser mi ejemplo a seguir. Por su temple y su manera de ver la vida.

A mis otros hermanos, *Carola*, *Alberto* y *José A.*, simplemente ya son parte importante en mi familia.

A mi otro hermano *Ricardo*, por darme su cariño, apoyo, y por hacer de su casa mi hogar también.

A *Mónica*, por ser quien eres conmigo y compartir tan gratos momentos.

A mis amigos, *Andrés*, *Mijail*, *Rossmar*, *Ricardo*, *Javier*, *Maria Antonieta*, *Walter*, *Enrique*, *Freddy*, *Enzo*, *Iliana*, *Marco*, *Woodwarde*, *Arneld*, *Cesar*, *Alejandra*, *José Miguel*, *Alexandra*, *Carlos*, *Rafa*, *Cristian*, *Glenda*, *José E*, *Hildemaro*... Simplemente gracias por ser parte de mi vida.

A todos aquellas personas que no nombré pero que no dejan de ser importantes en mi vida, gracias.... Simplemente gracias...

Adriana Zambrano B.

Oropeza T., Javier A. & Zambrano B., Adriana

ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE GEOLOGÍA URBANA PARA FINES DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE CARACAS

Tutor Académico: Prof. André Singer. Tutor Industrial: Ing. Víctor Cano. Tesis. Caracas, UCV, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Año 2007, 268p.

Palabras claves: Geología Urbana; Geología del Cuaternario; Microzonificación Sísmica, Marcadores arqueogeológicos; Geo-iconografía y Geotoponimios

Resumen: La zona de estudio corresponde al Valle de Caracas, ubicado entre las coordenadas UTM E 724.000 – 741.000 y N 1.158.000 – 1.165.000. La ciudad de Caracas presenta un alto índice de pérdidas de bienes, víctimas y damnificados ocasionados tanto por eventos naturales destructores (sismos, aludes torrenciales) como por siniestros anuales de viviendas marginales, pero no cuenta con una base geológica que permita mejorar la planificación urbana de la misma.

El presente trabajo surgió de la necesidad de disponer de una base geológica del asiento aluvial de la ciudad de Caracas y tiene como objetivo principal crear una base de datos de geología urbana para fines de microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas.

Para la creación de esta base de datos, fue necesario recopilar y evaluar la documentación previa existente y generar una fuente complementaria de información de origen tanto directo como indirecto. Para ello, se consultaron trabajos, informes, tesis, información y documentación inédita, obtenida en los archivos de la administración pública y privada, y en los archivos históricos, para valorizar un mapa base de las unidades geológicas cuaternarias.

La fuente indirecta se obtuvo de datos básicamente históricos relacionados con la toponimia, la iconografía caraqueña y los monumentos históricos como la iglesia de Santa Teresa, y de su cotejo con fotografías aéreas previas al desarrollo urbanístico (Misión 7, 8, 66 y C8). La fuente directa corresponde a la información generada a partir de datos previos y nuevos de afloramientos de los sedimentos cuaternarios como la Zona Rental de Plaza Venezuela.

Entre otros insumos de esta base de datos de geología urbana de Caracas figuran: un mapa de formaciones geológicas del subsuelo rocoso, un mapa de formaciones superficiales y fallamiento activo cuaternario, un mapa de puntos geotécnicos, un mapa de espesores del subsuelo sedimentario y un mapa de isopiezas.

El conjunto de la información básica reunida condujo a una propuesta geológica de microzonas sísmicas.

Este constituye el primer esfuerzo para crear una base de datos de geología urbana del Valle de Caracas y para orientar investigaciones futuras destinadas a profundizar la misma con mayor nivel de detalle.

ÍNDICE GENERAL

	Página
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
General	2
Específicos	2
1.2 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
1.3 TRABAJOS PREVIOS	5
1.4 METODOLOGÍA	7
CAPITULO II	10
INFORMACIÓN BÁSICA NO GEOLÓGICA	
2.1 PRINCIPALES ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA BASE CARTOGRÁFICA DE CARACAS	10
Época Colonial	11
Época de la Independencia	15
Época Guzmancista	16
Siglo 20: antes de 1936	17
Siglo 20: después de 1936	19
Cartocentro	23
2.2 DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN AEROFOTOGRAFICA DEL VALLE DE CARACAS	25
CAPÍTULO III	30
INFORMACIÓN GEOLÓGICA CONVENCIONAL	
3.1 CONSIDERACIONES GENERALES	30
3.1.1 Geología de unidades litológicas	30
Asociación Metamórfica La Costa	30
Mármol de Antímano	30
Asociación Metamórfica Ávila	31
Metaígneas de Tócome	31
Complejo San Julián	32

Augengneis de Peña de Mora	33
Asociación Metasedimentaria Caracas	34
Esquisto Las Mercedes	34
Esquisto Las Brisas	34
3.1.2 Geología aluvial cuaternaria	37
3.1.2.1 Descripción de nuevos afloramientos cuaternarios	39
Zona Rental de la Universidad Central de Venezuela	39
Avenida Baralt	49
3.2 DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA GEOLOGÍA DEL VALLE DE CARACAS E INMEDIACIONES	51
a) El mapa inédito de “ <i>Rocas, Formaciones y Terrenos</i> ” y el inicio de la Geología Urbana después de 1916	51
b) El primer auge de a geología urbana: 1946-1952	53
b.1) Geología del macizo montañoso	53
b.2) Geología de la cuenca aluvial	55
c) El terremoto del 29 de Julio de 1967 y su impacto en la geología urbana	55
d) Urbanismo en colinas y desarrollo de la cartografía geotécnica	57
e) Microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas	58
3.3 INFORMACIÓN GEOLÓGICA SOBRE EL VALLE DE CARACAS	60
3.3.1 Desarrollo del conocimiento de la geología aluvial cuaternaria del Valle de Caracas	60
3.3.2 Desarrollo del conocimiento en Neotectónica y Sismogeología	66
a) Observaciones de los naturalistas del siglo XIX	66
b) Aporte de los estudiosos e ingenieros civiles venezolanos de la primera mitad del siglo XX	68
c) Observaciones geológicas sobre afloramientos de la traza activa del sistema de fallas Ávila-Tacagua	69
d) Cartografía de fallas cuaternarias activas en el Valle de Caracas	71
3.4 INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL VALLE DE CARACAS	73
3.4.1 Unidades Geomorfológicas	73
a) Planicie aluvial holocena	73
b) Abanicos torrenciales pleistocenos	73

c) Cuenca lacustre Q ₁ de El Rincón del Valle-El Cementerio	74
d) Depresión alveolar de Catia Q ₃	74
e) “Terrazas” de descarga Q ₁ -Q _{ob} (?)	75
3.4.2 Geomorfología e intervención antrópica	77
3.4.2.1 Condicionamiento topográfico-geomorfológico de la ocupación del espacio	77
a) Significado del aparente vacío arqueológico prehispánico	77
b) Confinamiento de la ciudad colonial entre quebradas y vegas inundables	78
c) La ciudad de 1900 y la invasión de las planicies de inundación	79
d) Enclaves urbanos en colonias y microcuencas de drenaje	80
3.4.2.2 Cambios geomorfológicos de origen natural	83
3.4.2.3 Cambios geomorfológicos y geológicos de origen artificial	86
a) Impacto discreto de los cambios de vegetación prehispánicos	86
b) Desmontes, torrencialidad y erosión desde la colonia	87
c) Influencia del urbanismo colonial a moderno en la geología urbana	88
c.1) Evidencias arqueológicas del crecimiento vertical del suelo urbano	88
c.2) Sitios urbanos y peri-urbanos de extracción de materiales de construcción	90
c.3) Relleno de quebradas	91
c.4) Embaulamiento de quebradas	91
c.5) Galerías subterráneas en el subsuelo de la Caracas antigua y moderna	93
a) Galerías urbanas	93
b) Otras galerías subterráneas fuera de la ciudad	94
d) Movimientos de tierra artificiales en la Caracas moderna	95
e) Accidentes y desperfectos geotécnicos por concepto de vicios de subsuelo relacionados con galerías subterráneas	99
3.5 INFORMACIÓN HIDROGEOLOGICA SOBRE ELVALLE DE CARACAS	104

3.5.1 Aportes previos a los años 1948-1949	104
3.5.2 El informe de aguas subterráneas de 1948-50	105
3.5.3 Investigaciones posteriores de 1949-50	107
CAPITULO IV	109
INFORMACIÓN GEOLÓGICA NO CONVENCIONAL	
4.1 GEOTOPONIMIOS URBANOS	109
4.1.1 Historia de los Toponimios	110
4.1.2 Tipología de Geotoponimios	112
4.2 APORTES DE LA ARQUEOGEOLOGÍA URBANA	132
Hacienda La Vega, El Paraíso	132
Urbanización El Pinar, El Paraíso	132
Nuevo Circo, Línea 4 Metro de Caracas	133
Ex-Parque de Recreación El Conde	133
Valle Arriba y Paseo Las Mercedes	134
Cervecería Zulia, Boleíta Norte	135
4.3. VALORIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ICONOGRAFÍA	137
4.4. MONUMENTOS HISTÓRICOS, OBRAS ORNAMENTALES Y FUENTES LOCALES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	142
4.4.1. Localización de las fuentes locales de materiales de construcción	143
Canteras de “piedra”	143
Alfarerías y tejerías	145
4.4.2. Monumentos históricos, arquitectura ornamental y materiales de construcción de origen local	146
El granito de corazón del Ávila	146
La piedra azul	147
CAPITULO V	151
GEOAMENAZAS	
5.1 ASPECTOS SINÓPTICOS	151
5.2 IMPORTANCIA DE LA AMENAZA SÍSMICA	154
5.2.1 Fuentes tectónicas de amenaza sísmica	154

5.2.1.1	Sistema de fallas de San Sebastián	154
5.2.1.2	El Sistema de fallas de Tacagua-El Ávila	155
5.2.2	Evidencias documentales de actividad sísmica reciente en el Valle de Caracas e inmediaciones	157
5.2.2.1	Evidencias geológicas	158
5.2.2.2	Otras evidencias de actividad sísmica reciente	160
	Iconografía pictórica	160
	Hagiografía sísmica	162
	Datos arqueosísmicos:	164
5.2.3	Principales eventos locales destructores del Catálogo Sísmico	168
	Sismo de San Bernabé, 11 de junio de 1641, 08:15 a.m.	169
	Sismo de Santa Ursula, 21 de octubre de 1766, 04:30 a.m.	170
	Sismo del Jueves Santo, 26 de marzo de 1812, 04:07 p.m.	171
	Sismo del 10 de septiembre de 1837, 2:00 p.m.	172
	Sismo de Cúa, 12 de abril de 1878, 8:40 p.m.	172
	Sismo de San Narciso, 29 de octubre de 1900, 04:07 p.m.	173
	Sismo Cuatricentenario, 29 de julio de 1967, 08:00 p.m.	174
5.2.4	Sectores vulnerables de la ciudad capital	176
5.2.4.1	El sector de Los Palos Grandes	176
5.2.4.2	Sectores con depósitos lacustres	180
5.2.5	Intensidades esperadas para diversos tipos de escenarios sísmicos en el Valle de Caracas	181
	Escenario sísmico de 1812	181
	Escenario sísmico de 1878	182
	Escenario sísmico de 1967	183
	Escenario sísmico sobre la falla del Ávila	183
5.3	ANÁLISIS DE PROBLEMAS PARTICULARES	185
5.3.1	Correlación entre deslizamientos y precipitaciones	185
5.3.2	Manchas de inundación históricas del río Guaire	186
	Crecida del 6 a 7 de octubre de 1892	186
	Crecida del 4 de noviembre de 1949	187

CAPITULO VI	189
BASE DE DATOS GEOTEMÁTICA Y PROPUESTA GEOLÓGICA DE MICROZONA	
6.1. BASE DE DATOS GEOTEMÁTICA	189
6.1.1 Unidades Depositacionales Cuaternarias del Valle de Caracas	189
Evidencias de deformaciones tectónicas	190
Depósitos del Pleistoceno inferior (Q ₄ y Q ₃)	191
Depósitos del Pleistoceno medio (Q ₂)	193
Depósitos del Pleistoceno superior (Q ₁)	195
Depósitos Holocenos Q ₀	200
6.1.2 Mapas de espesores de sedimentos (1950, 1969, 2002 y 2005)	205
6.1.3 Mapa de perforaciones geotécnicas	209
6.1.4 Mapas de pozos de agua (1950 y 2001)	211
6.1.5 Mapas de curvas isopiezas (1950 y 2001)	212
Otros datos de interés sobre el nivel de la mesa de agua del Valle de Caracas	214
6.1.6 Mapa de enclaves urbanos (1977)	214
6.1.7 Mapa de distribución de daños causados por el terremoto de 1967	216
6.2 PROPUESTA GEOLÓGICA DE MICROZONAS	217
CAPITULO VII	223
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	228
ANEXOS	246

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	DESCRIPCIÓN	Página
1.1	Mapa de ubicación de la zona de estudio (Fuente: Google Earth).	4
1.2	Imagen 3D del Valle de Caracas (Fuente: Google Earth).	4
1.3	Metodología general para el estudio de geología urbana.	9
2.1	Primer plano general de Caracas (Pimentel, 1567), considerado como ejemplo emblemático de “biproporcionalismo” cartográfico. Fuente: Colección Histórica Mapoteca IGVSb.	11
2.2	Segundo plano de Caracas girado 90° en sentido antihorario, donde se observan límites difusos de la ciudad (Bolívar y Ponte, 1772). Modificado de AMODIO, NAVARRETE Y RODRÍGUEZ, 1997.	13
2.3	Perfil topográfico transversal del macizo El Ávila realizado por Humboldt en su visita a Venezuela a finales del siglo XIX. Tomado de DE SOLA RICARDO (1967).	13
2.4	Ubicación de perfil topográfico realizado por ingenieros militares en 1778, en el faldeo norte de la Serranía Litoral. Modificado de AMODIO, NAVARRETE Y RODRÍGUEZ, 1997.	14
2.5	Primer perfil topográfico documentado del faldeo norte de la Serranía Litoral. Tomado de AMODIO, NAVARRETE Y RODRÍGUEZ, 1997.	14
2.6	Primeros perfiles topográficos del Valle de Caracas. Revenga y Méndez, 1852. <i>Plano topográfico de la ciudad de Caracas</i> . Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.	15
2.7	Primeros planos topográficos del valle de Caracas con curvas de nivel, realizados por el ingeniero Ricardo Razetti, 1897 y 1915 respectivamente. Tomado de DE SOLA RICARDO (1967).	17
2.8	Röhl, 1934. <i>Plano de Caracas y sus alrededores</i> . TOMADO DE SOLA RICARDO, 1967.	18
2.9	Plano de Caracas basado en restitución de fotografías aéreas del año 1946. Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.	20
2.10	Plano de Caracas y alrededores restituido a partir de fotografías aéreas, correspondiente al año 1954 (MOP, 1954). Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.	21
2.11	<i>Mapa topográfico de Caracas con sus alrededores</i> (1963) a escala 1:100.000. Cortesía del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSb).	22
2.12	Mapa Cuatricentenario de la ciudad de Caracas, 1967. Cortesía del Instituto Geográfico de Venezuela Simón	23

	Bolívar (IGVSB).	
2.13	Fotomosaico no controlado a escala aproximada 1:25.000 del Valle de Caracas y alrededores, elaborado con fotografías aéreas de la Misión 8 por el geógrafo Lairret en el año 1970.	26
2.14	Fragmento del fotomosaico de la Misión 7, sector del Cementerio, Caracas. Cortesía: Centeno-Rodríguez y Asociados.	26
2.15	Imagen 3D de gran parte del Valle de Caracas generada con la Misión 66 y curvas de nivel de los mapas topográficos de Caracas a escala 1:25.000.	27
2.16	Fotografía aérea del oeste de Caracas en el año 1956 y a escala 1:20.000, Misión 030405. Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.	28
3.1	Unidades litológicas de Caracas, base topográfica 1:25.000. (URBANI, <i>et al.</i> 2004).	36
3.2	Criterios de datación relativa morfo-edafoestratigráficos utilizados en geología del Cuaternario en Venezuela (ZINCK, 1970, 1972 y 1980).	38
3.3	Criterios de datación relativa morfo-edafoestratigráficos utilizados en geología del Cuaternario en Venezuela (ZINCK & URRIOLOA, 1970).	39
3.4	Perfiles de excavaciones de la Zona Rental de la Universidad Central de Venezuela, al sureste de Plaza Venezuela.	40
3.5	Laterita coluvionada " <i>in situ</i> " de color naranja en el estribo rocoso soterrado bajo depósitos lacustres en la sección A-B de la Zona Rental de la UCV (Foto: Oropeza & Zambrano, 2006).	42
3.6	Perfil representativo de las unidades depositacionales cuaternarias de la sección A-B de Zona Rental.	43
3.7	Depósitos lacustres Q ₁ interestratificados con plumas de laterita coluvionada del estribo rocoso del esquisto Las Mercedes, en la sección B-C de la Zona Rental de la UCV (Foto: Oropeza & Zambrano, 2006).	44
3.8	Perfil representativo de las unidades depositacionales cuaternarias de la sección B-C de Zona Rental.	45
3.9	Depósitos lacustres Q ₁ interestratificados con plumas de laterita coluvionada Q ₁ del esquisto Las Mercedes en la sección D-E de Zona Rental de la UCV. (Foto: Zambrano & Oropeza, 2006).	46
3.10	Paleocanal de edad Q ₀ , con mesa de agua emperchada de la sección D-E de Zona Rental de la UCV (Foto: Zambrano & Oropeza, 2006).	47
3.11	Perfil representativo de las unidades depositacionales cuaternarias de la sección D-E de Zona Rental.	48

3.12	Excavación al final Avenida Baralt.	49
3.13	Excavación al final de la Avenida Baralt, hacia el norte de la ciudad. A: Vista general del afloramiento de depósitos del Pleistoceno inferior (Q ₃). B: Detalle del afloramiento: fragmentos de roca dentro de una matriz fina. C: Detalle del fragmentos de rocas blanquecinos reducidos al estado de “fantasmas”, por alteración geoquímica. Foto: Oropeza & Zambrano, 2006.	50
3.14	Borrador geológico de campo de autor desconocido del primer mapa geológico detallado de Caracas a escala 1:30.000. Dirección de Servicios Audiovisuales de la Biblioteca Nacional de Venezuela.	52
3.15	Leyenda del mapa de la Figura 3.14 Dirección de Servicios Audiovisuales de la Biblioteca Nacional de Venezuela.	53
3.16	Mapa Geológico de la Región de Caracas a escala 1:50.000 (DENGO, 1948).	54
3.17	Mapa de espesores de sedimentos del Valle de Caracas, a escala 1:20.000, obsérvese el mayor espesor de los mismos en la zona de Los Palos Grandes (WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INT. INC., 1967).	56
3.18	Mapa Geológico de la Región Colonia Tovar-Guatire a escala 1:100.000 (WEHRMANN, 1969).	57
3.19	Mapa de zonificación sísmica del Valle de Caracas, en función al tipo de estructura y la profundidad del basamento (ALONSO, 1975).	59
3.20	“Clasificación de los tipos de aluviones”, a escala 1:25.000. SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION OF DELAWARE, 1950. El área-muestra señalada corresponde al sector del valle ubicado entre Chacaíto y Petare.	61
3.21	Perfil N-S del Valle de Caracas, con indicación de la configuración geométrica y litológica del subsuelo aluvial del Valle de Caracas y el señalamiento de 3 fallas con actividad cuaternaria.	62
3.22	Perfil geológico N-S del Valle de Caracas, con capas lacustres interdigitadas. Tomado de THOMS, 1952.	63
3.23	Mapa Geológico del Cuaternario del Valle de Caracas (parte oriental) a escala 1:20.000 (SINGER, 1974).	64
3.24	Unidades depositacionales cuaternarias del Valle de Caracas, cartografiadas sobre fotomosaico no controlado 1:25.000 de las vistas aéreas de la Misión 8, 1936-39.	65
3.25	Extracto del mapa anónimo de 1916, deteriorado y alusivo a la “Fractura Aguerr...” señalada en el óvalo rojo y seguramente referida al ingeniero Pedro Ignacio Aguerrevere.	69
3.26	A: Vista al este de una brecha de falla arcillosa (gouge de	71

	falla) con buzamiento sur encontrada durante la construcción de la Av. Boyacá (Cota Mil) sobre la traza activa de la falla del Ávila, en la salida hacia San Bernardino. (Circular N° 37 de la Sociedad Venezolana de Geólogos, 1969). B: Vista al este de una brecha de falla (N45W 70N) encontrada en excavación en la Urbanización Ávila al pie de la Cota Mil cortando gneises milonitizados a la izquierda y esquistos anfibolíticos a la derecha. Foto: A. Singer.	
3.27	Mapa de “Geología de fallas activas y rasgos morfotectónicos de la región nor-central de Venezuela”. (FUNVISIS, 1984).	72
3.28	Unidades geomorfológicas del Valle de Caracas.	76
3.29	Secuencia estratigráfica de yacimientos arqueológicos soterrados en el Valle de Caracas.	78
3.30	Ubicación de la villa campamento para la época de la fundación de la ciudad de Caracas, según SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002.	79
3.31	Diseño de urbanizaciones enclavadas en microcuencas de drenaje por cortes y rellenos en el sur de Caracas. A: Modificaciones topográficas en la Urbanización Santa Inés. B: Sitio de las futuras canchas de tenis de la Urbanización Santa Rosa de Lima.	82
3.32	“ <i>Enclaves Urbanos y Esquemas de Incomunicación de las Urbanizaciones</i> ” (Plan de Emergencia de Caracas), escala 1:20.000 (GALLARDO, 1977).	82
3.33	Perfil longitudinal del río Guaire entre Antímano y el umbral rocoso de El Encantado. Modificado de IRUJO, 1951.	84
3.34	Represamiento del río Guaire en el sector de la Zona Rental de la UCV a raíz del evento más reciente de deslaves y aludes torrenciales Q _{0a} .	85
3.35	Morfología asartenada de un canal excavado por aludes torrenciales en el sector de explayamiento deltáico holoceno de Sabana Grande, en una pintura de Marcelo Vidal, 1924. Modificado de CALZADILLA, 1978.	85
3.36	A: Diagrama de la estratigrafía y de los caracteres palinológicos de un perfil de una turbera del Pico Naiguatá realizado por Vareschi (UCV, 1967-1972). B: Impacto en la vegetación por la ocupación indígena en el Valle de Caracas (SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002).	87
3.37	Cubierta de escombros arqueológicos de 2 a 4,5 m de espesor en el casco colonial de la ciudad de Caracas.	89
3.38	Modificaciones artificiales de topografía en el casco antiguo de Caracas: a) en rojo, envolvente topográfica del año 1567; b) en negro, envolvente topográfica actual, a partir de un perfil S-N. Tomado de SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002.	89

3.39	Señalamiento de la loma rocosa entre las quebradas Caroata y Leandro de la calle La Faltriguera, donde se excavaron las canteras de La Pedrera. Extracto del plano de Juan Vicente Bolívar, 1772. Modificado de AMODIO, NAVARRETE & RODRÍGUEZ, 1997.	90
3.40	Trazado tentativo del antiguo cauce de la Quebrada Catuchequao y de su posible conexión con la quebrada Cienfuegos. Modificado de SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002.	92
3.41	Planos de la ciudad de Caracas, para los años 1810 y 1897, con el tramo rellenado y/o embaulado de la quebrada Caroata (color azul) y quebrada Leandro o Los Padrones (color rojo). Modificados de DE SOLA RICARDO, 1967.	92
3.42	Ubicación tentativa de las galerías subterráneas de la Caracas colonial.	94
3.43	Relleno artificial de la quebrada Pasaquire (color azul), al norte de El Marqués, con material proveniente de los movimientos de tierra generados por la prolongación de la Avenida Boyacá, en la falda sur del Ávila. Foto: A. Singer.	97
3.44	Secuencia de modificaciones de topografía en la Urbanización Altavista. A: Mapa topográfico de 1936. B: Mapa topográfico de 1936 con cambios topográficos. C: Mapa de 1951 con topografía modificada, principalmente relleno de quebradas. Modificado de SINGER & CENTENO, 1981.	98
3.45	Movimientos de tierra ejecutados para obras de construcción. A: Movimientos de tierra al sur de la Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda (La Carlota). B: Terraceos y banqueos para la construcción de El Helicoide, en Roca Tarpeya. Obsérvese deslizamientos en taludes de bote inducidos en la parte inferior derecha de la vista. Fuente: http://groups.msn.com/VIEJASFOTOSACTUALES .	99
3.46	Movimientos de tierra para la construcción de urbanizaciones. A: Colinas de Petare. B: Lagunita Country Club. Fotos: A. Singer.	99
3.47	Colapso en las obras del Metro de Caracas C. A. por efecto de chimenea en Petare (círculo rojo). Foto: F. De Santis.	101
3.48	Inventario preliminar de vicios potenciales del subsuelo correspondientes a obras subterráneas construidas en el Valle de Caracas desde la Colonia.	103
3.49	Perfil litológico de un pozo en Catia. Modificado de CAMACHO, 1927.	105
3.50	Mapa de Pozos del Valle de Caracas a escala 1: 25.000. Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), 1948.	106

3.51	Mapa de “niveles estáticos de agua sobre el nivel del mar” a escala 1:25.000. Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), 1948.	106
3.52	Perfil geológico de la falda sur del Ávila con pozo de agua artesiana represada por la brecha de falla arcillosa de El Ávila en la Cota Mil (DELAWARE CORPORATION, 1948).	107
4.1	Esquema de la división general de las calles. Extracto del Mapa del Cuatricentenario de Caracas 1567-1967.	110
4.2	Ubicación de los geotoponimios urbanos de mayor interés en la Caracas antigua y valle aledaños	130
4.3	Paleosuelo orgánico soterrado bajo menos de un metro de limo de derrama en el tope del banco aluvial de la Hacienda La Vega (Hacienda Uslar, lindero norte) en El Paraíso. Foto: A. Singer	133
4.4	Paleosuelo negruzco de vega aluvial con yacimiento arqueológico prehispánico en estratigrafía, antiguo Parque El Conde. Foto: A. Singer, 1972.	134
4.5	Localización de estaciones arqueológicas en la zona limítrofe entre la Urbanización Las Mercedes y Valle Arriba. Modificado de JAM, 1958.	135
4.6	Interpretación de la posición estratigráfica de 6 yacimientos arqueológicos soterrados y paleosuelos orgánicos ubicados en el subsuelo aluvial del Valle de Caracas.	136
4.7	Rampa piemontina erosionada y desconectada de la fuente montañosa en La Florida, en la primera panorámica conocida de Caracas y su Valle. Anónimo, 1766. Modificado de CALZADILLA, 1978.	137
4.8	Barranca occidental colapsada (terremoto de 1812?) de la quebrada Catuche (flechas blancas), garganta de Antímamo (flecha negra) y superficie de aplanamiento de 1200 m (líneas segmentadas) en una panorámica de Irazabal, 1837 Modificado de CALZADILLA, 1978.	138
4.9	Unidades cuaternarias del Valle de Caracas: abanicos aluviales piemontinos pleistocenos y vega holocena del río Guaire (Lessmann, 1857). Modificado de CALZADILLA, 1978.	139
4.10	Aspecto original de la morfología de las colinas del sur de Caracas: 1) Superficie de aplanamiento S ₃ (Singer, 1977), en el bloque no deformado de Fila de Mariches. 2) Misma superficie S ₃ flexurada hacia la falla del Ávila al norte, por debajo del relleno aluvial del Valle de Caracas (en amarillo). Modificado de Gatzmann, 1897.	140
4.11	Movimientos de tierra artificiales en las colinas de Bello Monte y zanjas de erosión en los taludes de bote en una pintura de Pedro Ángel González, 1950. El topógrafo ubicado en el círculo en el borde sur de la terraza central y las colinas	141

	no erradicadas, dan una idea de la dimensión que alcanzan estos cambios de topografía y de sus alcances geológico-geotécnicos actuales (SANABRIA, 1995).	
4.12	Ubicación de sitios de extracción de materiales de construcción identificados en la Caracas vieja a partir de geotoponimios urbanos.	142
4.13	Vista de detalle de composición mineralógica de las ruedas de molino labradas a partir de peñas de roca del Ávila de tamaño considerable. A) Rueda tallada en un gneis feldespático-biotítico. B) Rueda tallada en metagranito (Patio anterior de la Casa Natal del Libertador, Plaza Bolívar, Caracas). Fotos: Oropeza y Caraballo, 2006.	144
4.14	Comparación mesoscópica de composición mineralógica de una rueda de molino tallada en metagranito y de una muestra de mano de Metagranito de Naiguatá (Fotos: Oropeza y Caraballo, 2006).	144
4.15	Alfarería y calería industrial establecida en Catia en el año 1893. Tomado de El Cojo Ilustrado, 1893.	146
4.16	Antigua Pila Bautismal de la Catedral de Caracas labrada en 1604, a partir de bloques de Augengneis de Peña de Mora, Casa del Libertador. Fotos: Oropeza & Zambrano.	147
4.17	Muros expuestos en la esquina suroeste del Teatro Municipal, asociados al Reducto de San Pablo. A la izquierda: muro circular de ladrillo; a la derecha: muro rectangular de piedras de mármol. Fotos: Oropeza & Zambrano, 2006.	148
4.18	Extremidad de la fachada noreste descubierta de la Iglesia Santa Teresa, donde fueron observadas las rocas expuestas en la Figura 4.19. Foto: Oropeza & Zambrano, 2006.	149
4.19	Muestrario geológico de las rocas caraqueñas en la fachada noreste descubierta de la Iglesia de Santa Teresa con la identificación geológica de las piedras utilizadas en la construcción de la misma: A) Gneis bandeado, B) Esquisto clorítico, C) Esquisto grafitoso, D) Metagabro, E) Mármol y F) Gneis granítico. Una vista general de esta pared de la Iglesia se presenta en la Figura 4.18. Fotos: Caraballo & Oropeza, 2006.	150
5.1	Alta concentración de víctimas y manifestaciones de riesgo geológico en el Área Metropolitana de Caracas. Extracto del Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. SINGER, <i>et al.</i> 1983.	152
5.2	Mapa de Distribución de Riesgo Geológico en el Área Metropolitana. COMISIÓN PRESIDENCIAL DEL DECRETO 2246, 1977.	153
5.3	Fallas activas del Valle de Caracas (URBANI & RODRÍGUEZ, 2004)	157

5.4	Traza de la Falla de Bruscas (Sistema San Sebastián) en fotografía aérea de la Misión C8 del sector del actual Aeropuerto Simón Bolívar de Maiquetía con evidencias diagnósticas de actividad reciente (microescarpe sísmico, lomos de fallas <i>en echelon</i> , “sag pond”, drenajes desviados). Cortesía: A. Singer.	160
5.5	Documento iconográfico más antiguo conocido de la actividad sísmica en el país. Efectos del terremoto de 1641 en la Catedral de Caracas. Las flechas blancas señalan el agrietamiento de la torre y la flecha roja señala desplazamientos laterales de las estructuras en una pintura colonial anónima (1666), “El Martirio de San Bernabé”. Modificado de DUARTE Y GASPARINI, 1980.	161
5.6	Ruinas del Terremoto de 1812 y deslizamientos rotacionales en la barranca oeste de la quebrada Catuche probablemente activados por este evento sísmico en una pintura de Bellermann, 1872. Modificado de BELLERMANN, 1977.	162
5.7	Escultura de la Virgen del Rosario conocida como la Señora de los Terremotos, atribuida a José Francisco Rodríguez. Tomado de DE ARMAS, 1977.	163
5.8	Sitios de las evidencias arqueosísmicas del terremoto de 1641 según SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002), en el umbral (5) ubicado entre el baptisterio y la sacristía de la Iglesia II, donde fueron encontrados restos de ladrillos distorsionados.	166
5.9	A. Vista en planta de la Iglesia II y ubicación de ladrillos rotados a 45° hacia el NW por la onda sísmica del terremoto de 1641 (véase Figura 5.8 para la ubicación del vano con ladrillos rotados) B. Posible aspecto de la Iglesia II de San Sebastián-San Mauricio (1595-1641). Modificado de SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002).	167
5.10	Discontinuidad constructiva atribuida al terremoto de 1812 en las estructuras de la Iglesia IV, ubicadas en las fundaciones de la Escuela José Ángel Lamas. 1) Modificada de SANOJA & VARGAS ARENAS (2002), 2) Foto: Caraballo & Oropeza.	168
5.11	Extracto del Mapa de Escenarios de Terremoto y zonas de ruptura de sismos históricos. Tomado de JICA, 2003.	169
5.12	Ubicación de edificios afectados por el terremoto de 1641. Mapa base de Bolívar y Ponte, 1772. Modificado de AMODIO, NAVARRETE & RODRÍGUEZ, 1997.	170
5.13	Plano de distribución e intensidad de daños producidos por el terremoto de 1812 en la Ciudad de Caracas; escala de Mercalli. Tomado de ALTEZ, 2006.	172
5.14	Esquinas afectadas por el sismo de 1900.	174
5.15	Mapa de distribución de daños en el valle aluvial de Caracas	176

	a raíz del terremoto de 1967 (WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS, 1969).	
5.16	Mapa de Espesores de Sedimentos (DELAWARE CORPORATION, 1948).	177
5.17	Mapa de Curvas de Espesores de Suelo (WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INC, 1969).	178
5.18	Perfil norte-sur de la depresión del ángulo de falla del sector de Los Palos Grandes con la inclinación a contrapendiente del basamento y el correlativo aumento de espesor de sedimentos hacia el norte. Modificado de WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS, 1969.	178
5.19	Mapa de Espesor de Sedimentos, distribución y origen de los pozos usados (KANTAK, 2001)	179
5.20	Perfil litológico de acuerdo a perforaciones geotécnicas ejecutadas por el Metro de Caracas C.A. en el Capitolio (KANTAK, 2001).	179
5.21	Mapa de Espesores de Sedimentos del Valle de Caracas (MONCADA, 2005).	180
5.22	Ubicación de depósitos lacustres en el Valle de Caracas.	181
5.23	Mapa de intensidades sísmicas ejecutadas para un escenario sísmico tipo 1812 en el Área Metropolitana de Caracas (JICA, 2003).	182
5.24	Mapa de intensidades sísmicas esperadas para un escenario sísmico tipo 1878 en el Área Metropolitana de Caracas (JICA, 2003).	182
5.25	Mapa de intensidades sísmicas esperadas para un escenario sísmico tipo 1967 en el Área Metropolitana de Caracas (JICA, 2003).	183
5.26	Mapa de intensidades sísmicas esperadas para el peor escenario correspondiente al sismo en la falla del Ávila, en Caracas (JICA, 2003).	184
5.27	Umbrales diarios de precipitaciones atmosféricas como detonantes de deslizamientos. Modificado de documento inédito, producido por MÉNDEZ <i>et al</i> , 1983.	185
5.28	Mancha de inundación de la crecida del río Guaire de 1892 entre El Paraíso y San Agustín.	187
5.29	Reconstrucción de los límites de la mancha de inundación de la crecida de noviembre de 1949, entre Las Fuentes y Los Caobos.	188
6.1	Pleistoceno inferior Q ₄ (El Marqués) Deslaves torrenciales con los clastos reducidos al estado de “fantasmas” por la alteración geoquímica. B: Pleistoceno inferior Q ₃ (San Bernardino) Materiales de deslaves con fuerte alteración rojiza y venas de arcilla blanca. Fotos: A. Singer.	193

6.2	A: Pleistoceno medio Q ₂ (El Marqués, parte baja) con latosuelos sobreimpuestos marrón pardo sobre ocre anaranjado-rosado. B: Pleistoceno medio Q ₂ (El Rosal) con laterita rosada descabezada por los deslaves Q _{0a} . Fotos: A. Singer.	195
6.3	Pleistoceno superior Q ₁ (Zona Rental UCV). Depósitos lacustres acuñados contra un estribo rocoso soterrado de los Esquistos Las Mercedes. Fotos: A. Singer.	197
6.4	Pleistoceno superior Q ₁ (El Paraíso) Depósitos lacustres con facies típica de varvas litocromas. Fotos: A. Singer.	198
6.5	Perfiles geotécnicos tipo de depósitos lacustres. A la izquierda, sedimentos coluviotorrenciales del Pleistoceno Q ₁ en el borde de la cuenca lacustre. A la derecha, sedimentos lacustres Q ₁ entre La Bandera y San Pedro.	200
6.6	A: Holoceno superior Q _{0a} (Altamira) Explayameinto de deslaves torrenciales. B: Estructuras características de aludes torrenciales del Holoceno superior Q _{0a} con bloques “flotando” (El Pedregal).	202
6.7	Mapa de unidades depositacionales cuaternarias del Valle de Caracas (SINGER, ZAMBRANO, OROPEZA & TAGLIAFERRO, 2006).	204
6.8	Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (DELAWARE CORPORATION, 1950)	205
6.9	Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (WESTON GEOPHYSICAL, 1969)	206
6.10	Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (KANTAK, 2001)	207
6.11	Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (MONCADA, 2005)	207
6.12	Perforaciones profundas realizadas por FUNVISIS, al este del Valle Caracas. Modificado de AGUILAR & CARABALLO, 2007.	208
6.13	Mapa de perforaciones geotécnicas del Valle Caracas y alrededores (Fuente: Ministerio de Ciencias y Tecnología, 2003)	210
6.14	Histograma de perforaciones en el Valle y colinas de Caracas entre los años 1948 y 2003.	210
6.15	Mapa de pozos de agua del Valle de Caracas (DELAWARE CORPORATION, 1950).	211
6.16	Mapa de pozos de agua del Valle de Caracas. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2001.	212
6.17	Mapa de curvas isopiezas del Valle de Caracas (DELAWARE CORPORATION, 1950).	213
6.18	Mapa de curvas isopiezas del Valle de Caracas. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2001.	214

6.19	Mapa de enclaves urbanos y patrón de incomunicación vial controlado por el trazado de las quebradas del Valle de Caracas y las microcuencas de drenaje para el año 1977. En punteado se indica la extensión de los tramos del Valle de Caracas que fueron barridos por los aludes torrenciales prehispanicos cartografiados por SINGER (1974) (GALLARDO, 1977).	215
6.20	Mapa de distribución de daños causados en el Valle de Caracas por el sismo de 1967. Oficina Metropolitana de Planeamiento Urbano (OMPU), 1968.	216
6.21	Propuesta geológica de microzonas	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	DESCRIPCIÓN	Página
1.1	Descripción de Orogeotoponimios	112
1.2	Descripción de Hidrogeotoponimos	118
1.3	Descripción de Litogeotoponimios	122
1.4	Descripción de Rudogeotoponimios	126
1.5	Descripción de Sismotoponimios	126
1.6	Descripción de Geotoponimios exodinámicos	129
2	Descripción de microzonas propuestas	220

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	DESCRIPCIÓN
1	Mapa Cuatricentenario de Caracas (1967)
2	Mapa topográfico 1:50.000 6847 III
3	Mapa topográfico 1:50.000 6847 IV
4	Fotomosaico de la Misión 8 no controlado, a escala aproximada 1:25.000, del Valle de Caracas y alrededores
5	Inventario de misiones aéreas del Valle de Caracas
6	Litografía de Gatmann (1897)
7	Mapa “Rocas, Formaciones y Terrenos”, anónimo, s/f
8	Mapa de geotoponimios urbanos
9	Mapa de antiguas fuentes de materiales de construcción
10	Mapa de formaciones geológicas ante-cuaternarias
11	Opinión inédita Dr. Clarence Allen (CALTECH) sobre la falla activa de Bruscas (com. escrita a FUNVISIS, 1982)
12	Mapa de unidades depositacionales cuaternarias (inédito)
13	Mapa de pozos de agua de la Delaware Corporation (1950)
14	Mapa de curvas isopiezas de la Delaware Corporation (1950)
15	Mapa de pozos de agua del MINAMB (2001)
16	Mapa de curvas isopiezas del MINAMB (2001)
17	Mapa de perforaciones geotécnicas
18	Mapa de espesores de sedimentos de la Delaware Corporation (1950)

- 19 Mapa de espesores de sedimentos de la Weston (1969)
- 20 Mapa de espesores de sedimentos de Moncada (2005)

- 21 Mapa de enclaves urbanos (Gallardo, 1977)

- 22 Mapa de propuesta geológica de microzonas

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Caracas, urbe más densamente poblada del país, presenta uno de los índices de inversiones públicas y privadas más altos de Venezuela, así como una de las mayores concentraciones de víctimas fatales y pérdidas materiales por causa de colapsos de viviendas, principalmente relacionados con las vicisitudes climáticas anuales y, en menor proporción, con los eventos sísmicos, ambos generadores de aludes detríticos en su condición de amenaza exogeodinámica con mayor poder destructivo.

Sin embargo, es notoria la carencia de una base de datos de carácter geológico, referida estrictamente al asiento aluvial de la ciudad, por no haberse aprovechado los datos de subsuelo generados en ocasión de las incontables excavaciones efectuadas para fines de urbanismo, y por no haber procedido a una valorización de los mismos mediante su comparación con otras fuentes de información de carácter indirecto (perforaciones geotécnicas, datos inéditos conservados en archivos públicos y privados, etc.). Tal situación, común en las grandes ciudades tanto en Venezuela como fuera del país, se traduce en la existencia de vacíos o “blancos”, cada vez más injustificados, en los mapas geológicos convencionales y destaca la importancia de dedicar una mayor atención a la creación de bases de datos de geología urbana.

Al respecto, la presente investigación tiene como propósito realizar un inventario y evaluación de la documentación muy dispersa, concerniente a fuentes directas y sobre todo indirectas de información disponibles para la constitución de una base de datos de Geología Urbana para la ciudad de Caracas. Esta información se completa en lo posible en los rubros de mayor interés para fines de microzonificación sísmica; también se destaca la importancia de dedicar un mayor esfuerzo a la generación de conocimientos en los aspectos temáticos menos desarrollados.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General:

Elaborar una base de datos que reúna la información básica y de aplicación para el desarrollo urbano de la ciudad, con fines de microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas.

Objetivos específicos:

- Recolección de información temática global:

Topográfica y Aerofotográfica:

- Cobertura, fecha y escala.
- Modificaciones de topografía.
- Ubicación de enclaves urbanos.

Hidrológica e Hidrogeológica:

- Modificaciones naturales y artificiales.
- Manchas de inundación (Río Guaire).
- Eventos de deslaves generados desde el Ávila.
- Información de pozos.
- Variación del nivel de la mesa de agua.

Depósitos cuaternarios:

- Mapa de ubicación de excavaciones visitadas.
- Ubicación de las unidades depositacionales cuaternarias y perfiles tipo representativos.
- Ubicación de rellenos artificiales y otros tipos de depósitos antrópicos.

Geotecnia e Ingeniería Geológica:

- Localización de antiguas fuentes de materiales de construcción.

- Ubicación de perforaciones para fines de geotecnia.
- Ubicación de vicios de subsuelo.

Geofísica y Sismogeotecnia:

- Mapa de espesores de aluviones.
-
- Recolección de información histórica sobre geología convencional y no convencional.
 - Datos iconográficos.
 - Geotoponimios.
 - Información inédita.

1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada al pie del faldeo sur del macizo El Ávila y se extiende entre las coordenadas UTM Este 724.000 – 741.000 y Norte 1.158.000 – 1.165.000 (Figura 1.1 y 1.2).

El Valle de Caracas presenta una extensión de 130 km² aproximadamente y sus principales vías de acceso son: por el noroeste, la autopista Caracas-La Guaira y la carretera vieja; por el suroeste, a través de la autopista Regional del Centro, la carretera Panamericana y carretera vieja Caracas-Los Teques y por el este, la autopista Caracas-Guarenas.

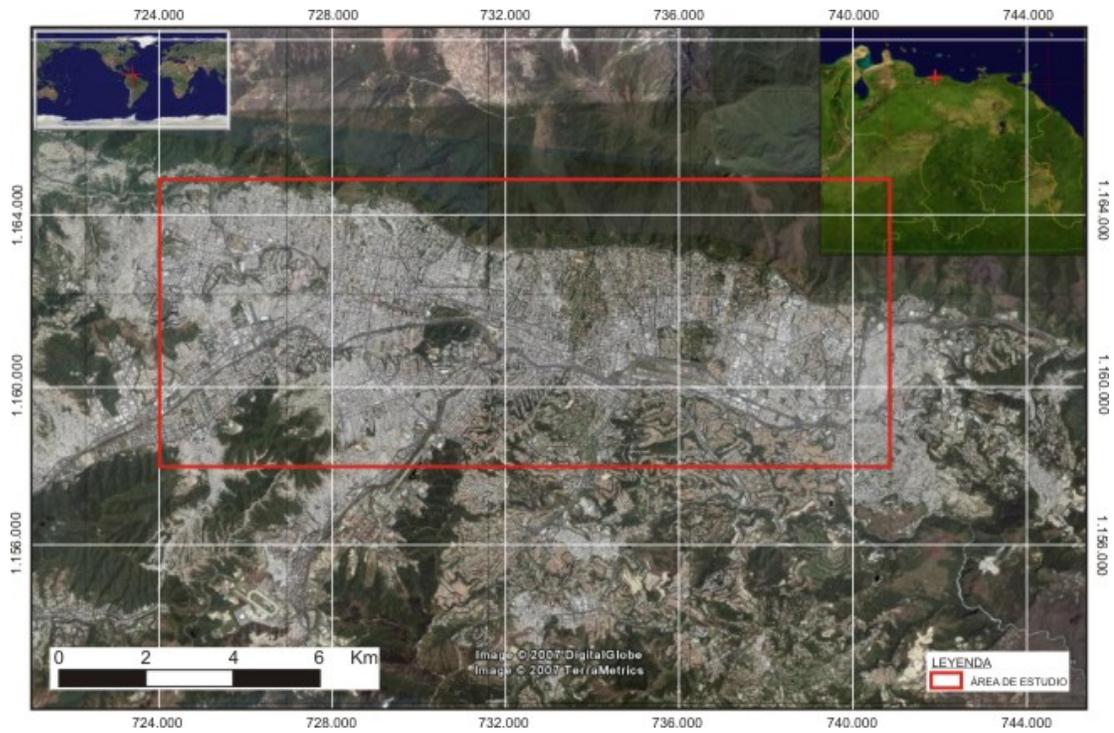


Figura 1.1. Mapa de ubicación de la zona de estudio (Fuente: Google Earth).

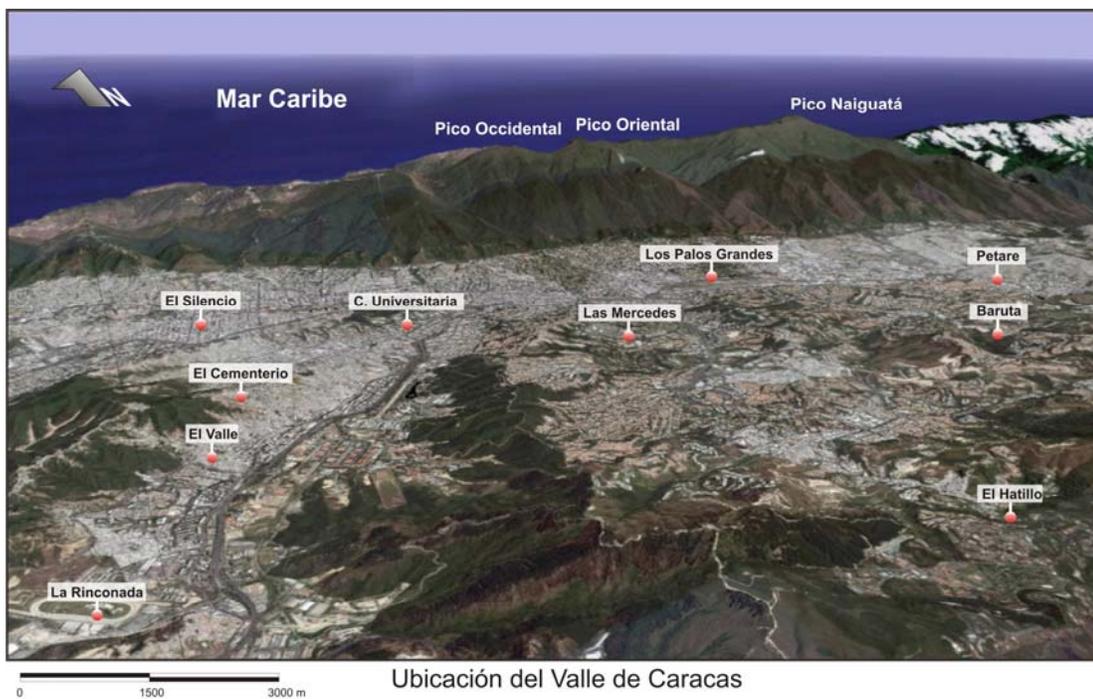


Figura 1.2. Imagen 3D del Valle de Caracas (Fuente: Google Earth).

1.3 TRABAJOS PREVIOS

De manera general, son escasas las investigaciones que se han realizado en torno al tema de la Geología Urbana en Venezuela. Como muestra palpable del escaso interés o de sensibilidad hacia este tema, un estudio pluridisciplinario de la importancia del “Estudio de Caracas” publicado en 1968 por la Universidad Central de Venezuela con motivo del Cuatricentenario de la ciudad, en 9 volúmenes (8 volúmenes + 1 volumen anexo – Atlas Climatológico y Hidrológico), hace caso omiso de las condiciones geológicas de la capital del país, no obstante haber sido coordinado el Tomo 1 de esta obra por la Facultad de Ingeniería de la UCV.

En el año 1950, la Empresa SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION OF DELAWARE, contratada por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), estudió la posibilidad de extraer agua del subsuelo aluvial del Valle de Caracas para abastecer la creciente demanda de sus habitantes para la época. Este estudio generó mapas de interés geológico como un mapa de ubicación de pozos, un mapa de “clasificación de tipos de aluviones”, un mapa del nivel de la mesa de agua y un mapa de espesores de aluviones, entre otros.

DE SOLA RICARDO (1967), realizó una recopilación parcial de los planos históricos de la ciudad de Caracas donde destaca la presencia de un mapa geológico-geotécnico, inédito y de autor desconocido, seguramente involucrado en los estudios para la construcción de la carretera Caracas-La Guaire.

En marzo de 1968, la Universidad Central de Venezuela publicó un estudio pluridisciplinario de la ciudad de Caracas, el cual fue realizado por investigadores de las ciencias naturales y sociales. Este estudio, fuera de un diagrama palinológico correspondiente a un perfil de turbera que indica el desarrollo de la vegetación en el Naiguatá en los últimos 3000 años y expuesto por el geobotanista Volkmar Vareschi de la Facultad de Ciencias en un artículo sobre las sabanas de Caracas, no contiene aportes sobre la geología del Valle de Caracas.

En 1976, el extinto Ministerio de Minas e Hidrocarburos realizó un estudio de las condiciones del subsuelo de la ciudad de Mérida para fines de microzonificación

sísmica. Este trabajo representa el primer estudio de microzonificación sísmica en Venezuela.

SINGER (1977) realizó la cartografía geológica de las unidades depositacionales cuaternarias de la parte oriental del Valle de Caracas a partir de datos de campo y la revisión de las vistas aéreas correspondientes a la Misión 8 (1936-38). Este trabajo representa la primera cartografía geológica de los depósitos cuaternarios del Valle de Caracas.

En 1979, la Universidad Simón Bolívar realizó un estudio integral de los espacios abiertos de la región capital, con el objeto de conocer las condiciones naturales y artificiales de la misma e incorporar tales condiciones al planeamiento urbano de la ciudad. Este trabajo realizó la primera propuesta de zonas con mayor riesgo natural basados en espesores relativos de mantos de meteorización.

SINGER *et al* (1985) publicaron el primer trabajo y excursión sobre Geología Urbana de Caracas, donde señalan los aspectos más resaltantes de la evolución del conocimiento de la geología urbana del Área Metropolitana de Caracas como resultado de estímulos indirectos.

La AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN (JICA) elaboró un plan maestro en los años 2003-04 para prevenir daños en el Área Metropolitana de Caracas ante la ocurrencia de eventos naturales como deslaves y terremotos. Entre sus resultados destacan los mapas donde señalan la posible respuesta sísmica del valle aluvial de Caracas y sus alrededores ante la ocurrencia de eventos sísmicos (3 históricos y 1 hipotético en El Ávila).

LA FUNDACIÓN VENEZOLANA DE INVESTIGACIONES SISMOLÓGICAS (FUNVISIS) ejecuta desde el año 2006, un Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas, el cual hace especial énfasis en la recopilación de la información disponible relacionada con los diversos aspectos del subsuelo de Caracas, que intervienen en la respuesta sísmica del mismo y en los problemas de interacción sitio-suelo-estructura, en una determinada **microzona** sísmica.

1.4 METODOLOGÍA GENERAL

El acelerado crecimiento de la población y el consecuente desarrollo urbanístico que ha estado experimentando la ciudad de Caracas, han generado numerosos afloramientos artificiales que no han sido aprovechados como fuentes directas de información geológica sobre el Valle de Caracas.

Estas condiciones han generado la necesidad de realizar estudios geológicos en la ciudad, dentro del marco de lo que se conoce como Geología Urbana, la cual se encarga de estudiar las características y manifestaciones geológicas que inciden en el desarrollo de una ciudad, así como las modificaciones geológicas de las condiciones de sitio de la ciudad como resultado del crecimiento de la misma. Además, representa una herramienta fundamental para el planeamiento urbano y contribuye a solucionar problemas generados por el uso indiscriminado del suelo.

Dentro del marco urbanístico, la geología no ha sido utilizada como un instrumento de planificación, sino como un ente de solución de problemas generados por la ocupación y explotación del entorno físico por el hombre. Esta situación de la geología urbana se refleja en la carencia de una base de datos de información geológica enfocada en la optimización del uso del suelo de la ciudad.

El presente trabajo tiene como objetivo generar una base de datos de geología urbana y aplicar la misma para fines de microzonificación sísmica en la ciudad de Caracas. La [Figura 1.3](#) presenta un esquema de la metodología utilizada a tal efecto en este trabajo de investigación.

Para generar la base de datos, se realizó una evaluación de la información geológica existente con el objeto de definir el estado de la información disponible, y complementar y optimizar la misma mediante la utilización de fuentes de información no convencionales y/o de carácter indirecto, como por ejemplo fuentes iconográficas.

El resultado de la integración de esta información se plasmó en mapas que constituyen los insumos básicos para estudios de geología urbana y que pueden servir como herramienta para el desarrollo de un objetivo específico. En este caso, la base de datos obtenida se utilizó para la definición de microzonas sísmicas.

A tal efecto, se reevaluó la base de datos previa realizada con el objeto de ponderar los parámetros geológicos básicos para fines de microzonificación sísmica. El resultado final corresponde a un mapa donde se señala la propuesta geológica de microzonas con respuesta sísmica potencialmente homogénea para la ciudad de Caracas.

CAPITULO II

INFORMACIÓN BÁSICA NO GEOLÓGICA

2.1 PRINCIPALES ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA BASE CARTOGRÁFICA DE CARACAS

La ciudad de Caracas ha sido cartografiada en decenas de documentos que divulgan su evolución desde su fundación en el año 1567 hasta la actualidad. La ubicación, geografía, relieve, áreas de expansión, son algunas de las características que destacan los autores que han contribuido al conocimiento cartográfico del Valle de Caracas y sus alrededores.

En los primeros años de vida de la ciudad de Caracas, la producción de planos estuvo represada por la mediocridad de las condiciones económicas de la Provincia de Venezuela y, posteriormente, de la Capitanía General, y por el tabú religioso que impedía al pueblo interesarse en asuntos que no fuesen los impuestos por la iglesia.

Prueba palpable de tales condiciones económicas del país, está representado por la llegada tardía de la primera imprenta a Venezuela en el año 1808, comparativamente a otros países de habla hispana como México, Perú y Chile donde la imprenta arribó en el siglo XVI; en efecto, estos países eran Virreinos a diferencia de Venezuela que era una pobre Capitanía.

A pesar de la situación referida, existió una biblioteca en Caracas a mediados del siglo XVII, que contó con más de 1000 volúmenes y que perteneció al Obispo Fray Alonso de Briceño de origen chileno, que buscaba consagrar las fuentes de conocimiento a quienes tuviesen inclinación por el estudio y el saber (MONTENEGRO, 1988).

A continuación se describen las principales etapas del desarrollo del conocimiento topográfico del sitio donde se desarrolló la ciudad capital:

➤ **Época Colonial:**

– Plano de 1578

El primer plano de Caracas fue realizado por Don Juan de Pimentel en el año 1578, como respuesta a un cuestionario enviado por el Rey Felipe II concerniente al sitio y el asiento donde los pueblos estuviesen.

Este documento representa un plano exacto de la ciudad para la época; en efecto, se identifican varios edificios, básicamente ermitas y conventos, ubicados correctamente. Como ejemplo de estos edificios se señalan: San Mauricio, San Sebastián y San Francisco (Figura 2.1).

El Gobernador Pimentel muestra en este documento a la ciudad de Caracas como centro estratégico militar, rodeado de anchos ríos a excepción del lado norte por donde se comunicaba con La Guaira a través del camino de las españolas.

Sin embargo, este documento da una idea falsa de la extensión y del entorno geográfico de la ciudad; en efecto, el cuadrilátero histórico queda fuera de proporción con respecto al contexto geográfico del mapa, y el macizo El Ávila queda fuera de proporción en relación con el valle aluvial. Las localidades A, B y C señaladas en la Figura 2.1, realzan esta incongruencia cartográfica.

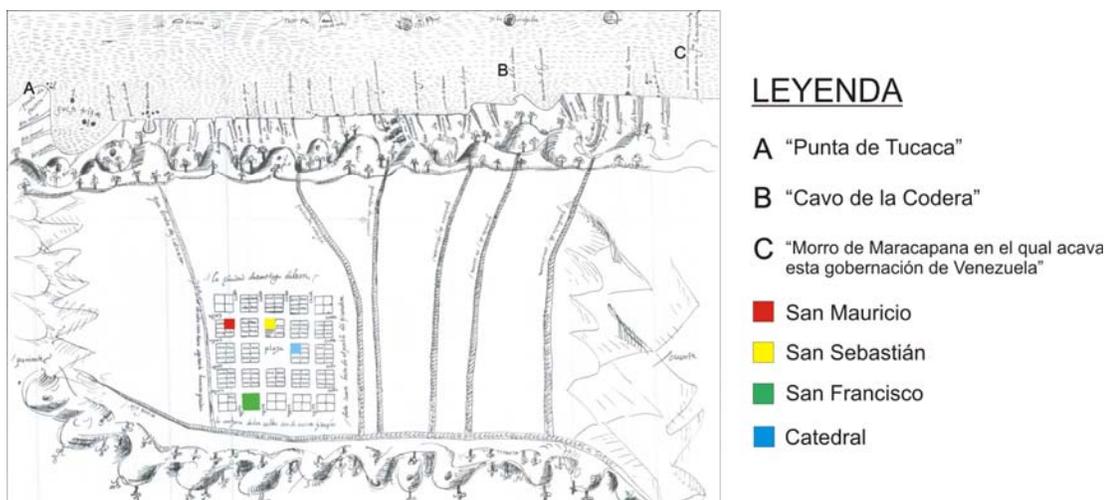


Figura 2.1. Primer plano general de Caracas (Pimentel, 1578), considerado como ejemplo emblemático de "biproporcionalismo" cartográfico. Fuente: Colección Histórica Mapoteca IGVS.

En realidad, la desproporción de escalas señalada se debe a una técnica gráfica utilizada entonces y conocida como *biproporcionalismo* ó *biproporcionalidad*, la cual consiste en la “superposición de dos escalas en una misma imagen, una geográfica con las técnicas de un mapa y otra urbana con el grafismo de un plano de ciudad”. El plano de Pimentel representa el ejemplo más sorprendente de doble proporción utilizada en mapas coloniales (BREWER-CARÍAS, 2006).

– *Plano de 1772*

Cerca de 2 siglos después del plano de Pimentel, el padre del Libertador, Don Juan Vicente de Bolívar y Ponte realizó en el año 1772, el segundo plano de Caracas, como encomienda del gobernador José Solano (Figura 2.2).

A diferencia del plano de 1578, este plano presenta una ciudad notablemente extendida, que rebasó las quebradas Caroata y Catuche y perdió su forma cuadricular original. Además, aparecen alcabalas en el inicio de los caminos que conducen a Catia, La Vega, La Guaira, Candelaria y El Valle.

En la Figura 2.2 se destaca el espacio urbano construido de la ciudad conocido como “cuadrilátero histórico” y se ubican la colina de la Faltriquera y la laguna de la Hoyada de San Lázaro. El primer toponimio alude a una pequeña loma ubicada en la prolongación de El Calvario y el segundo a una laguna cegada a finales del siglo XVIII.

A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, los planos representaban principalmente las parroquias, calles y esquinas con su respectivo nombre; esto con el fin de facilitar la vigilancia de la ciudad y aumentar la seguridad de los habitantes.

– *Aportes de Humboldt*

Destaca en este período, el aporte que realizó Humboldt a las ciencias naturales y a la geología en particular en su viaje a Venezuela a principios del siglo XIX. Entre otras cosas, Humboldt realizó descripciones litológicas en el macizo El Ávila y un perfil topográfico transversal del mismo entre La Guaira y La Pastora.

Esta sección representa el primer perfil topográfico del macizo El Ávila elaborado con datos científicos obtenidos a partir de mediciones barométricas (Figura 2.3).

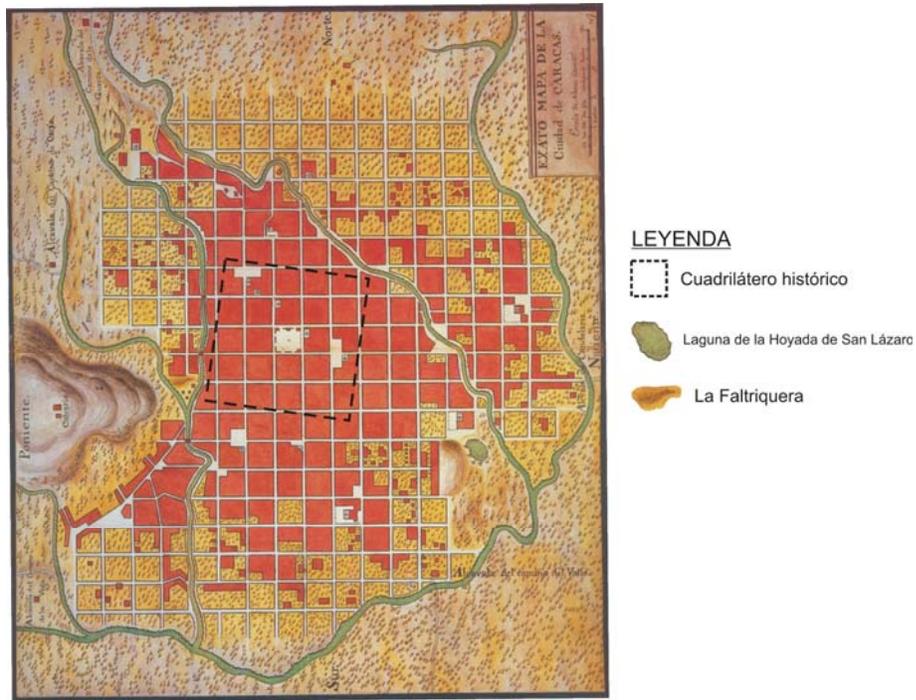


Figura 2.2. Segundo plano de Caracas girado 90° en sentido antihorario, donde se observan límites difusos de la ciudad (Bolívar y Ponte, 1772). Modificado de AMODIO, NAVARRETE Y RODRÍGUEZ, 1997.

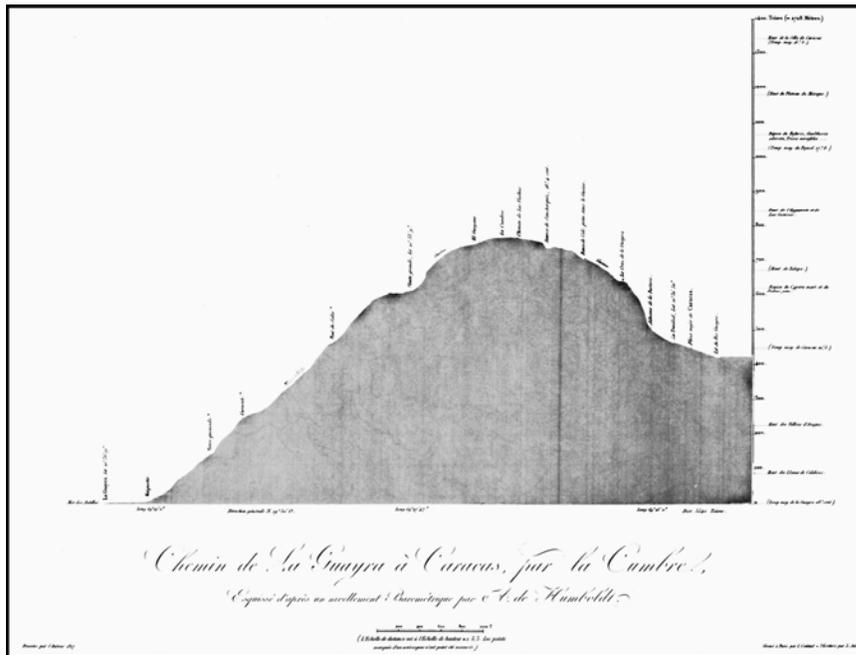


Figura 2.3. Perfil topográfico transversal del macizo El Ávila realizado por Humboldt en su visita a Venezuela a finales del siglo XIX. Tomado de DE SOLA RICARDO (1967).

Previamente a Humboldt, los ingenieros militares de la Colonia realizaron en el año 1778 un perfil topográfico del faldeo norte del Ávila en La Guaira para la construcción y comunicación de las principales fortalezas ubicadas en el camino a Caracas (Figuras 2.4 y 2.5). El perfil topográfico se extiende desde la costa hasta el apostadero en el camino de Mapurite, y representa uno de los primeros perfiles topográficos dell macizo El Ávila.



LEYENDA

— TRAZADO DEL PERFIL TOPOGRÁFICO DE LA FIGURA 2.5

Figura 2.4. Ubicación de perfil topográfico realizado por ingenieros militares en 1778, en el faldeo norte de la Serranía Litoral. Modificado de AMODIO, NAVARRETE Y RODRÍGUEZ, 1997.

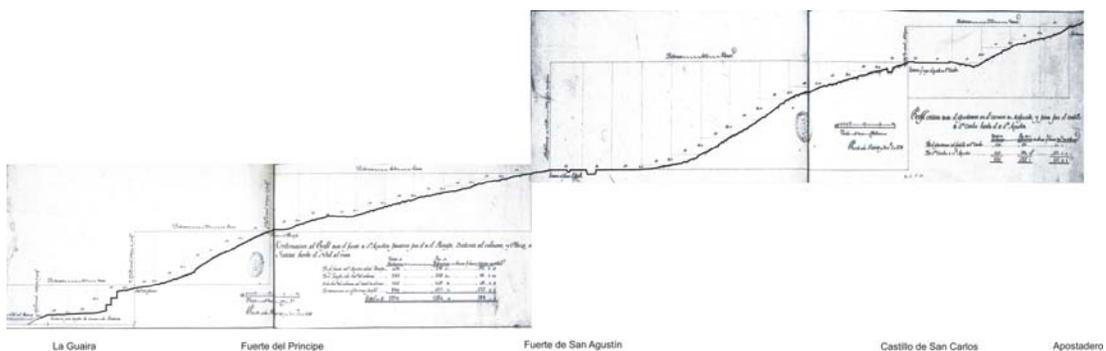


Figura 2.5. Primer perfil topográfico documentado del faldeo norte de la Serranía Litoral. Tomado de AMODIO, NAVARRETE Y RODRÍGUEZ, 1997.

➤ **Época de la Independencia:**

Separada Venezuela de la Gran Colombia, el General José Antonio Páez en su interés de mejorar el conocimiento del país, promulgó el 14 de octubre de 1830 un decreto donde autoriza al ejecutivo a emprender trabajos científicos en el campo de la geografía, entre los que se encontraba el levantamiento de planos. A tal efecto, encomendó a Agustín Codazzi la cartografía del país.

En el período señalado destaca el plano presentado a mediados del siglo XIX por los ingenieros Lino J. Revenga y Gregorio Fidel Méndez (Figura 2.6). Este plano señala, en los marcos laterales e inferior, los primeros perfiles topográficos del Valle de Caracas, donde dan a conocer el declive de la superficie del mismo hacia el este y el sur.



Figura 2.6. Primeros perfiles topográficos del Valle de Caracas. Revenga y Méndez, 1852. *Plano topográfico de la ciudad de Caracas.* Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.

➤ **Época Guzmancista:**

El gobierno del General Guzmán Blanco desarrolló una política dirigida a la modernización del país y que contempló profundos cambios arquitectónicos y urbanísticos de influencia francesa.

A tal efecto, Guzmán Blanco creó el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en el año 1874, con el objeto de desarrollar en el país obras de importancia como ferrocarriles, carreteras, acueductos, aduanas y mercados. Además de obras públicas de importancia nacional, este organismo se encargó de la producción de planos, en particular en la ciudad de Caracas.

En el último cuarto del siglo XIX se levantaron planos concernientes a las redes de servicio, entre los cuales destaca el “Plano del ferrocarril de La Guaira a Caracas” y el plano del “Ferrocarril de Caracas a El Valle”. Es evidente que para la elaboración de la planimetría de estos proyectos, era necesario realizar mediciones de nivelación como requisito indispensable para la construcción y mantenimiento de una vía férrea; sin embargo, no se conoce nada de la existencia de dichos datos en Venezuela. Estos datos probablemente se encuentren en archivos de los países de Europa involucrados en la construcción de las referidas obras.

– *Aportes de Razetti*

En 1897, el ingeniero Ricardo Razetti realizó el primer mapa topográfico del Valle de Caracas en curvas de nivel con equidistancia de 20 m. Dieciocho años más tarde, este autor elaboró un plano acotado mediante curvas de nivel con 1 m de intervalo y a igual escala que el plano anterior (1:10.000), para el proyecto de construcción de la red de cloacas de la ciudad de Caracas (Figura 2.7). Razetti fue uno de los hombres que más participó en la actualización de los planos de la ciudad en el período 1897-1929.

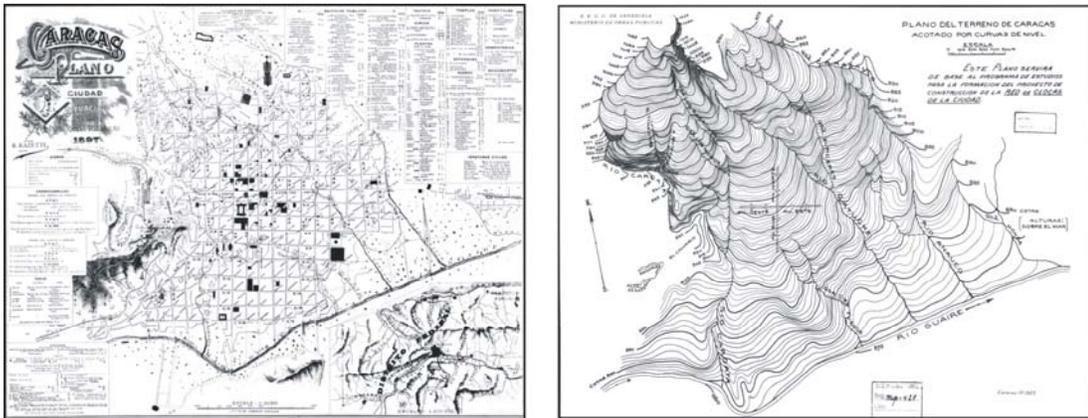


Figura 2.7. Primeros planos topográficos del Valle de Caracas con curvas de nivel, realizados por el ingeniero Ricardo Razetti, 1897 y 1915 respectivamente. Tomado de DE SOLA RICARDO (1967).

➤ Siglo 20: antes de 1936

Los planos realizados en la primera década del siglo XX fueron utilizados básicamente para trazar el flechado para la circulación de vehículos, mostrar y promocionar las nuevas parroquias y urbanizaciones de la capital, como por ejemplo, San Agustín del Sur y El Paraíso; y localizar esquinas y otros lugares de interés. En efecto, el anhelo de los ciudadanos de mayores recursos de la época, ya no era estar ubicado cerca de la plaza Bolívar, sino vivir aislados y rodeados de jardines.

– *Inicio de la Cartografía Nacional*

Con el estallido de la primera guerra mundial en el año 1914, se suspenden todos los trabajos cartográficos en el país hasta el año 1916, cuando por decreto presidencial del General Gómez se creó oficialmente a la Cartografía Nacional en la Escuela de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, dependiente del Ministerio de Instrucción Pública. Posteriormente en 1925, la Cartografía Nacional fue transferida al Ministerio de Relaciones Interiores (FAJARDO, 1992).

– *Aportes de Röhl*

Luego de la labor de Razetti, el agrimensor Eduardo Röhl es quien se encarga de representar gráficamente a la ciudad de Caracas. Este autor coloca a la geografía como principal protagonista de sus planos. A título de ejemplo, se presenta el plano

realizado por este autor en el año 1934, donde aparecen sectores campestres que serán absorbidos por la extensión de la ciudad. Este documento presenta una base orográfica bastante completa y abarca, por primera vez en un solo mapa, al valle aluvial de Caracas y el macizo El Ávila (Figura 2.8).

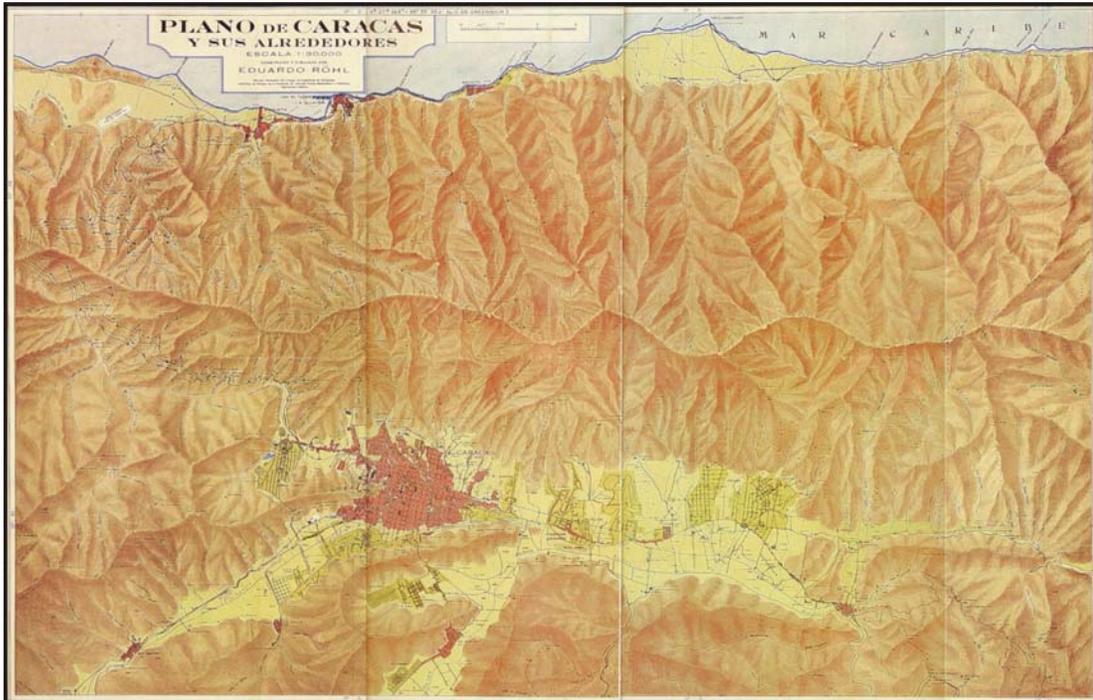


Figura 2.8. Röhl, 1934. *Plano de Caracas y sus alrededores*. Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.

El plano de Röhl destaca el relieve con la utilización de la técnica del sombreado para expresar la tercera dimensión y la geometría de la Fila Maestra. También señala toponimios llamativos como la “Qda. El Relleno de Catia”, “El Volcán” (al este de Las Mercedes) y la “Laguna de Catia”. Además, es el primer plano en presentar coordenadas geográficas dentro de la recolección de planos de Caracas realizada por DE SOLA RICARDO (1967).

El 24 de julio de 1935, y por decreto presidencial de Gómez la oficina de Cartografía Nacional pasó a denominarse Servicio Aerofotográfico, adscrito al Ministerio del Interior. De esta manera, se inició un nuevo período en la cartografía

venezolana con la incorporación de los adelantos tecnológicos modernos a la cadena de producción cartográfica en todas sus áreas. La incorporación de nuevas técnicas y tecnologías, aunado a una mayor preparación del personal, hizo posible el incremento de la producción de mapas topográficos.

El Servicio geodésico Interamericano del Departamento de Defensa de Estados Unidos y el Instituto Panamericano de Geografía e Historia colaboraron en la unificación de los criterios utilizados para el levantamiento y representación de la información cartográfica del país.

➤ **Siglo 20: después de 1936**

A comienzos del siglo XX, el desarrollo de la aviación y de la fotografía aérea, brindó a la cartografía una nueva fuente de información de gran valor. En efecto, las fotografías aéreas permitieron elaborar mapas en corto tiempo, a poco costo y de elevada precisión.

En 1936, el Servicio Aerofotográfico realizó la primera restitución fotogramétrica de vistas aéreas con el objeto de actualizar el mapa topográfico de Caracas y sus alrededores. Este documento presenta las cotas originales de cada esquina, algunas de las cuales se habían perdido por la construcción de obras de urbanismo. El sistema de referencia utilizado en este plano está basado en coordenadas reticulares (Loma Quintana).

A partir del 26 de julio de 1937 y por decreto presidencial de López Contreras, el Servicio Aerofotográfico se adscribe al MOP con la denominación de Dirección de Cartografía Nacional, siendo la misma el único organismo oficial especializado para la elaboración de mapas del país.

A mediados del siglo XX, el desarrollo de mapas topográficos estuvo marcado por la inclusión de nuevas urbanizaciones. A título de ilustración, se presenta el mapa topográfico del año 1946, en el cual aparecen las urbanizaciones San Bernardino, Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Bello Monte, Los Rosales, El Pinar, Bella Vista, y El Silencio en proceso de reurbanización. Este plano a escala 1:10.000, se

creó a partir del levantamiento aerofotogramétrico de vistas aéreas del año 1946 y presenta curvas de nivel cada 10 m (Figura 2.9).

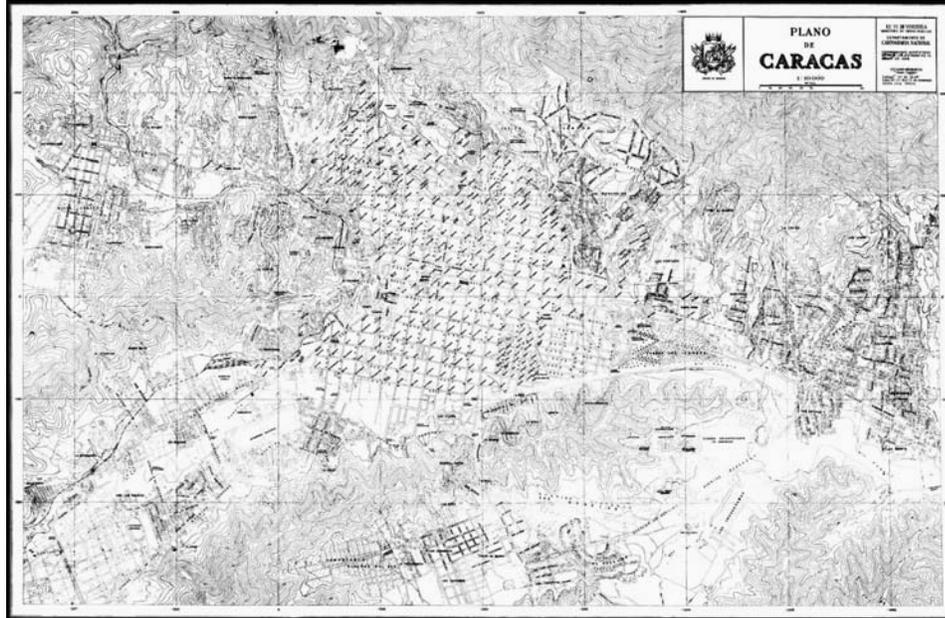


Figura 2.9. Plano de Caracas basado en restitución de fotografías aéreas del año 1946. Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.

En 1954, la Dirección de Cartografía Nacional realizó un plano de Caracas a escala 1:20.000 por medio de la restitución fotogramétrica de vistas del mismo año. Este plano es el primero en abarcar el Valle de Caracas en toda su extensión y con sus ramales (Figura 2.10).

Este mismo año se realizaron dos planos de interés, el primero realizado por la Compañía Shell de Venezuela a escala 1:20.000, con previa autorización de la Dirección Cartografía Nacional; según DE SOLA RICARDO (1967), este documento es uno de los mapas de Caracas más completos en cuanto a información toponímica se refiere; en efecto, contiene los nombres de avenidas, calles, esquinas, transversales y pasajes, urbanizaciones y poblaciones vecinas. El segundo plano fue realizado por la Dirección de Obras Municipales para instrumentar una Ordenanza de Zonificación que mostrase el uso y desarrollo de los terrenos urbanos.

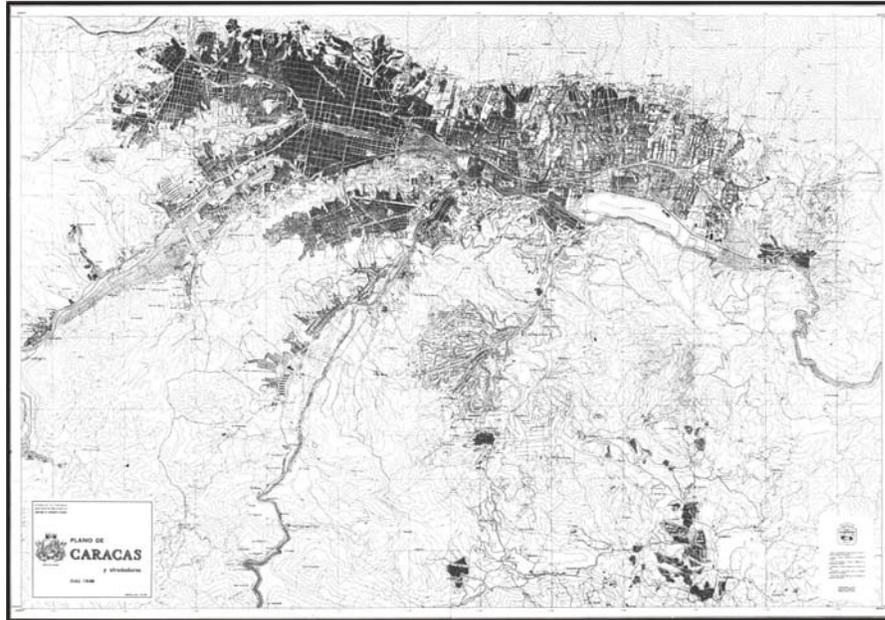


Figura 2.10. Plano de Caracas y alrededores restituído a partir de fotografías aéreas, correspondiente al año 1954 (MOP, 1954). Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.

Otro aporte realizado por la Dirección de Cartografía Nacional en la década de los 50, está representado por el plano titulado “*Caracas, área metropolitana y sus alrededores*” a escala 1.20:000 y curvas de nivel a cada 20 m. Este documento está conformado por 6 pliegos a color. De la misma manera que el plano de RÖHL (1934), este producto abarca las vertientes del macizo El Ávila. Según DE SOLA RICARDO (1967), el plano señalado fue confeccionado a partir de levantamientos aerofotogramétricos de Cartografía Nacional, datos de la ex-Dirección de Obras Municipales del Distrito Federal y documentos urbanísticos producidos por empresas privadas.

En 1963, el MOP realizó uno de los mapas de Caracas más completos a escala regional 1:100.000. En efecto, este plano contiene curvas de nivel cada 50 m, la red de drenaje, el nombre de las principales filas y quebradas, información vial y la trama urbana; además, reintroduce el sombreado para expresar la tercera dimensión. El contenido de este mapa se basó en una compilación de datos realizada por el hoy extinto MOP, Cartografía Nacional, el servicio odografo de la división editora y otras instituciones no señaladas en el mismo (Figura 2.11).



Figura 2.11. *Mapa topográfico de Caracas con sus alrededores (1963) a escala 1:100.000. Cortesía del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB).*

El MOP y la Dirección de Cartografía Nacional desarrollaron en 1966, un nuevo mapa de Caracas a escala 1:20.000, que presenta como base topográfica el plano realizado por dicho Ministerio en 1957. El mismo fue actualizado a partir de aerofotografías tomadas en el año de edición y sustituye las curvas de nivel por el sombreado de relieve. Posteriormente, este plano representará la versión especial editada con motivo del Cuatricentenario de la Ciudad de Caracas (Figura 2.12, Anexo 1).

Vale destacar que este plano ha sido utilizado en esta investigación para, entre otras cosas, ubicar esquinas y lugares de interés, por la facilidad que el mismo presta para fines de localización.

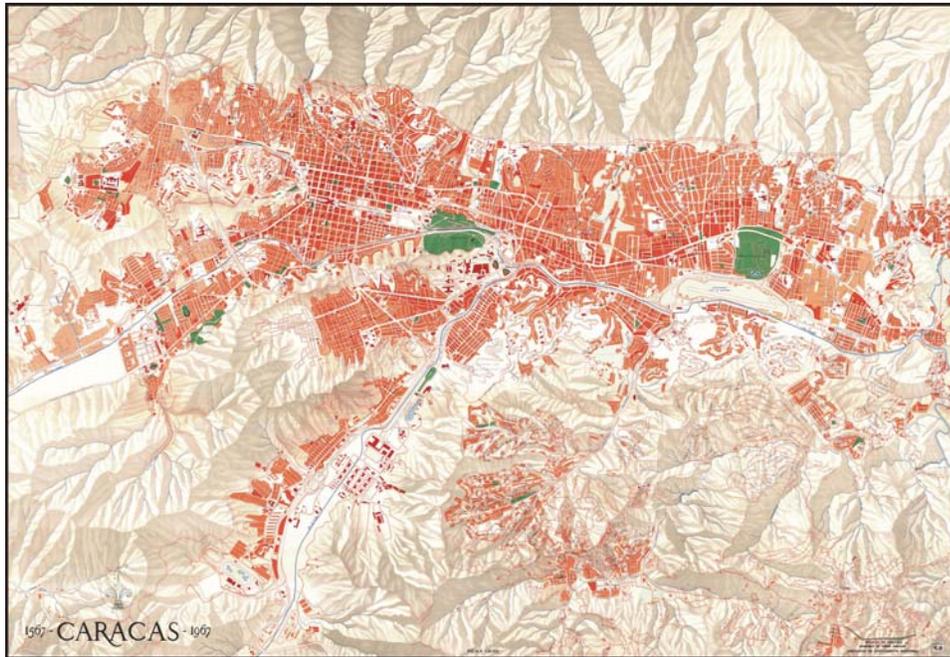


Figura 2.12. Mapa Cuatricentenario de la ciudad de Caracas, 1967. Cortesía del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB).

– Mapas militares

El Departamento de Defensa de la Armada de los Estados Unidos realizó en el año 1970, las hojas cartográficas 6847 III - El Valle (Anexo 2) y 6847 IV – Caracas (Anexo 3), a partir de vistas aéreas del año 1961. Estos mapas topográficos son los únicos en representar al Valle de Caracas y el Litoral Central a escala 1:50.000, y son poco conocidos por ser de utilización militar.

Posteriormente, la producción de mapas en Venezuela contaría con nuevas herramientas tecnológicas para mejorar la calidad de los mismos. Entre éstas vale mencionar las imágenes de radar obtenidas por teledetección y por medio de los sistemas de posicionamiento global (GPS).

➤ **Cartocentro (1994):**

El Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional de Venezuela desarrolló en el año 1994, el Proyecto Cartográfico del Centro, el cual presentó como

objetivo principal traer equipos de alta tecnología, necesarios para mejorar la calidad y precisión de la cartografía del país.

Este proyecto piloto abarcó 11.718 km² de la región nor-central de Venezuela y generó una base digital de mapas topográficos con diversas posibilidades de escalas, además de ortofotomapas y fotografías aéreas de la región mencionada.

La herramienta geográfica más reciente disponible en Caracas está constituida por las imágenes producidas por GOOGLE EARTH. Este programa, disponible en Internet, presenta entre otras ventajas disponer de datos actualizados, vistas en planta a cualquier escala y vistas oblicuas en 3D.

Actualmente, el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) es el encargado de asesorar y suministrar información en materia geográfica, cartográfica y aerofotográfica.

2.2 DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN AEROFOTOGRAFÍCA DEL VALLE DE CARACAS

A diferencia de los planos, la producción de las fotografías aéreas de Caracas se inició avanzado el siglo XX. La carencia de los equipos tecnológicos necesarios para llevar a cabo los vuelos aerofotogramétricos retrasó considerablemente el desarrollo de esta fuente significativa de datos geográficos y cartográficos.

Con el desarrollo de la aviación a comienzos del siglo XX, los nuevos desarrollos tecnológicos se difunden rápidamente y con estos, los equipos y técnicas modernas necesarias para la toma de fotografías aéreas. En Venezuela, los primeros equipos utilizados para fines de aerofotogrametría fueron una cámara RMK-18 para vistas inclinadas y una cámara RMK-21 para vistas verticales e inclinadas.

Introducción de la fotografía aérea en la cartografía de la región de Caracas

La primera actividad aerofotográfica efectuada en Caracas ocurrió en el año 1936, cuando el Servicio Aerofotográfico realizó el primer vuelo con el objeto de generar el primer mapa topográfico de la ciudad basado en restitución aerofotográfica. Esta misión a una escala cercana al 1:25.000, es conocida como la Misión 8 (1936-39) y abarca la Cordillera de la Costa y la Serranía del Interior hasta el Edo. Aragua.

En 1970, el geógrafo Rafael Lairer produjo en 1970 un fotomosaico no controlado de las vistas de esta misión que cubre el Valle de Caracas y alrededores (Figura 2.13, Anexo 4). Este documento inédito representa una herramienta de gran valor para fines de cartografía geológica del Valle y colinas de Caracas, cuya morfología original se encuentra oculta bajo la ciudad actual.

Al respecto, es de interés mencionar que sin este fotomosaico, la cartografía de las formaciones cuaternarias del Valle de Caracas no habría sido posible por no disponer de una imagen real y de suficiente nivel de resolución de las unidades que integran la geología aluvial de esta depresión tectónica, hoy urbanizada.



Figura 2.13. Fotomosaico no controlado a escala aproximada 1:25.000 del Valle de Caracas y alrededores, elaborado con fotografías aéreas de la Misión 8 por el geógrafo Lairet en el año 1970.

En el año 1937, se realizó el segundo vuelo aerofotográfico de Caracas denominado Misión 7, la cual abarca básicamente al Valle de Caracas. Este documento prácticamente desconocido ofrecía fotografías aéreas de gran detalle a escala del orden de 1:5.500 (Figura 2.14).



Figura 2.14. Fragmento del fotomosaico de la Misión 7, sector del Cementerio, Caracas. Cortesía: Centeno-Rodríguez y Asociados.

Posteriormente en el año 1946, se elaboró la Misión 66 a escala 1:60.000, que abarca el valle en toda su extensión en un máximo de 6 vistas aéreas (Figura 2.15). Vale destacar que este documento junto con otras misiones, no aparece registrado en los archivos de la Fototeca del Instituto Cartográfico Venezolano Simón Bolívar por razones desconocidas en esta institución.

Estas tres misiones aerofotográficas, junto con la Misión C8 a escala del orden de 1:6.000 (1950-51) y el referido fotomosaico de la Misión 8, se utilizaron para la cartografía geológica de las unidades depositacionales cuaternarias del Valle de Caracas (Figura 6.1, Anexo 12).

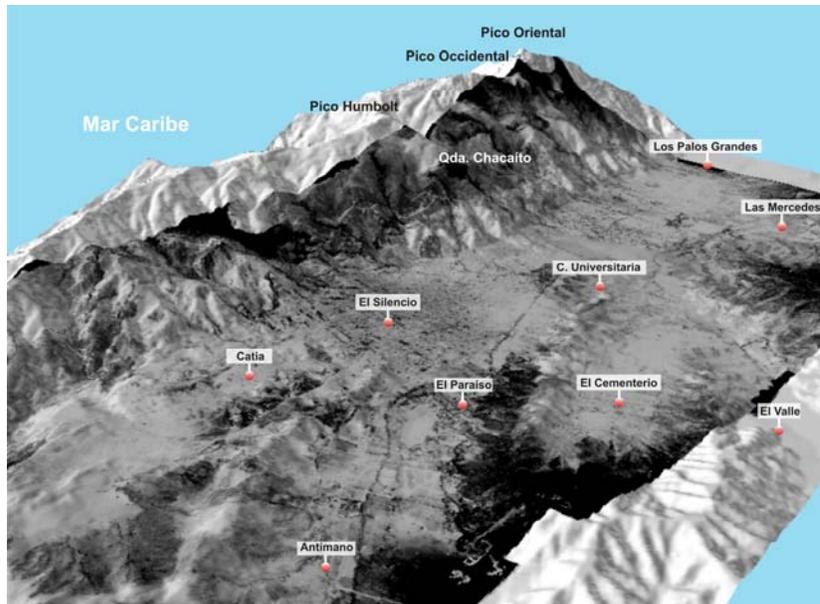


Figura 2.15. Imagen 3D de gran parte del Valle de Caracas generada con la Misión 66 y curvas de nivel de los mapas topográficos de Caracas a escala 1:25.000.

Para mediados del siglo XX, se creó un nuevo sistema de codificación de las misiones con el fin de facilitar al usuario la identificación de las zonas a estudiar. Los 2 primeros números corresponden a las zonas aerofotogramétricas, los 2 siguientes a la entidad estatal y los últimos representan el total de misiones aerofotogramétricas que se han realizado en la respectiva entidad. De esta manera, el Distrito Capital quedó registrado en la zona 03 y Entidad Federal 04.

En 1956, la Dirección de Cartografía Nacional del MOP realizó un Fotocroquis de Caracas a partir de la misión 030405. Este documento en 12 hojas y escala del orden de 1:20.000, constituye un mosaico del Valle de Caracas y sus alrededores, del cual se presenta la hoja N° 6 (Figura 2.16).



Figura 2.16. Fotografía aérea del oeste de Caracas en el año 1956 y a escala 1:20.000, Misión 030405. Tomado de DE SOLA RICARDO, 1967.

Entre los años 1946 y 1970, vale destacar la labor documental realizada por el arquitecto, fotógrafo y piloto de avioneta Tomás José Sanabria y el geólogo Guillermo Zuloaga, quienes generaron vistas panorámicas oblicuas en blanco y negro e infrarrojo blanco y negro del Valle de Caracas y del Macizo El Ávila, por medio de vuelos en avioneta. En particular, la labor de documentación de Tomás J. Sanabria cuenta con una colección de 7500 vistas aéreas del Valle de Caracas y del Ávila.

En el Anexo 5 se compila parte de las misiones aerofotográficas realizadas en el Valle de Caracas y sus alrededores en el período comprendido entre los años 1936 y 2002.

De manera general, son muchos los vuelos que se han realizado en el Valle de Caracas y sus alrededores, con la finalidad de apuntalar el desarrollo de las infraestructuras, además de actualizar la base cartográfica del principal centro socio-económico del país.

Gran porcentaje de estos vuelos han sido ejecutados por empresas privadas como TRANARG C.A., AEROGRAFÍAS DE VENEZUELA C.A., SAPROLATE, FOTOAVE, ESTEREOFOTO, entre otras. Algunas de ellas se encuentran todavía activas hoy en día.

El Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, adscrito al Ministerio del Ambiente (MINAMB), cuenta también con equipos y personal capacitado para producir este tipo de documentación básica. Lamentablemente, no se dispone de suficiente personal capacitado para el mantenimiento y conservación del material aerofotogramétrico (negativos, fotomosaicos, fotoíndices y vistas aéreas), lo cual ha hecho que gran parte de esta insustituible fuente de información cartográfica se encuentre en vías de perderse.

En efecto, casi todo el material correspondiente a fechas anteriores al año 1970, se encuentra contaminado y consecuentemente indisponible. Por lo tanto, no es posible acceder sino al material aerofotográfico producido para fechas posteriores al año 70. Para rescatar el material infectado, el IGVSB ha habilitado recientemente un escáner para la digitalización del material contaminado; sin embargo, parte de este material se considera perdido y ha sido desechado junto con una parte muy significativa de la memoria histórica del paisaje natural y urbano de la ciudad.

CAPÍTULO III

INFORMACIÓN GEOLÓGICA CONVENCIONAL

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La ciudad de Caracas se encuentra ubicada sobre depósitos cuaternarios y rocas metamórficas. A continuación se describen las rocas metamórficas ubicadas en los alrededores del Valle de Caracas (URBANI, 2002) (Figura 3.1), así como mismo algunos afloramientos de depósitos aluviales cuaternarios obtenidos en excavaciones artificiales durante la realización de esta tesis.

3.1.1 Geología de unidades litológicas

Asociación Metamórfica La Costa

Mármol de Antímáno (Cretácico?)

DENGO (1951) describe esta unidad como un mármol masivo de grano medio, color gris claro, con cristales de pirita, alternando con capas de esquistos cuarzo micáceo, y asociadas con cuerpos concordantes de rocas anfíbolíticas, algunas con estructuras de “boudinage”. El mármol está formado de un 85-95 % de calcita, con cantidades menores de cuarzo, moscovita (2,5%), grafito (2,5%) y pirita (2%).

DENGO (1950) indica que “los mármoles son rocas estructuralmente competentes en comparación con los esquistos que las rodean.”

CANTISANO (1989) describe en la zona de Antímáno y Mamera, Distrito Capital, lentes de mármoles y rocas anfíbolíticas, que alcanzan a veces dimensiones longitudinales, y se hallan embutidos en esquistos de diversos tipos, especialmente los correspondientes al Esquisto de Las Brisas.

Localidad Tipo

DENGO (1951) establece la localidad tipo a 0,5 Km al norte de Antímáno, Distrito Capital, pero los afloramientos se encuentran cubiertos en su totalidad por el urbanismo. Existen muy buenos afloramientos en las canteras de la quebrada Mamera.

Edad

Ante la ausencia de fósiles y por su presunta posición “estratigráfica” ha sido propuesta una edad Mesozoico medio a superior. Según los modelos de evolución de la Cordillera de la Costa de Ostos *et al.* (1987) y NAVARRO *et al.* (1988) se sugiere edad Cretácico.

Asociación Metamórfica Ávila

Metaígneas de Tócome (Pre-Mesozoico)

CONTRERAS & URBANI (1992) describen esta unidad como rocas anfibólicas posiblemente originadas de un protolito diorítico o gabroide, y parches de rocas metadioríticas equigranulares e incluso algunas variedades pegmatíticas.

GARCÍA *et al.* (1995) señalan la presencia de cuatro tipos de rocas cuyo orden de abundancia aproximado es el siguiente: metagabro de grano fino (40%), metagabro foliado (25%), metatonalita (20%) y metagabro de grano medio (15%). El metagabro de grano fino es de carácter masivo carente de deformación visible, son equigranulares con un tamaño medio de 0,5 mm, su color fresco es verde oscuro, en tanto que meteoriza a marrón oscuro. El metagabro de grano medio igualmente tiene carácter masivo, con tamaño de grano promedio de 2 mm e intrusión al metagabro de grano fino. Hacia la parte norte del cuerpo en la zona de contacto con el Esquisto de San Julián se presenta una zona de metagabro foliado con grano medio.

SABINO & URBANI (1995) indican que en el flanco sur del pico Naiguatá se presentan anfibolita (70%) y esquisto anfibólico - epidótico - clorítico (10%). Las rocas han alcanzado un metamorfismo en la facies de los esquistos verdes, zona de la biotita, al igual que el Esquisto de San Julián que lo rodea.

Localidad tipo

Cauce medio del río Tócome, afluente del río Guaire, en el Parque Nacional El Ávila, al norte de la Urbanización Los Chorros de Caracas, estado Miranda. Hoja 6847, escala 1:100. 000, Cartografía Nacional.

Edad

Según la posición concordante con rocas del Complejo de San Julián, la Formación Metaígne de Tócome se sigue de edad Paleozoico-Precámbrico.

Complejo San Julián (Pre-Mesozoico)

OSTOS (1981) define la unidad como esquistos y gneis cuarzo-feldespático-micáceo, usualmente de color grisáceo a blanquecinos y más o menos verde según la cantidad de actinolita, epidoto y clorita; además el autor señala litologías minoritarias como cuarcita, epidocita, cloritocita, esquistos anfibólicos y otras.

Para URBANI Y OSTOS (1989), las rocas preponderantes son el esquistos y gneis cuarzo-plagioclásico-micáceo. Frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta ser rocas de carácter gnéisico.

GARCÍA *et al.* (1995) encuentran en la cuenca del río Tócome, al noreste de Caracas, los siguientes tipos litológicos dentro de esta unidad: esquistos (plagioclásico-micáceo-epidótico, micáceo-cuarcífero, cuarzo-epidótico, micáceo-plagioclásico, clorítico-epidótico, anfibólico-plagioclásico, plagioclásico-epidótico, plagioclásico-anfibólico-epidótico) y gneises (plagioclásico-cuarzo-micáceo, plagioclásico-micáceo).

Localidad Tipo

Se encuentra en la Quebrada de San Julián, estado Vargas. URBANI & OSTOS (1989) proponen adicionalmente secciones de referencia en el río Chuspa, al sur del pueblo de Guayabal, estado Miranda; carretera Chichiriviche-Colonia Tovar en el tramo de Paso Palomas-Naranjal, estado Vargas, así como en la quebrada Vallecito, Guaremal, estado Carabobo.

Edad

KOVACH *et al.* (1979) presenta datos de edad Rb/Sr de cantos rodados de muestras esquistosas de la quebrada San Julián, que al ser recalculados por URBANI (1982) resulta en una edad de 270 Ma. Estos escasos datos geocronológicos, dificultan una mayor precisión en la asignación de una edad a esta unidad, por tal

motivo se ha sugerido una edad genérica de Precámbrico-Paleozoico al Complejo Ávila (URBANI Y OSTOS, 1989).

Augengneis de Peña de Mora (Pre-Mesozoico)

AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) describieron esta unidad como augengneis que interpretaron como formados por inyección “lit par lit” de un magma granítico.

DENGO (1951, 1953) añade a la anterior descripción niveles sin estructura augen, capas de cuarcita y diques de aplita, que generalmente no sobrepasan 30 cm de espesor; igualmente incluye lentes de mármol en la parte superior de la formación.

WEHRMANN (1972): amplía el significado de la Formación Peña de Mora definiéndola como un complejo ígneo-metamórfico equivalente lateral de la “Formación Las Brisas”, que prácticamente forma el núcleo de la Cordillera de la Costa, incluyendo augengneis grueso y bandeado, gneis de grano fino a medio, también cuarcita de poco espesor, esquisto cuarzo-moscovítico y ocasionalmente anfibolita, mármol; así mismo, dentro de esa secuencia, identifica cuerpos dispersos de rocas metaígneas ultramáficas, máficas y félsicas.

A partir del trabajo de Wehrmann (1972), OSTOS (1981) cartografía al augengneis como una unidad separada a los demás tipos de rocas, que autores anteriores habían adicionalmente incluido dentro de Peña de Mora.

URBANI & OSTOS (1989) proponen volver al nombre original propuesto por AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) de Augengneis de Peña de Mora para referirse únicamente a los cuerpos dispersos de augengneis y gneises de grano grueso.

Localidad Tipo

Se ubica en la antigua carretera de Caracas a La Guaira, encima del Túnel Boquerón 1 de la Autopista Caracas-La Guaira. URBANI Y OSTOS (1989) proponen una sección de referencia en el curso bajo del río Chichiriviche, estado Vargas.

Edad

OSTOS *et al.* (1989) presentan una isócrona Rb-Sr de roca total que corresponde a una edad de 1.560 ± 83 Ma, incluyendo dos muestras de la localidad tipo y una del río Chichiriviche. KOVACH *et al.* (1979) presenta otra isocrona obtenida

con tres cantos rodados de gneis (Complejo San Julián) de la quebrada San Julián dando una edad de 220 ± 20 Ma. Estos escasos y divergentes datos geocronológicos, impiden una mayor precisión en la asignación de una edad a esta unidad. Por tal motivo, se ha sugerido una edad de Precámbrico-Paleozoico para la Asociación Metamórfica Ávila.

Asociación Metasedimentaria Caracas

Esquisto Las Mercedes (Jurásico – Cretácico)

AGUERREVERE Y ZULOAGA (1937, 1938) describen la unidad como un esquisto principalmente calcáreo, con zonas micáceas.

WEHRMANN (1972) y la revisión de GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980) describen la unidad como un esquisto cuarzo-moscovítico-calcítico-grafitoso con intercalaciones de mármol grafitoso en forma de lentes. Cuando alcanza gruesos espesores, se ha denominado “Mármol de Los Colorados”. Las rocas poseen granos de fino a medio, con un color característico es el gris parduzco.

SEIDERS (1965) describe la unidad como una metarenisca pura, feldespática y cuarcífera, de estratificación de grano variable, a veces gradada.

Localidad Tipo

Antigua Hacienda Las Mercedes al este de Caracas, estado Miranda. Pero el crecimiento del urbanismo ha generado la desaparición de los afloramientos de la localidad tipo. WEHRMANN (1972) propone como sección de referencia a la Carretera Petare-Santa Lucía, donde queda expuesta una sección casi continua hasta su transición con el Esquisto de Chuspita.

Edad

Por las asociaciones de fósiles poco diagnósticas presentes en dicha formación, se sugiere una edad Mesozoica, sin diferenciar.

Esquisto Las Brisas (Jurásico – Cretácico)

AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) mencionan un metaconglomerado arcósico, con cantos rodados derivados del Gneis de Sebastopol.

DENGO (1951) observa que la mayor parte de la unidad está constituida por esquisto cuarzo – micáceo, y cartografía, separadamente y con rango de miembros, al mármol de Zenda y al gneis microclínico.

SMITH (1952) divide la formación en dos intervalos: uno inferior constituido por gneis y esquisto microclínico-conglomerático y uno superior, formado casi completamente por esquisto sericítico (muscovítico).

WEHRMANN (1972) estima que dicha unidad está constituida en un 90% de esquisto cuarzo-feldespático-moscovítico; el 10 % restante lo constituyen, en orden de abundancia, esquisto cuarzo-feldespático, epidótico o clorítico, mármol, cuarcita y metaconglomerado.

Localidad Tipo

Se encuentra situado a unos 4 Km al sur de El Valle, en la carretera de Coche hacia el embalse de La Mariposa, Distrito Capital, pero la localidad tipo ha sido removida casi en su totalidad por el urbanismo. Se pueden observar afloramientos, no muy bien expuestos, en los taludes de la Autopista Caracas-Valencia, cercanos al sector conocido como la “Bajada de Tazón”.

Edad

Dos hallazgos paleontológicos indicaron una edad Jurásico Tardío y Jurásico-Cretácico. También la edad se puede establecer por distintos modelos de evolución de la Cordillera de la Costa propuestos por diversos autores, siendo la misma Jurásico-Cretácico.

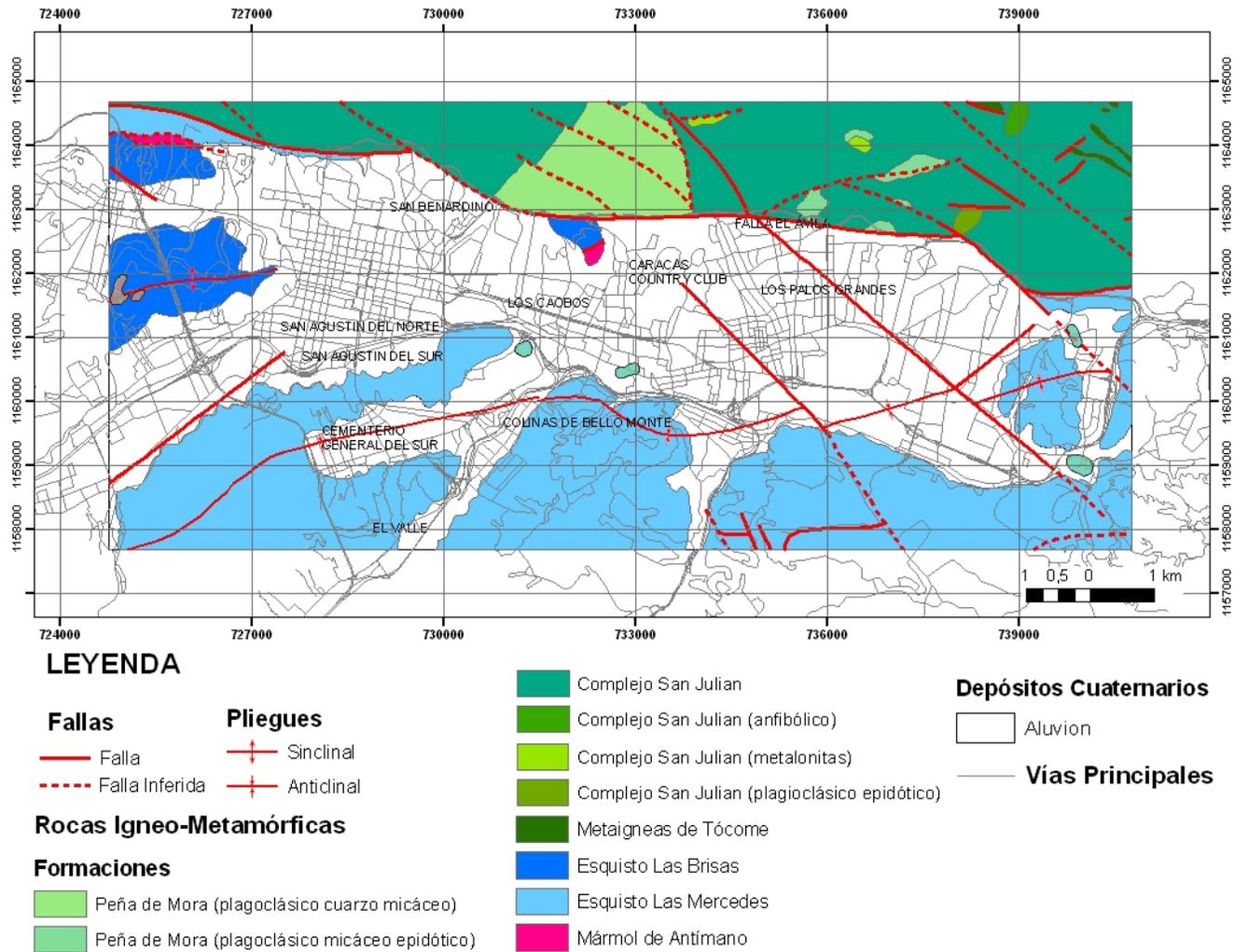


Figura 3.1. Unidades litológicas de Caracas, base topográfica 1:25.000. (Urbani, *et al.* 2004).

3.1.2 Geología aluvial cuaternaria

La carencia de estudios de geología urbana y el silencio informativo de los mapas geológicos convencionales concernientes a la geología aluvial del Valle de Caracas, incentivaron la cartografía de los depósitos cuaternarios en virtud de la importancia de los mismos para fines de microzonificación sísmica, como marcadores directos e indirectos de deformaciones tectónicas recientes y potenciales generadores de efectos locales agravantes de la actividad sísmica. Este trabajo correspondiente al mapa de las unidades cuaternarias del Valle de Caracas (Anexo 12) se realizó en 2006 bajo la coordinación científica de FUNVISIS, de manera de completar resultados anteriores obtenidos por SINGER (1974) y concernientes a la cartografía del Cuaternario de la parte este de la ciudad, en el sector de Los Palos Grandes fuertemente castigado por el terremoto de 1967, y siguiendo la misma metodología utilizada en la referida oportunidad.

A tal efecto, se procedió a la identificación de los principales cuerpos sedimentarios cuaternarios en base al control fotogeomorfológico de los mismos en vistas aéreas de los años 1936-1939 (Misión 8) y a partir de la interpolación de observaciones de campo puntuales concernientes a los niveles-guía de alteración, diagnósticos de la cronosecuencia de depósitos Q_4 , Q_3 , Q_2 , Q_1 y Q_{0a} y b establecida (Anexo 12, Leyenda) por medio de criterios de datación relativa morfo- y edafoestratigráficos, comúnmente utilizado en geología del Cuaternario a nivel mundial desde PENCK & BRÜCKNER (1901-1909) en Europa, y LEVERETT (1910) y KAY (1916) en Norteamérica. En Venezuela, estos criterios edafoestratigráficos fueron calibrados regionalmente por ZINCK (1970, 1972 y 1980) y ZINCK & URRIOLA (1970) (Figuras 3.2 y 3.3) y por los equipos de edafólogos y geomorfólogos que se dedicaron durante más de 30 años a levantar el Cuaternario del país a través de los ex Ministerio de Obras Públicas (MOP) y Comisión de Planificación Nacional de Recursos Hídricos (COPLANARH) para el Inventario Nacional de Suelos y Tierras actualmente administrado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MINAR) (VIVAS, 1984; SCHUBERT & VIVAS, 1993). Lamentablemente, esta información cartográfica muy voluminosa producida en niveles de detalle del orden

de 1:25.000 a 1:100.000, e integrada regionalmente en escala 1:250.000 se ha quedado por lo esencial en los archivos e informes técnicos de la División de Edafología del MARN, lo cual explica que, fuera de algunas excepciones (ROJAS, 1983), la misma se encuentra actualmente desconocida o subestimada, y por ende desaprovechada fuera de los ámbitos profesionales y campos de aplicación en los cuales ella fue generada, como en particular ocurre en geología (MÉNDEZ, 1997; MÉNDEZ & SCHERER, 1997; BEZADA & SCHUBERT, 1987).

PROCESOS PEDOGENÉTICOS, TAXONES Y EDAD RELATIVA							
Edad relativa mat. parental	% Eq. CaCO ₃	Lixiviación de arcillas Índice B/A	pH en agua 1:1	% Saturación en bases	CIC - Σ cationes mg/100 gr. A.	Horizontes diagnósticos predominantes	Ordenes predominantes
Q ₀	+ 3	-	+ 8	100	80 - 120	-	Entisol
Q ₁	1 - 3	-	6 - 7,5	80 - 100	60 - 95	cámbico	Inceptisol
Q ₂	1 - 2	1,20 - 1,60	4,5 - 6	40 - 60	40 - 60	cámbico argílico	Vartisol Alfisol
Q ₃	0,5 - 1	2,10 - 2,70	4 - 5	20 - 40	40 - 50	Serie alúvico argílico plintita	Ultisol
Q ₄	0 - 0,5	2,40 - 2,50	4 - 5	- 20	20 - 30	Serie óxido argílico-óxido plintita	Ultisol Sub-grupo óxido

Nota: Los símbolos Q de edad relativa se refieren a la posición estratigráfica de los materiales parentales a partir de los cuales se formaron las respectivas series de suelos consideradas.

Figura 3.2. Criterios de datación relativa morfo-edafostratigráficos utilizados en geología del Cuaternario en Venezuela (ZINCK 1970, 1972 y 1980).

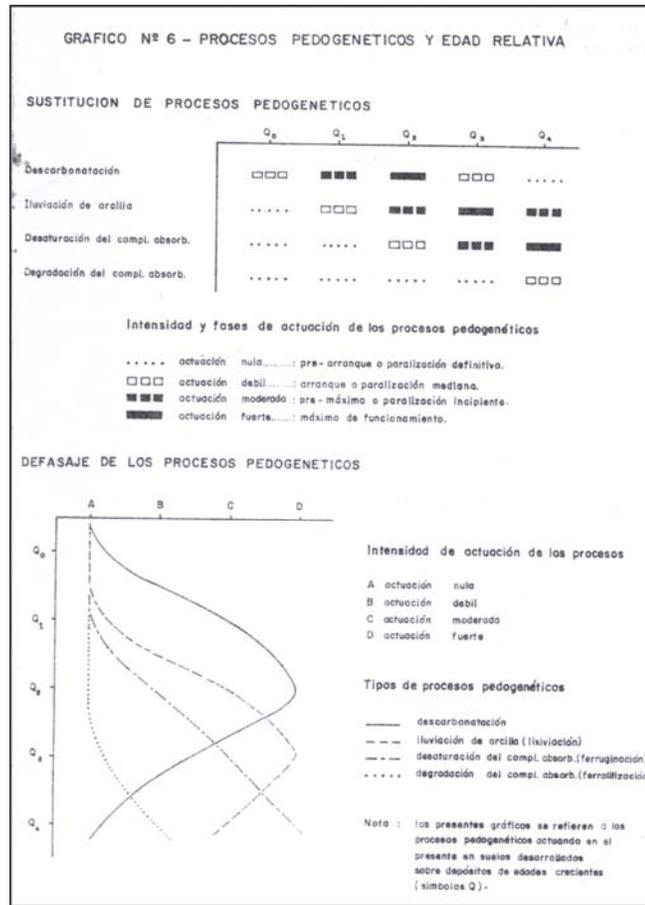


Figura 3.3. Criterios de datación relativa morfo-edafostratigráficos utilizados en geología del Cuaternario en Venezuela (ZINCK & URRIOLO, 1970).

3.1.2.1 Descripción de nuevos afloramientos cuaternarios

La descripción litológica de las unidades que conforman el asiento del Valle de Caracas, fue realizada en afloramientos temporales generados por excavaciones para fines de urbanismo visitadas en 2006 en la Zona Rental de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y el Complejo Habitacional de San José de Galipán al final de la Avenida Baralt (sector norte).

En una excavación nueva abierta en la Zona Rental de la UCV se realizó el levantamiento de 3 secciones: A-B, B-C y D-E (Figura 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; 3.8; 3.9; 3.10 y 3.11).

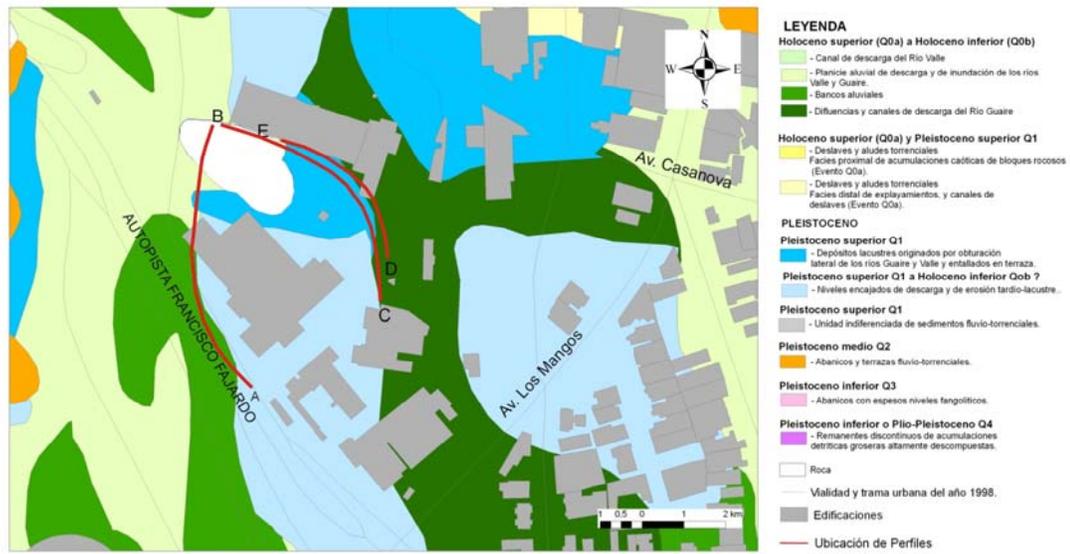


Figura 3.4. Perfiles de excavaciones de la Zona Rental de la Universidad Central de Venezuela, al sureste de Plaza Venezuela.

El perfil sintético establecido desde la superficie a partir de las 3 secciones indicadas abarca a las siguientes unidades geológicas señaladas en la leyenda del mapa Anexo 12.

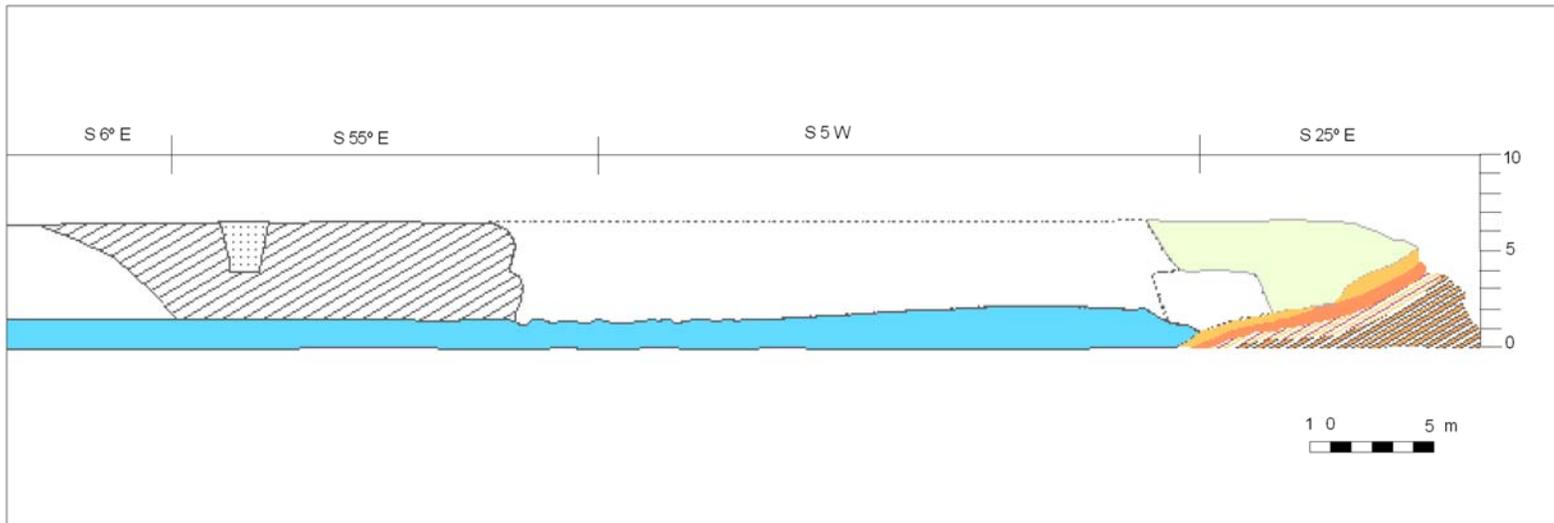
- Una unidad de rellenos artificiales pertenecientes al Antropoceno, y de varios metros de espesor, en la sección A-B, donde la misma fue acondicionada para regularizar el borde de la “terrace” de descarga pleistocena Q₁-Q_{0b}(?), que dominaba la vega aluvial holocena Q_{0a}, y en la cual subsisten remanentes de tubería, que parecen corresponder a una acequia establecida en el lindero natural señalado de la antigua Hacienda Noria, que ocupaba el tope de una loma rocosa perteneciente al Esquistos de Las Mercedes, previamente a la excavación de la misma en los años 1950 para fundar las bases del edificio inconcluso de la Zona Rental.
- Una unidad Q₁-Q_{0b}(?) de depósitos de descarga y derrame entallada en terraza dominando la vega aluvial Q_{0a} del río Guaire. El tope de estos depósitos se encuentra sellado por un edafosuelo orgánico gris-castaño oscuro holoceno Q_{0a} con inclusiones dispersas de partículas de carbón de madera y restos de tiestos de cerámica de uso común de posible época colonial en los tramos de las secciones donde este marcador edáfico se encuentra conservado.

Los sedimentos que afloran en esta unidad presentan dos facies diferentes:

- Una facies de depositación terminal correspondiente a limos arenosos y arcillosos de derrame de varios metros de espesor y de color beige.
- Una facies de materiales más gruesos con gravas desordenadas subangulosas y guijarros en una matriz arenosa, de color gris oscuro y correspondiente a bancos aluviales de descarga.
- Una unidad Q_1 de depósitos lacustres con facies rítmica de varvas limo-arcillosas litocromas alternadamente marrón claro y anaranjado-rosado con espesores superiores a 4 m. Esta unidad se encuentra acuñada en las 3 secciones observadas contra la loma rocosa del Esquisto Las Mercedes donde se asentaba la antigua Hacienda Noria y hacia la cual la secuencia lacustre se encuentra interstratificada lateralmente con plumas coluviales Q_1 de color rojizo-anaranjado generadas a partir de la remoción superficial de un perfil de laterita roja aún “*in situ*”, que resulta de la alteración de los referidos esquistos en la loma rocosa. El desarrollo evolutivo de esta laterita roja, probablemente pleistocena y policrónica, se encuentra truncada al ser sepultada la misma bajo los depósitos lacustres discordantes Q_1 y convertida por lo tanto en paleosuelo de edad relativa ante- Q_1 (MEYER, 1987).



Figura. 3.5. Laterita coluvionada “*in situ*” de color naranja en el estribo rocoso soterrado bajo depósitos lacustres en la sección A-B de la Zona Rental de la UCV. Foto: Oropeza & Zambrano, 2006.



LEYENDA

Unidades Antrópicas

-  Bote
-  Derrumbe y/o Cubierto

Unidades Cuaternarias

-  Planicie aluvial de descarga del río Guaire (Q0a a Q0b)

-  Depósitos Lacustres (Q1)
-  Laterita coluvionada (Q1)
-  Laterita (pre Q1)

Unidades Pre-Cuaternarias

-  Esquisto Las Mercedes (Jurásico - Cretácico)

Figura. 3.6. Perfil representativo de las unidades depositacionales cuaternarias de la sección A-B de Zona Rental.

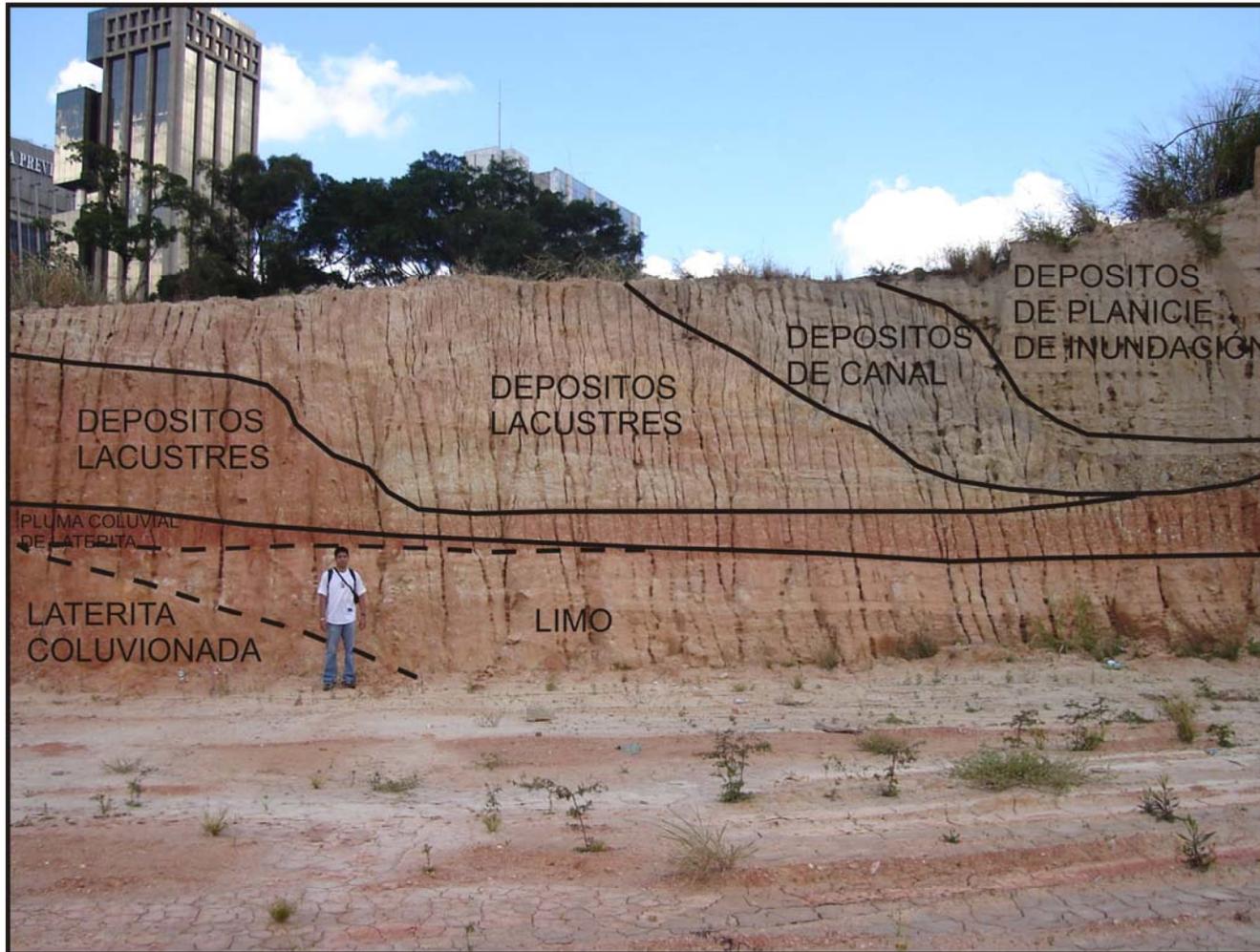
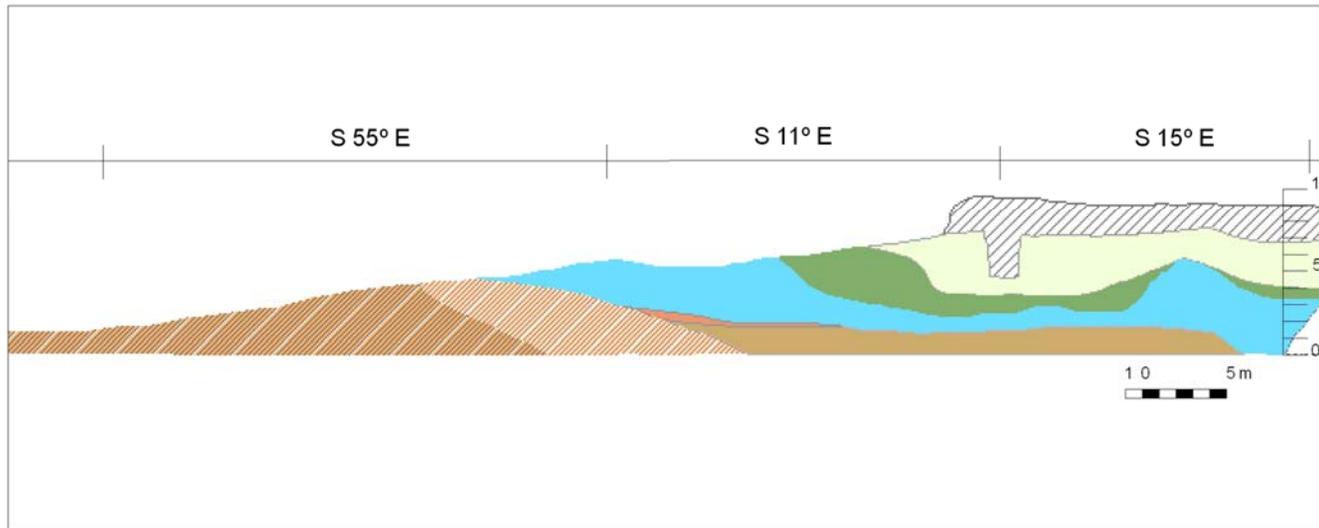


Figura. 3.7. Depósitos lacustres Q_1 interestratificados con plumas de laterita coluvionada del estribo rocoso del esquistos Las Mercedes, en la sección B-C de la Zona Rental de la UCV. Foto: Oropeza & Zambrano, 2006.



LEYENDA

Unidades Antrópicas



Relleno

Unidades Cuaternarias

Depósitos Lacustres (Q1)

Laterita coluvionada (Q1)

Laterita (pre Q1)

Limo (Q1)

Unidades Pre-Cuaternarias

Canal de descarga del río Guaire y Valle (Q0a a Q0b)

Planicie aluvial de descarga del río Guaire (Q0a a Q0b)

Esquisto Las Mercedes

Figura 3.8. Perfil representativo de las unidades depositacionales cuaternarias de la sección B-C de Zona Rental.

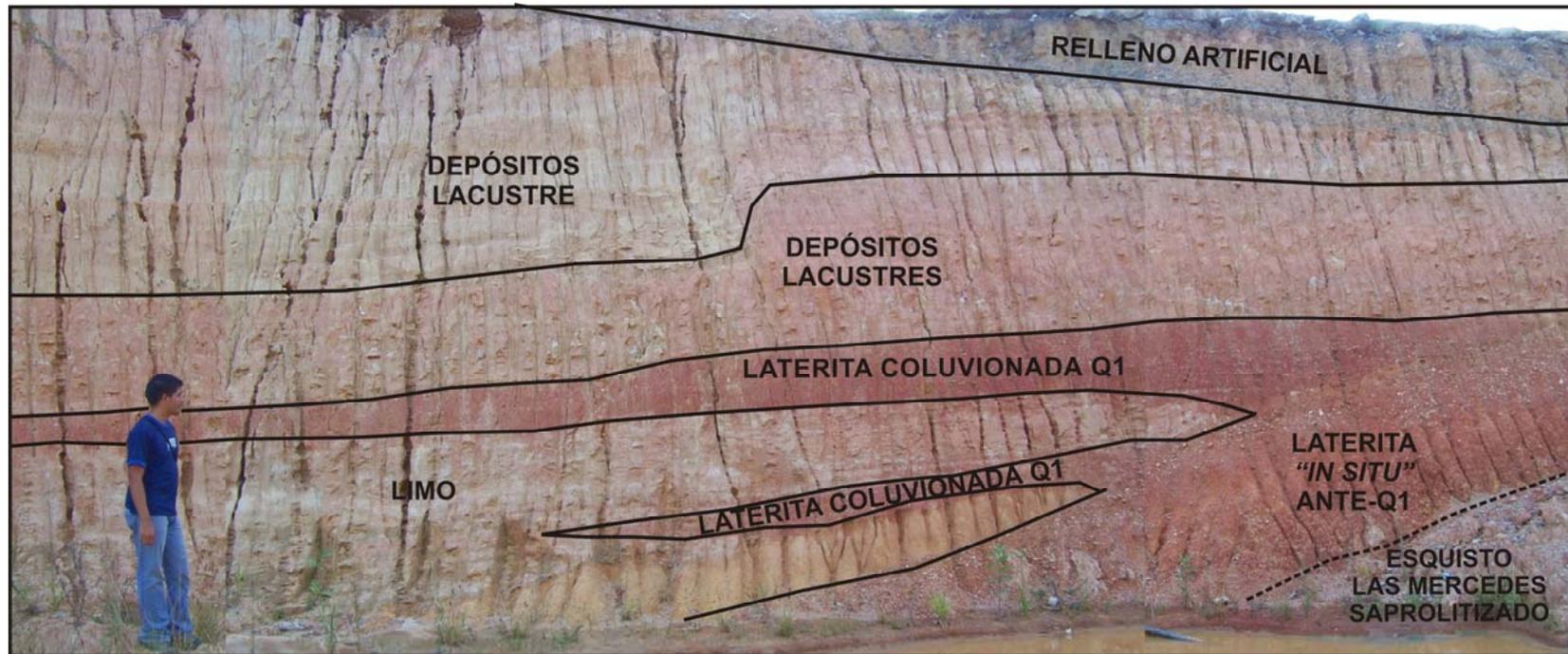


Figura 3.9. Depósitos lacustres Q₁ interestratificados con plumas de laterita coluvionada Q₁ del esquistos Las Mercedes en la sección D-E de Zona Rental de la UCV. Foto: Zambrano & Oropeza, 2006.

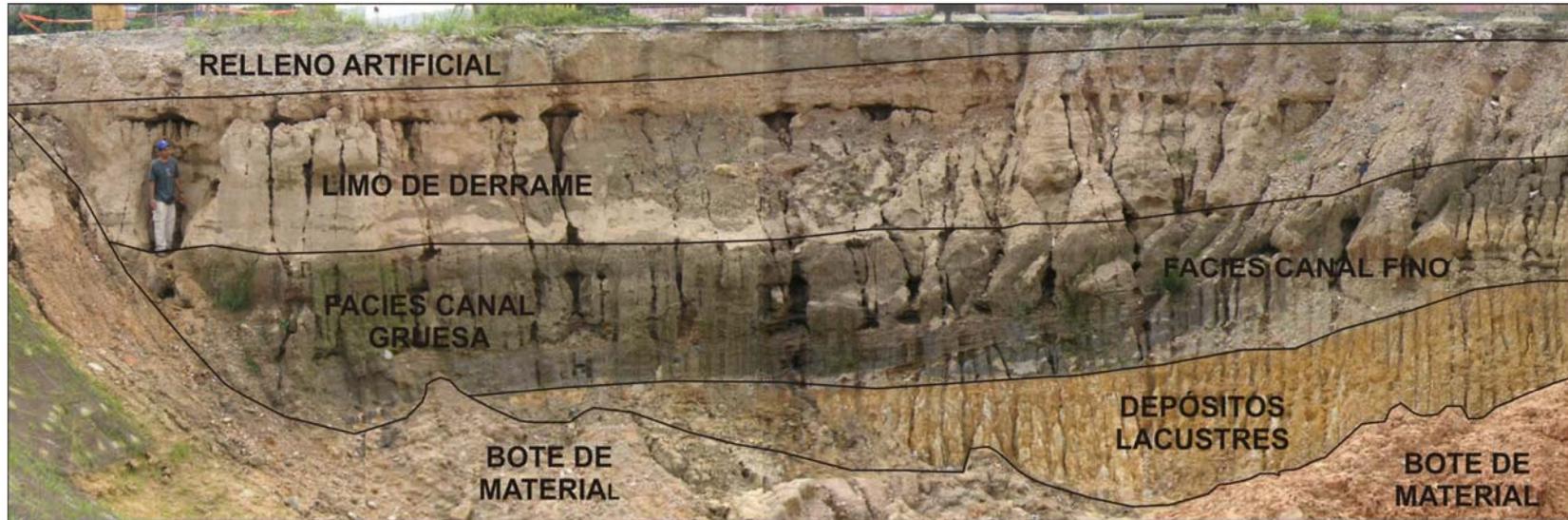
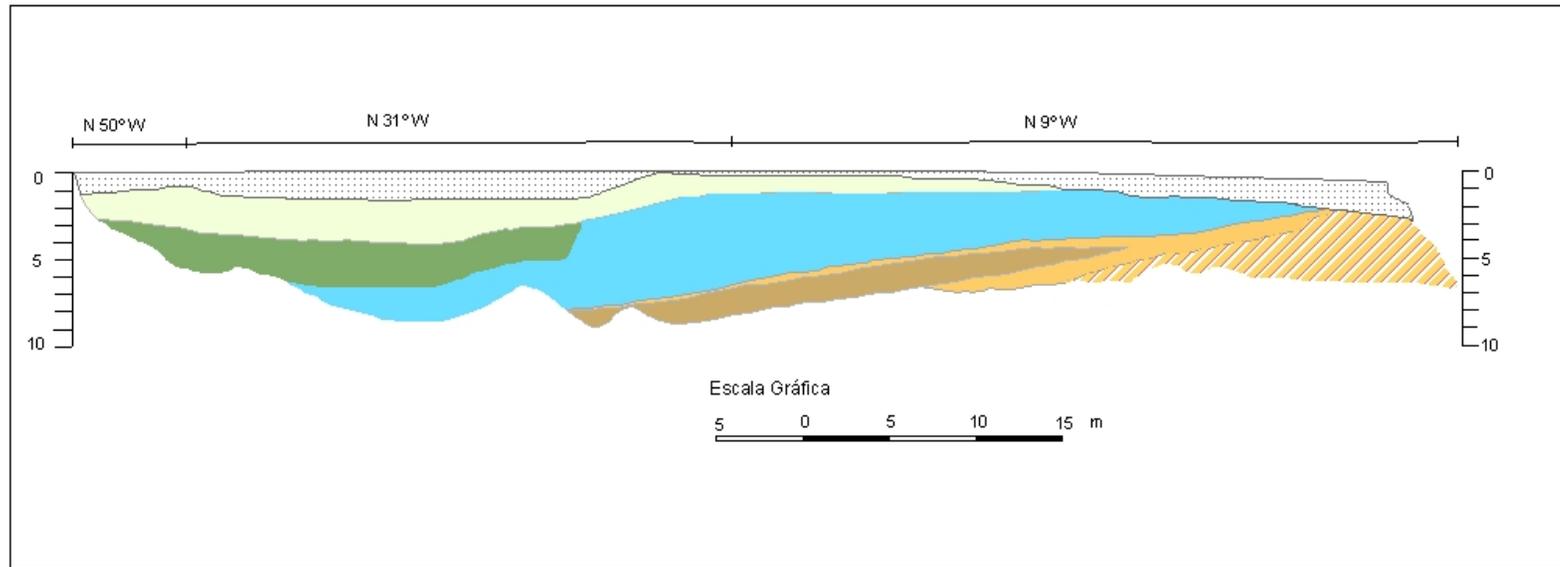


Figura. 3.10. Paleocanal de edad Q_0 , con mesa de agua emperchada de la sección D-E de Zona Rental de la UCV. Foto: Zambrano & Oropeza, 2006.



LEYENDA

Unidades Antrópicas

 Relleno

Unidades Cuaternarias

 Laterita coluvionada (Q1)

 Depósitos lacustres (Q1)

 Canal de descarga del río Valle y Guaire (Q0a a Q0b)

 Laterita (pre Q1)

 Limo (Q1)

 Planicie aluvial de descarga del río Guaire (Q0a a Q0b)

Figura. 3.11. Perfil representativo de las unidades depositacionales cuaternarias de la sección D-E de Zona Rental.

En una excavación efectuada en el Complejo Habitacional San José de Galipán, al final de la avenida Baralt (Figura 3.12), se observó la siguiente unidad geológica:

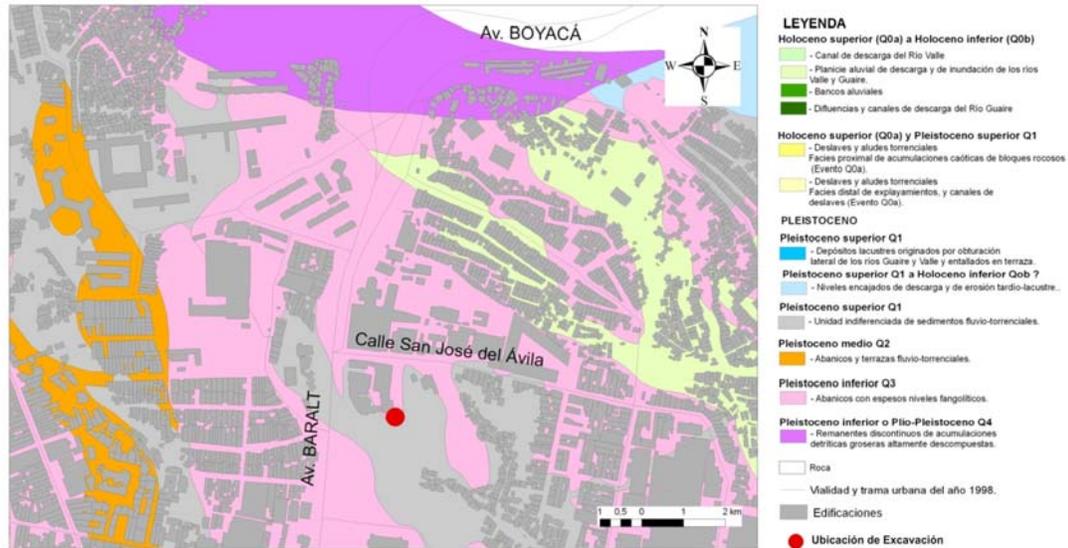


Figura 3.12. Excavación al final Avenida Baralt.

- Una unidad de materiales heterogéneos con bloques, de color pardo oscuro, perteneciente a abanicos torrenciales con espesos niveles fangolíticos intercalados con niveles de explayamientos del mismo color. El conjunto del material muestra una intensa descomposición geoquímica, caracterizada por la presencia de fragmentos de roca “fantasma” (Figura 3.13).

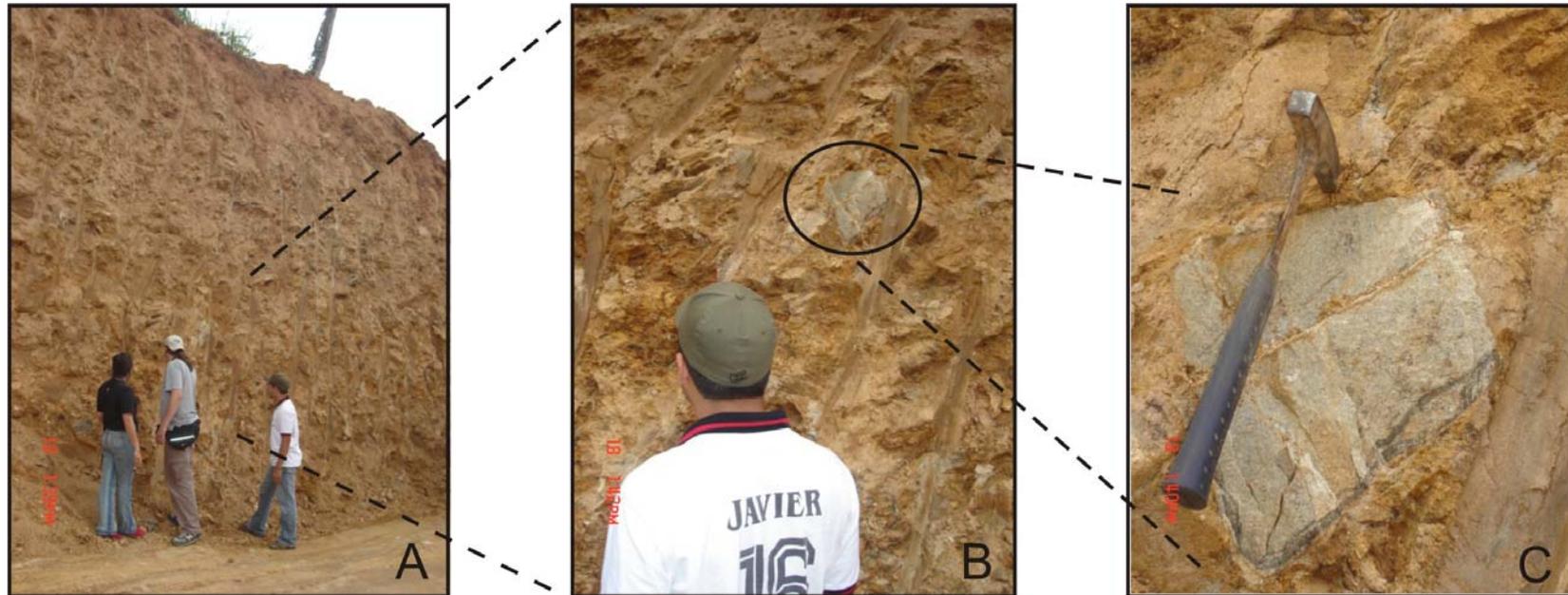


Figura 3.13. Excavación al final de la Avenida Baralt, hacia el norte de la ciudad. **A:** Vista general del afloramiento de depósitos del Pleistoceno inferior (Q_3). **B:** Detalle del afloramiento: fragmentos de roca dentro de una matriz fina. **C:** Detalle de los fragmentos de rocas blanquecinos reducidos al estado de “fantasmas”, por alteración geoquímica. Fotos: Oropeza & Zambrano, 2006.

3.2 DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA GEOLOGÍA DEL VALLE DE CARACAS E INMEDIACIONES

La generación de información geológica sobre el Valle de Caracas, es por lo esencial el resultado de estímulos indirectos, relacionados con la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento de agua debido a la expansión de la ciudad de Caracas y la necesidad de disponer de un enlace vial moderno entre la ciudad capital y el litoral central. Es solamente recientemente y debido a la creciente vulnerabilidad de la ciudad ante amenazas naturales, que se han acometido trabajos planificados de cartografía geológica para fines de microzonificación sísmica y zonificación geotécnica.

A continuación se presentan los trabajos que soportan el desarrollo del conocimiento de la geología del Valle de Caracas.

a) El mapa inédito de “*Rocas, Formaciones y Terrenos*” y el inicio de la Geología Urbana después de 1916

El primer documento detallado disponible sobre la geología de Caracas y las “*Rocas, Formaciones Y Terrenos*”, es un borrador de autor desconocido a escala 1:30.000, realizado probablemente por un ingeniero civil para plotear observaciones de campo sobre una base cartográfica correspondiente al Plano General de la Carretera Caracas-La Guaira de 1916 (Figura 3.14, Anexo 7).

Entre otras unidades litológicas, este documento indica la presencia de depósitos fluviales en la planicie de inundación del río Guaire, depósitos lacustres al oeste de Catia y “arcillas” lacustres al pie de las colinas del sur de la ciudad contra el Esquisto Las Mercedes. Adicionalmente, se señala una fractura de rumbo E-O entre los sectores de Sarría y la Alta Florida que coincide con la actual traza conocida de la Falla El Ávila y que lleva el nombre de “*Fractura de Aguerrevere*”, con probable alusión al geólogo P. I. Aguerrevere.

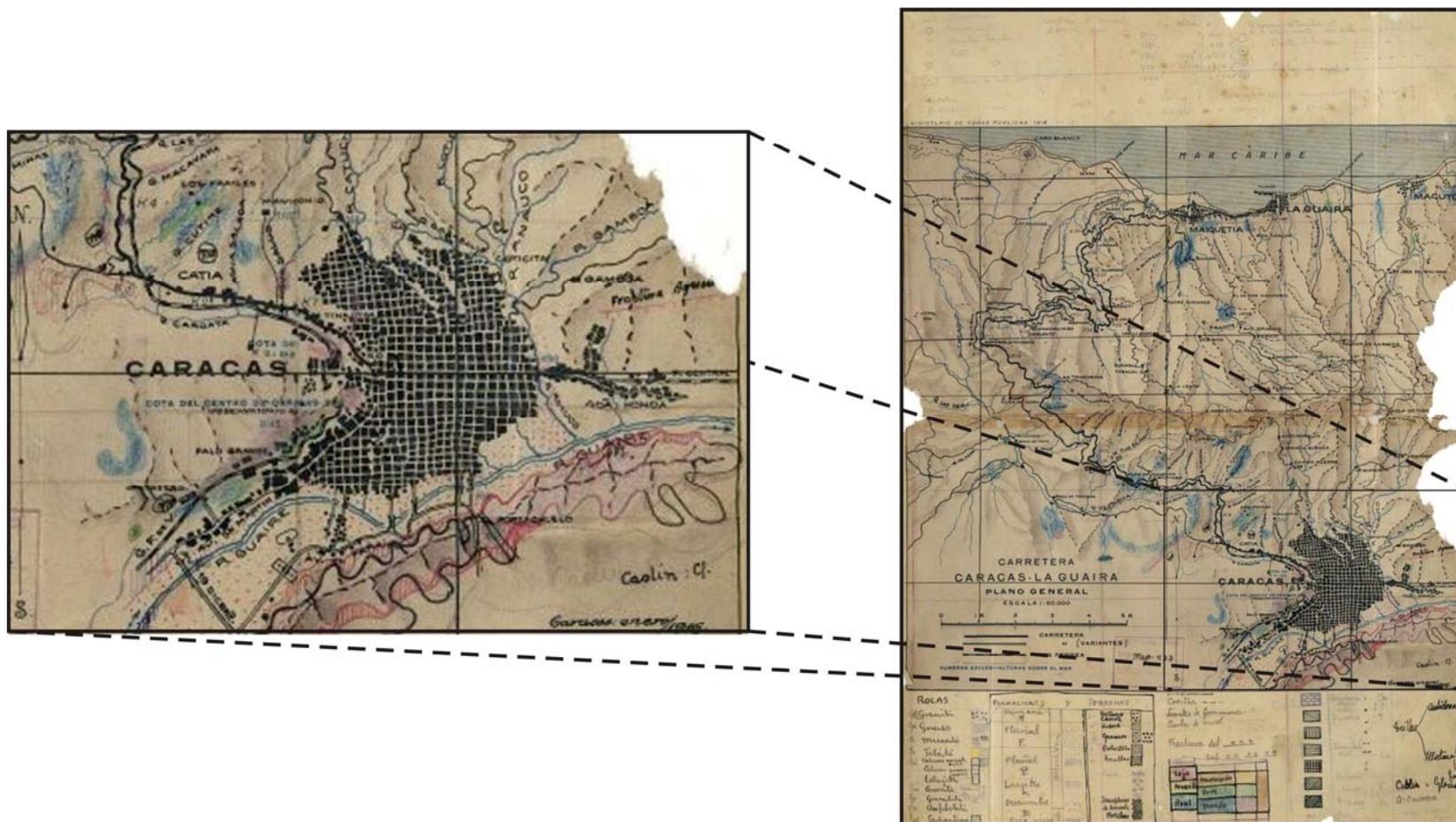


Figura 3.14. Borrador geológico de campo de autor desconocido del primer mapa geológico detallado de Caracas a escala 1:30.000. Dirección de Servicios Audiovisuales de la Biblioteca Nacional de Venezuela. (Para mayores detalles, consultar el Anexo 7).

En la parte inferior del mapa, figura una leyenda, bastante compleja, donde el autor presenta una clasificación de las unidades litológicas desglosada por edades desde el “Arcaico (Ar)” al “Cuaternario (Ca)”, por “formaciones” (“fluviales, pluviales, lacustre”, entre otros), tipos de “terrenos” (“arenas, polvillos, arcillas, rellenos”, entre otros) y “rocas” (“granito, gneis, micacita, anfibolita, serpentina”, entre otros), con símbolos gráficos y de colores correspondientes a una clave preliminar de organización de la información, de uso personal, lo cual explica ciertas dificultades de lectura de la misma hoy en día (Figura 3.15).

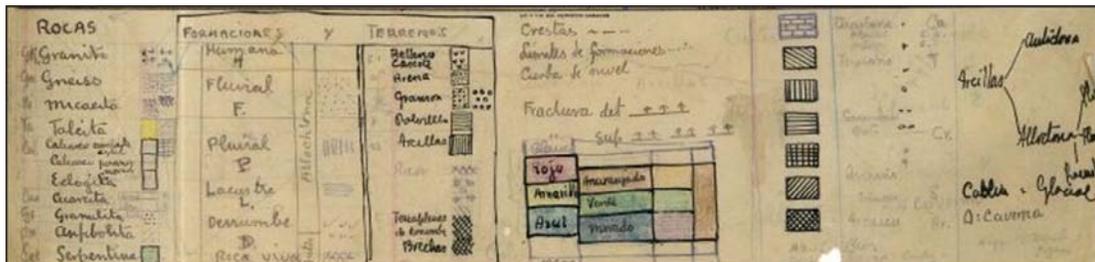


Figura 3.15. Leyenda del mapa de la Figura 3.14. Dirección de Servicios Audiovisuales de la Biblioteca Nacional de Venezuela.

b) El primer auge de a geología urbana: 1946-1952

El lapso señalado corresponde a un primer auge del conocimiento geológico concerniente tanto al relieve montañoso como al Valle de Caracas, debido a la necesidad de comunicar a la ciudad de Caracas con el Litoral Central y de solucionar la crisis de agua que afectaba a la capital de manera recurrente.

b.1) Geología del macizo montañoso: el desarrollo de un enlace de comunicación moderno entre Caracas y La Guaira, implicaba el conocimiento de la geología del cañón de la quebrada Tacagua. A tal efecto, el Servicio de Minería y Geología del extinto Ministerio de Fomento contrató al geólogo Gabriel Dengo para realizar en dos etapas, la cartografía regional de las rocas metamórficas de los alrededores del Valle de Caracas:

- En 1947-1948, Dengo realizó el levantamiento geológico de la quebrada Tacagua a escala 1:10.000, y la sección geológica del eje del túnel de la autopista (Boquerón I). En esta oportunidad, planteó la necesidad de tomar medidas preventivas para contrarrestar los fenómenos de erosión

en las laderas de dicha quebrada y en los taludes de bote de la nueva autopista, además de identificar en punteado los sitios de los deslizamientos que arruinaron el estribo Caracas del Viaducto N° 1.

- En 1948, Dengo realizó el “*Mapa Geológico de la Región de Caracas*”, a escala 1:50.000 (Figura 3.16), que edita la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos en 1951. Este mapa constituye la primera cartografía geológica moderna de los cuerpos rocosos de los alrededores de la ciudad y de los sistemas de fallas de mayor importancia cuyo estilo estructural destaca por la calidad del mapeo logrado todavía vigente, de estos accidentes estructurales de tipo transcurrente. Sin embargo, este documento no señala la traza de los accidentes costeros de expresión más que todo geomorfológico, como la falla de Bruscas entre Catia la Mar y Maiquetía. Por otra parte, este documento oficial queda inexplicablemente mudo sobre la geología aluvial del Valle de Caracas, si se toma en cuenta de que para la fecha de su publicación (1951), el INOS había producido la primera base geológica de importancia al respecto, la cual quedó inédita y subaprovechada.

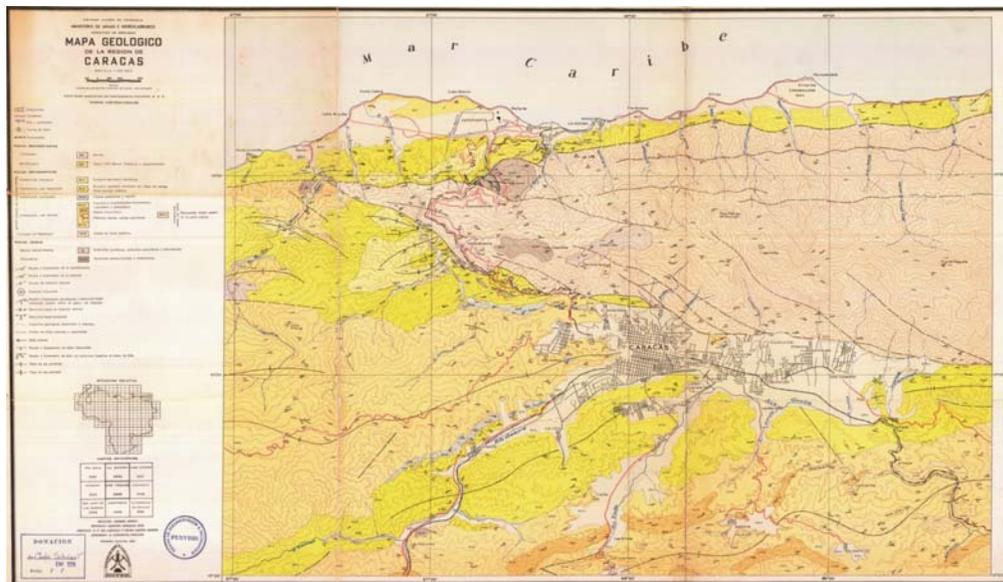


Figura 3.16. Mapa Geológico de la Región de Caracas a escala 1:50.000 (DENGÓ, 1948).

b.2) Geología de la cuenca aluvial: para solucionar los problemas de agua de la ciudad, fue necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, la cual fue acometida por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), quién realizó los estudios geológicos para la construcción del dique de Agua Fría, obra en la cual participó el geólogo Clemente González de Juana. Posteriormente, el INOS estudió la posibilidad de aprovechar las aguas subterráneas del Valle de Caracas y de evaluar la capacidad de almacenamiento de sus aluviones.

A tal efecto, se contrató un estudio de aguas subterráneas, coordinado por el geólogo Víctor López y llevado a cabo por SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION OF DELAWARE de Tulsa (EEUU) entre los años 1949 y 1950, donde se presenta la primera cartografía geológica e hidrogeológica del Valle de Caracas a escala 1:25.000. Este trabajo, que incluye 14 mapas temáticos a escala 1:25.000 y perfiles geológicos transversales del Valle de Caracas, alcanza la dimensión de un verdadero banco de datos y atlas insuficientemente valorizados y divulgados después de su producción, en particular por los mismos servicios oficiales que tuvieron bajo su responsabilidad el desarrollo de la geología del país, probablemente por pertenecer los mismos a una entidad ministerial diferente de la del INOS y por falta de coordinación administrativa.

Los mapas producidos se basaron por lo esencial en la recopilación e interpretación geológica de información de subsuelo obtenida a partir de datos de más de 500 pozos perforados en el Valle para la época y de información geofísica de sísmica de refracción.

c) El terremoto del 29 de Julio de 1967 y su impacto en la geología urbana

La alta concentración de daños y víctimas en la zona oriental del Valle de Caracas como consecuencia del terremoto de 1967, específicamente en el sector de Los Palos Grandes, incentivó el estudio geofísico realizado por la WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INT. INC. en el año 1969. Esta investigación ubicó el tope de roca a una profundidad anómala superior a 300 m (Figura 3.17), mucho mayor de que la evaluó la Delaware en el año 1948.

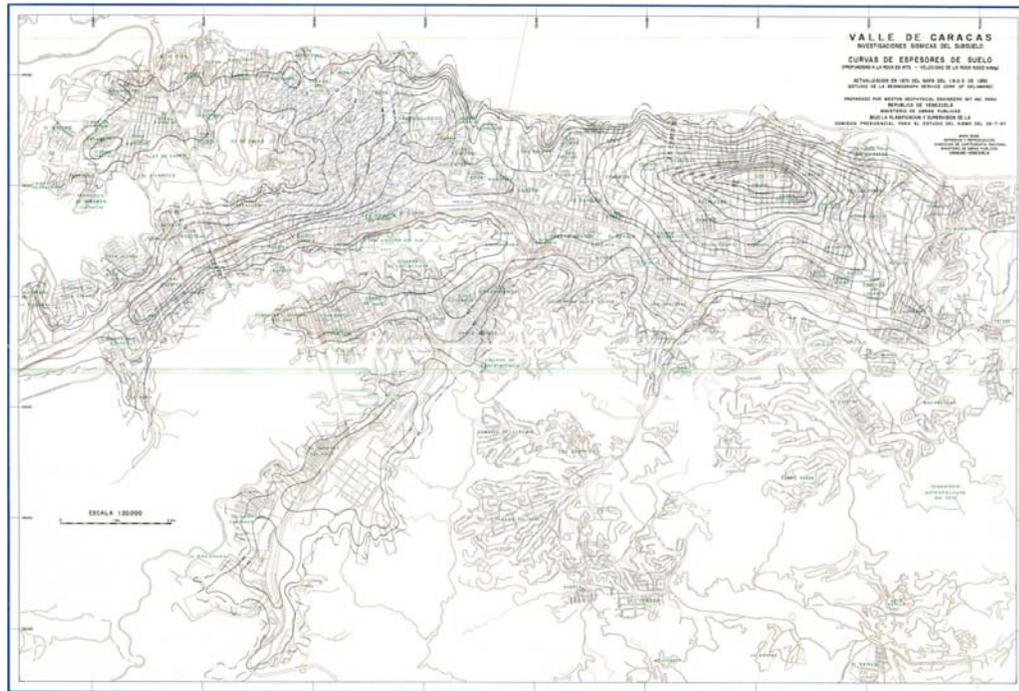


Figura 3.17. Mapa de espesores de sedimentos del Valle de Caracas, a escala 1:20.000, obsérvese el mayor espesor de los mismos en la zona de Los Palos Grandes (WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INT. INC., 1967).

Asimismo, el terremoto de 1967, condujo a WEHRMANN (1969) a revisar la geología regional convencional en los alrededores de Caracas, pero sin ningún aporte sobre neotectónica, geología de fallas activas y geología del Cuaternario en virtud de que no existían especialistas para acometer estas tareas en esa época. El mapa de Wehrmann extiende la zona de estudio de Dengo hacia el este y oeste, y presenta nuevas unidades geológicas (Figura 3.18).

Vale destacar que una de las consecuencias positivas del terremoto de 1967, fue la creación de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) en 1972, en su condición de institución diseñada para encarar la reducción de riesgo sísmico a partir de un enfoque integrado que incluye la evaluación especializada de las estructuras sismotectónicas del país a partir de la investigación de sus características neotectónicas y sismogeológicas.

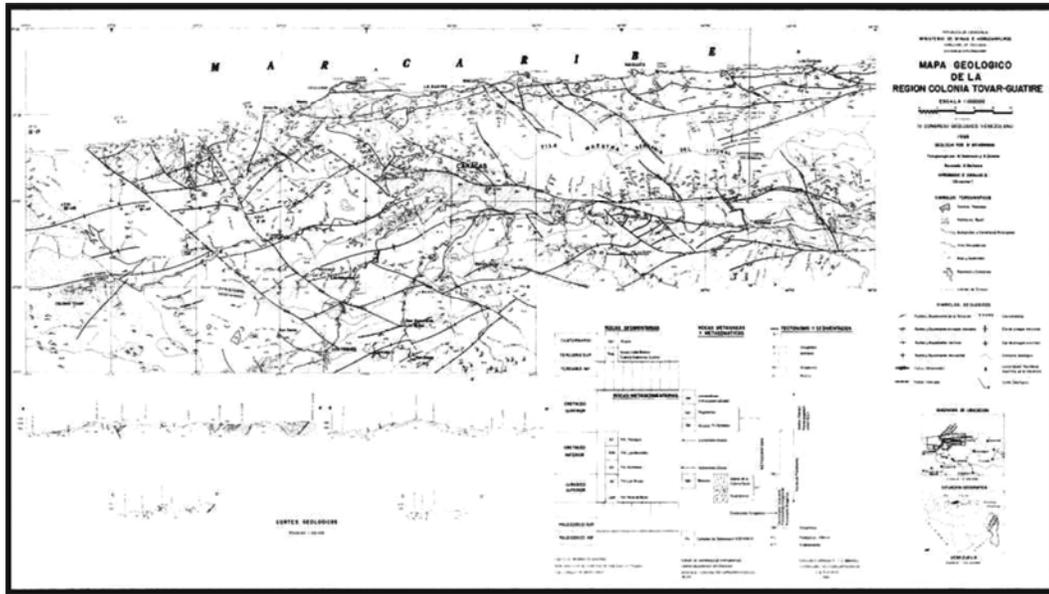


Figura 3.18. Mapa Geológico de la Región Colonia Tovar-Guatire a escala 1:100.000 (WEHRMANN, 1969).

Al respecto, en los años 1972-1974, SINGER cartografió las formaciones depositacionales cuaternarias del sector oriental del Valle de Caracas más afectado por el terremoto de 1967, cuya geometría se revela consistente con la profundidad anómala del tope de roca reevaluada por la Weston en 1969.

d) Urbanismo en colinas y desarrollo de la cartografía geotécnica

Después del terremoto de 1967, Caracas es afectada cada vez más por accidentes geotécnicos ocurridos principalmente en épocas de lluvia y generados en zonas marginales y por el urbanismo descontrolado en colinas; lo que condujo a los organismos encargados del planeamiento urbano, tanto gubernamentales como municipales, a tomar en cuenta las condiciones geológicas del Valle de Caracas y sus alrededores.

En respuesta a dicha inquietud, el extinto Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH) creó la División de Geotecnia en el año 1972, con el objeto de desarrollar un programa prioritario de cartografía geotécnica del Área Metropolitana de Caracas, que tomara en cuenta la información geológica básica generada por dicho Ministerio y además permitiera la centralización y valorización de la información de

subsuelo disponible por medio de un Banco de Datos Geotécnicos (RAMÍREZ & DÍAZ QUINTERO, 1972).

Por otra parte, con la creación de la Oficina Metropolitana de Planeamiento Urbano (OMPU) en el mismo año 1972, se generaron instrumentos para controlar el proceso de desarrollo urbano en la ciudad capital mediante la elaboración de ordenanzas de urbanismo basados en particular en zonificaciones de riesgo geotécnico como la de la Urb. Santa Mónica-Los Chaguaramos (1977), que fue la primera en su género.

Estos estudios intentaron implementar una política de restricciones geotécnicas que garantizara la seguridad de las construcciones y frenara el proceso de urbanización incontrolado de los sectores de colinas del Área Metropolitana de Caracas (SINGER *et al*, 1985).

e) Microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas

Debido a las graves consecuencias del terremoto de 1967, el ingeniero J. L. ALONSO propuso en el año 1975, una zonificación sísmica del Valle de Caracas basada en las anomalías de espesor de sedimentos y en el tipo de construcciones (Figura 3.19), con el propósito de adecuar las mismas a las respuestas sísmicas esperadas del suelo y para fines de planificación urbana.

Desde el año 2005, FUNVISIS elabora un “Proyecto de Microzonificación sísmica en la ciudad de Caracas”, financiado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT), entre cuyos objetivos está la generación de información geofísica, geológica y geotécnica actualizada, que contempla en particular la realización de perforaciones profundas en las zonas de descenso anómalo del basamento y la instrumentación con acelerógrafos de los pozos hechos.

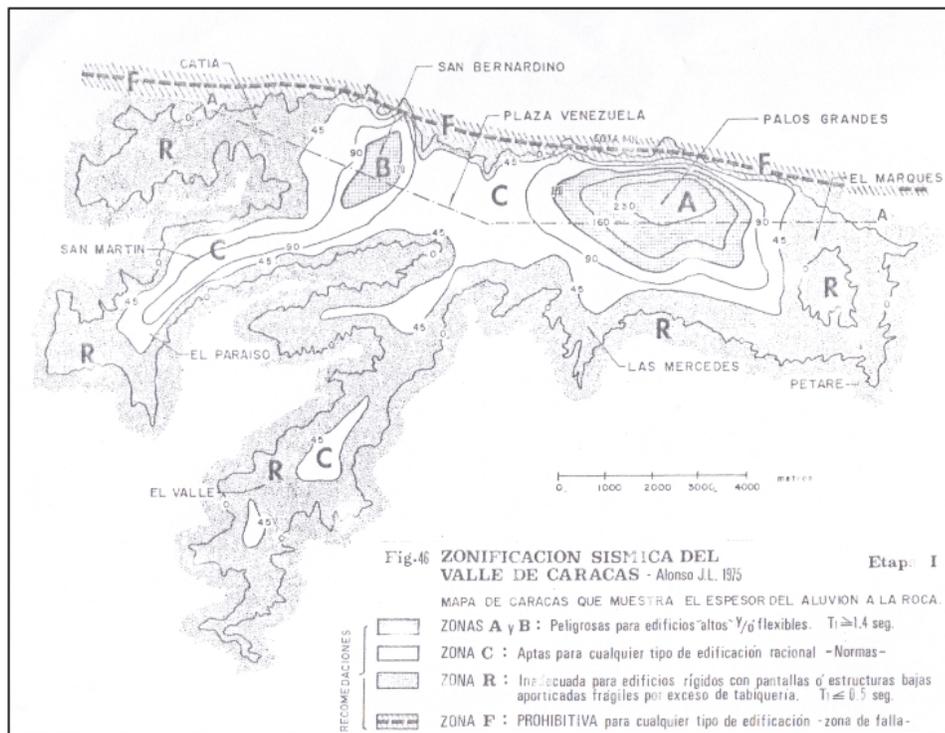


Figura 3.19. Mapa de zonificación sísmica del Valle de Caracas, en función al tipo de estructura y la profundidad del basamento (ALONSO, 1975).

3.4 INFORMACIÓN GEOLÓGICA SOBRE EL VALLE DE CARACAS

3.3.1 Desarrollo del conocimiento de la geología aluvial cuaternaria del Valle de Caracas

La generación de información geológica significativa sobre el Valle de Caracas está relacionada con la búsqueda de fuentes adicionales de abastecimiento de agua en los años 1950 y con las consecuencias benéficas del terremoto de 1967.

A raíz de la crisis de agua que afectó a la parte central de Venezuela en los años 1947-48, el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) contrató un estudio de las aguas subterráneas del Valle de Caracas a través de la empresa DELAWARE CORPORATION. Entre otros productos de interés, este estudio generó un mapa a escala 1:25.000 de “los tipos de aluviones” existentes en el Valle (Figura 3.20), obtenido por fotointerpretación de la Misión 8 (1936-1939) pero con escaso apoyo de campo debido a la carencia de excavaciones artificiales para la época en el Valle de Caracas y por lo tanto sin base estratigráfica..

Así mismo, Delaware realizó perfiles transversales idealizados del Valle de Caracas, donde señalan la configuración geométrica de las unidades litológicas de la cuenca y la existencia de fallas activas que desplazan el basamento rocoso y la cubierta de sedimentos cuaternarios, ambos tipos de información inferida a partir de datos de pozos con las limitaciones de interpretación que esto supone (Figura 3.21).

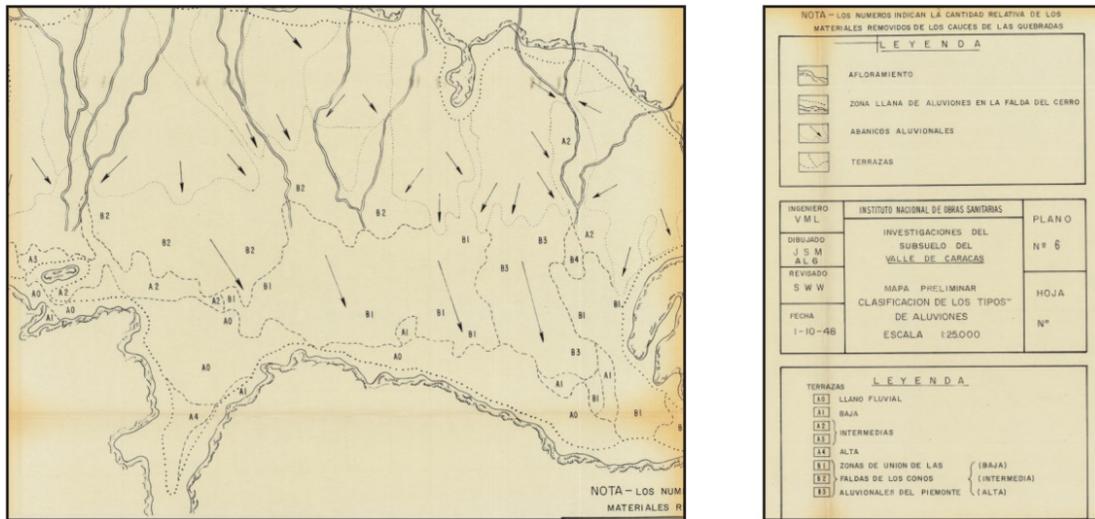


Figura 3.20. “Clasificación de los tipos de aluviones”, a escala 1:25.000. SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION OF DELAWARE, 1950. El área-muestra señalada corresponde al sector del valle ubicado entre Chacaíto y Petare.

Sin embargo, no deja de presentar interés el señalamiento de fallas que cortan el Cuaternario, en el perfil de la Figura 3.21, cuya ubicación exacta se desconoce, dos de los cuales aparentemente entre la nariz del Calvario soterrada bajo los aluviones y la falla del Ávila, y una tercera en el piedemonte del faldeo sur del jardín Botánico.

En 1952, DALLMUS & THOMS realizaron una investigación geológica e hidrológica complementaria en la parte oriental del Valle de Caracas con los mismos datos de pozos del INOS. Estos autores describen la estratigrafía del valle como “...una serie de sedimentos de tipo lacustre que yacen sobre las rocas metamórficas y sus productos de meteorización y erosión. Estas rocas se componen de lechos de arcilla, arcilla limosa o arenosa y arenas o conglomerados poco consolidados.”

Como probable producto de este estudio, THOMS (1961) presenta un perfil geológico N-S controlado por datos de pozos del INOS para la parte oriental del Valle de Caracas, que enseña la presencia de capas lacustres interdigitadas con los demás aluviones y en una secuencia con un espesor aproximado de 20 m (Figura 3.22).

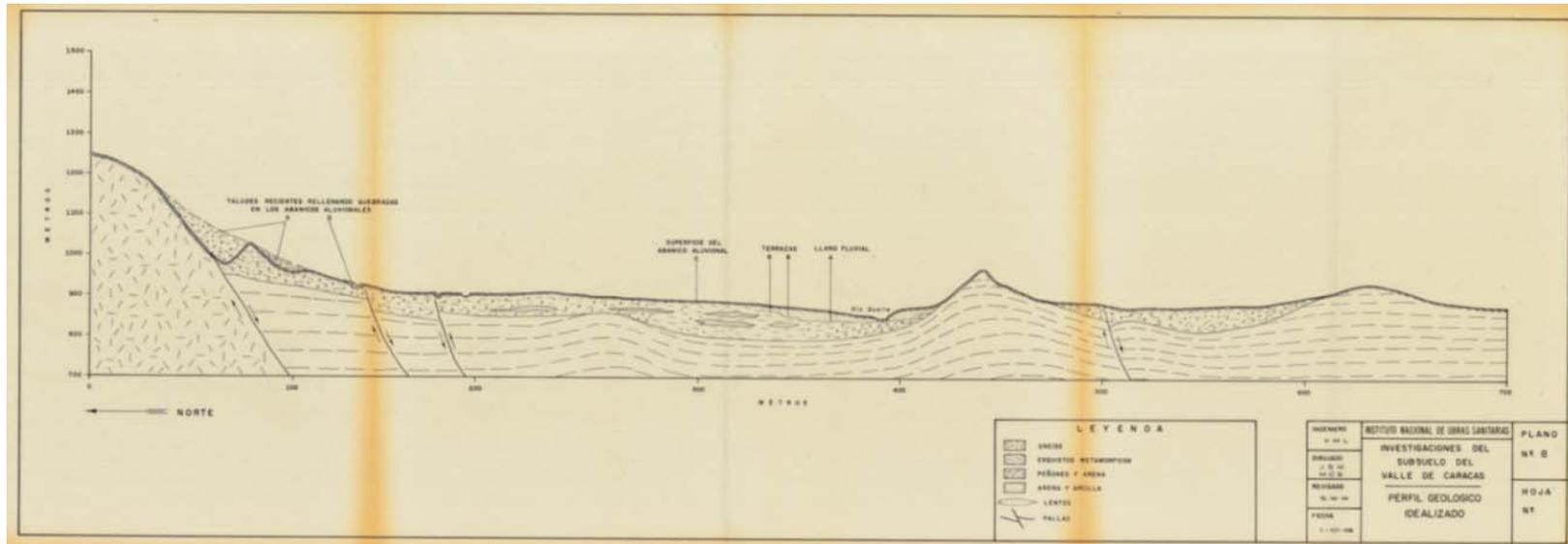


Figura 3.21. Perfil N-S del Valle de Caracas, con indicación de la configuración geométrica y litológica del subsuelo aluvial del Valle de Caracas y el señalamiento de 3 fallas con actividad cuaternaria.

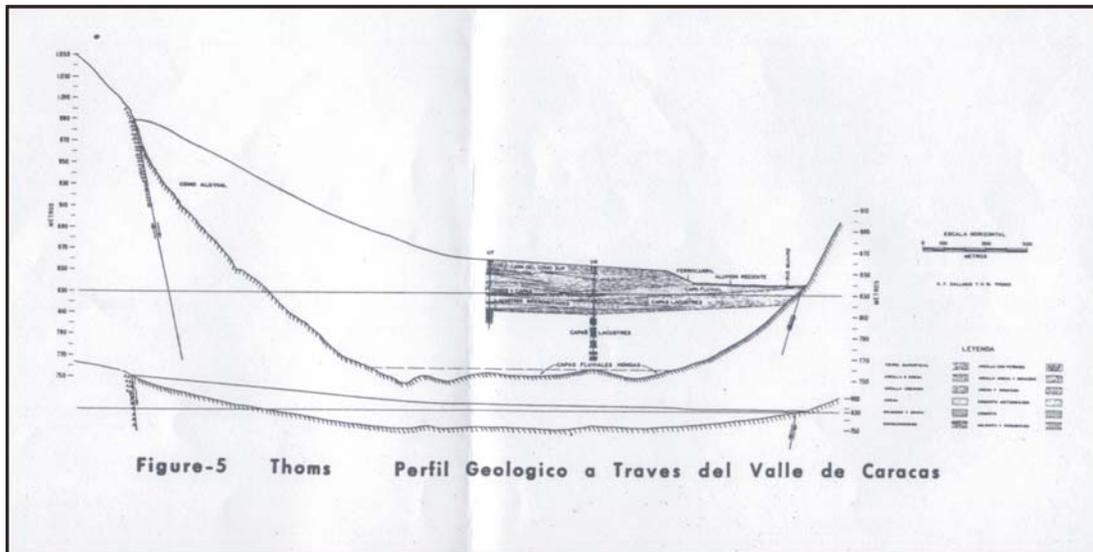


Figura 3.22. Perfil geológico N-S del Valle de Caracas, con capas lacustres interdigitadas. Tomado de THOMS, 1952.

La concentración de destrucciones y víctimas fatales en el sector de Los Palos Grandes como consecuencia del terremoto de 1967, condujo a SINGER a cartografiar las formaciones cuaternarias de la parte oriental del Valle de Caracas en los años 1972-1974 (Figura 3.23). La disposición geométrica de los aluviones mapeados desde la superficie y con datos de excavaciones, corrobora el origen neotectónico del bolsón sedimentario anormalmente espeso de Los Palos Grandes, al ocupar el mismo una depresión de ángulo de falla controlada por la falla del Ávila en la vertical del sitio conflictivo.

Como resultado de esta misma fase de exploración del subsuelo aluvial del Valle de Caracas, MUÑOZ & SINGER (1977) señalan la existencia de depósitos lacustres en lugares como la Zona Rental de la UCV, las Avdas. Páez (El Paraíso) y Los Ilustres y el talud de la autopista Valle-Coche, atribuidos al Pleistoceno superior. Además, estos autores señalan la necesidad de una exploración geológica detallada de estos depósitos lacustres para fines de microzonificación sísmica.

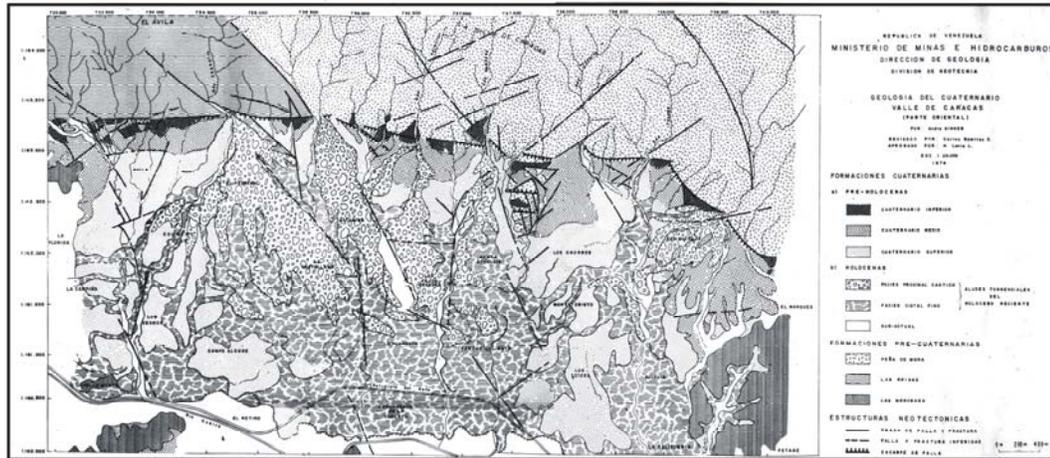


Figura 3.23. Mapa Geológico del Cuaternario del Valle de Caracas (parte oriental) a escala 1:20.000 (SINGER, 1974).

En el 2006, con motivo del presente trabajo especial de grado y de un proyecto de microzonificación sísmica desarrollado por FUNVISIS, se procede a actualizar y ampliar la cobertura cartografiada en los años 1972-1974 de los depósitos cuaternarios del Valle de Caracas a escala 1:25.000 (Figura 3.24 y Anexo 12). La presentación del documento global obtenido de las unidades cuaternarias de esta depresión tectónica figura en el Capítulo VI de esta tesis.

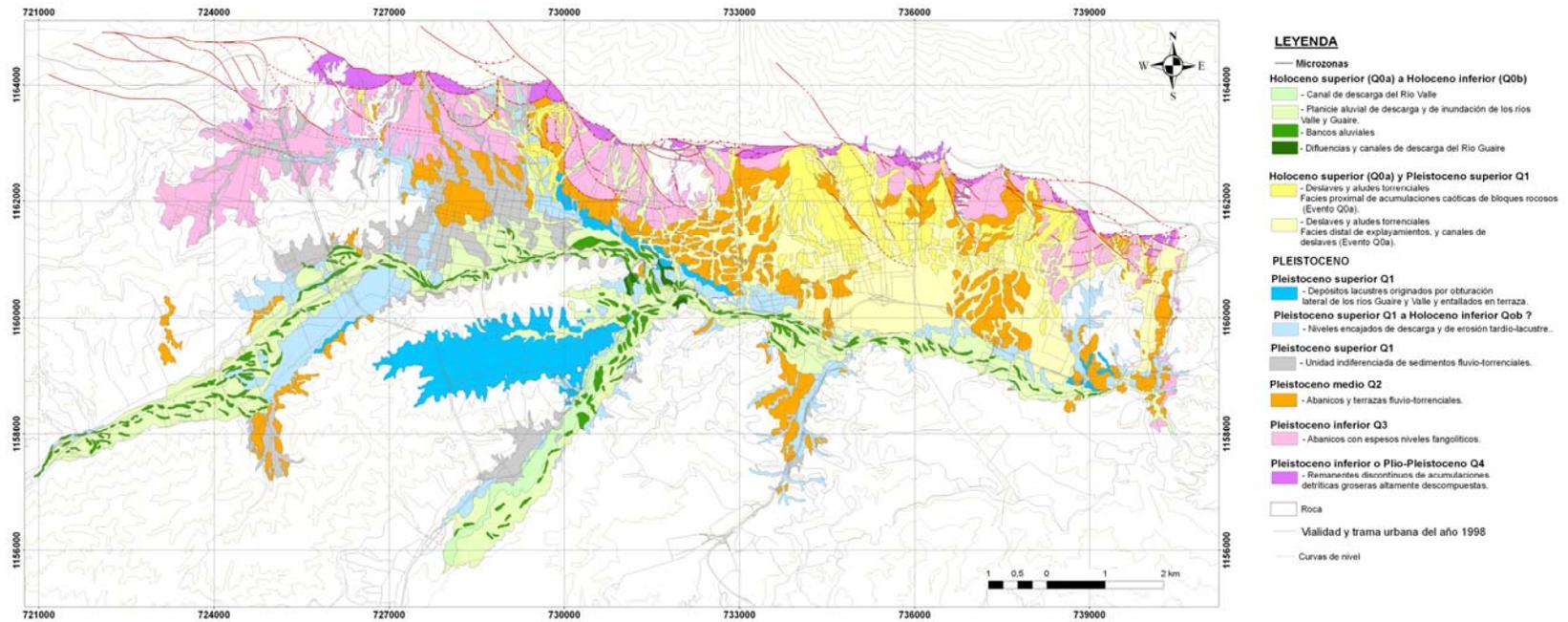


Figura 3.24. Unidades depositacionales cuaternarias del Valle de Caracas, cartografiadas sobre fотомosaico no controlado 1:25.000 de las vistas aéreas de la Misión 8, 1936-39.

3.3.2 Desarrollo del conocimiento en Neotectónica y Sismogeología

En Venezuela la neotectónica es la disciplina que estudia las deformaciones corticales correspondientes al régimen temporal vigente de acomodo sismotectónico de las placas del Caribe y Suramérica, el cual podría haberse iniciado en el límite Plio-Pleistoceno (AUDEMARD *et al*, 2006). La sismogeología consiste en documentar y reconstituir la actividad sísmica pre-instrumental histórica y prehistórica, de fallas activas por medio de criterios paleosismológicos de superficie, de índole geomorfológico, y de subsuelo por medio de trincheras de exploración geológica.

El desarrollo de estas dos especialidades en Venezuela, es relativamente reciente y constituye un subproducto de las exigencias de seguridad sismorresistente requeridas por las infraestructuras de la industria petrolera, que se manifiestan a partir del terremoto de 1967 en ocasión del reforzamiento del dique de protección de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (SINGER & AUDEMARD, 1997).

Sin embargo, las primeras ideas concernientes a los tópicos señalados remontan a las observaciones de campo de los primeros naturalistas que vinieron a Venezuela, y a las inquietudes y lecturas de los primeros ingenieros civiles venezolanos quienes se graduaban entonces como doctores en ciencias físicas, matemáticas y **naturales**.

c) Observaciones de los naturalistas del siglo XIX

Se debe al descubrimiento por Humboldt de rodados de cuarzo en los remanentes achatados de la Serranía Litoral, la formulación del primer modelo neotectónico conocido para la explicación de la diferenciación del volumen montañoso actual de la Cordillera de la Costa, al atribuir a un mismo nivel isócrono de aplanamiento tectónicamente desnivelado por la “fractura” de la Cota 1000 a los remanentes de morfología amesetada ubicada al sur de Caracas alrededor de 1.200 m y en el tope de la mole del Ávila. Este modelo, retomado por AGUERREVERE & ZULOAGA (1937), sigue vigente en sus grandes líneas mientras no se obtengan argumentos paleogeomorfológicos y datos geocronológicos susceptibles de invalidar

las ideas de Humboldt concernientes a la edad del marcador de deformación considerado (SINGER 1977, 1983b).

Lamentablemente para el conocimiento geológico del terremoto del 26 de marzo de 1812, este evento sísmico destructor sorprende a Humboldt ya lejos de Caracas, en su residencia parisina, donde se entera del sismo por los periódicos y por medio de los informes de dos testigos presenciales, el francés Delpech y el venezolano Palacio Fajardo. Sin embargo y de común acuerdo con Bolívar, Humboldt diligencia la realización de una misión técnica post-terremoto por parte del ingeniero de minas y agrónomo francés Boussingault, quien tendrá bajo su responsabilidad junto con el mineralogista peruano Rivero, la realización de una misión por tierra entre La Guaira y Bogotá destinada a evaluar los efectos locales destructores del referido terremoto en cada ciudad afectada a lo largo del itinerario señalado y a realizar mediciones de nivelaciones topográficas para fines de comparación con los datos obtenidos previamente por el mismo Humboldt. Esta iniciativa de Humboldt da inicio a las campañas científicas de mediciones geodéticas repetidas, practicadas de manera rutinaria hoy en día con la geodesia satelital, las cuales fueron continuadas, probablemente a raíz de los proyectos de construcción del ferrocarril de Caracas a La Guaira, por Villavicencio, Díaz, Aveledo y Ernst, con resultados sorprendidos inherentes al rango de errores obtenidos por medio de mediciones hipsométricas como las que se efectuaban entonces.

Fuera de los logros obtenidos por el círculo de científicos liderados por Humboldt en la época de la independencia, el positivista ERNST (1884) señalaba muy acertadamente a final del siglo XIX que muy poco se sabía del terremoto de 1812, al refutar planteamientos de Sievers concernientes al significado sismotectónico de los colapsos de taludes ocurridos a lo largo de los flancos de la Qda. Catuche, en particular en ocasión del terremoto de 1812 conforme a las evidencias dejadas en sus lienzos por los artistas extranjeros atraídos hacia Caracas, en plena atmósfera cultural romántica, por la perspectiva de una visita a una capital exótica destruida por las fuerzas de la naturaleza y que superaba entonces en tamaño poblacional a Nueva York.

d) Aporte de los estudiosos e ingenieros civiles venezolanos de la primera mitad del siglo XX

A raíz de los eventos sísmicos destructores de 1878 (terremoto de Cúa), 1894 (“Gran terremoto andino”) y sobretodo de 1900 (terremoto de Macuto), el tema entonces polémico a nivel mundial, del origen de los terremotos penetra y divide los círculos estudiosos caraqueños entre partidarios de la hipótesis tradicional y todavía en boga del origen volcánico de los mismos planteada por Humboldt y liderada por Arístides Rojas, entre los defensores del origen colapsito, de inspiración aristotélica, y defendida por Ernst a raíz del terremoto de Cúa, y la tendencia tectonista, más moderna pero minoritaria a principios de siglo, impulsada por Suess a raíz de sus observaciones hechas en Austria, concernientes al alineamiento de epicentros sísmicos sobre la falla de Mürz, cerca de Viena (GARCÍA FRANCOS, 1924). Esta última corriente es respaldada en particular por el famoso sismólogo franco-chileno Montessus de Ballore y por Santiago Key Ayala en Venezuela, quien atribuye un origen tectónico al terremoto de 1812.

Sin embargo, es necesario esperar el reconocimiento paso a paso de la ruptura cosísmica del terremoto de San Francisco por el geólogo LAWSON (1908) y la formulación teórica del rebote elástico sobre el origen de la misma por su colega REID (1910) para validar las ideas de Suess. Un poco más de una década después, P. I. Aguerrevere a su regreso de California, donde se gradúa de geólogo en los círculos de la geología sísmica naciente, introduce en el país los primeros elementos de este legado científico novedoso por medio de un artículo precursor publicado en la Revista del Colegio de Ingenieros en 1925, que él aprovecha para señalar la existencia de una falla activa al pie del Ávila del lado Caracas, el cual no tendrá mayor eco, salvo en la persona del ingeniero civil JOSÉ FÉLIX SOTO (1931), quien se apersona en La Granja cerca de la desembocadura de la Qda. Chacaíto fuera del Ávila y en la carretera vieja Caracas-La Guaira a reconocer la traza activa de “la fractura de Aguerrevere” (Figura 3.25) y se convertirá en un cultor de la sismología.

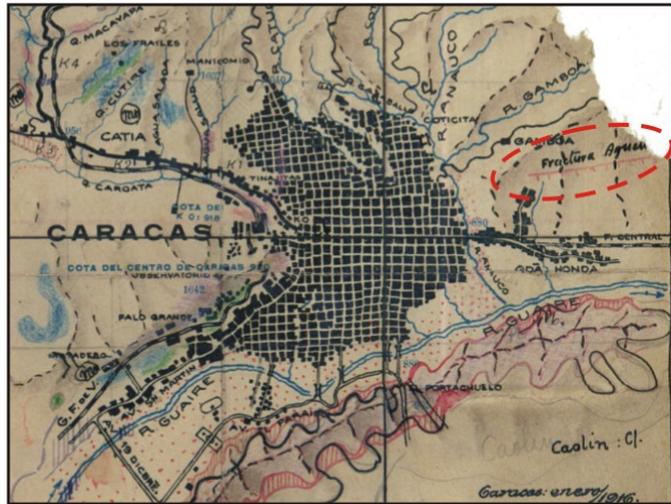


Figura 3.25. Extracto del mapa anónimo de 1916, deteriorado y alusivo a la “Fractura Aguerr...” señalada en el óvalo rojo y seguramente referida al ingeniero Pedro Ignacio Aguervere.

c) Observaciones geológicas sobre afloramientos de la traza activa del sistema de fallas Ávila-Tacagua

Observaciones geológicas casuales efectuadas durante la realización de obras públicas y privadas efectuadas en la cercanía de la Cota Mil o a raíz de diversas campañas de levantamientos de geología regional han dado lugar a observaciones dispersas sobre afloramientos del sistema de fallas del Ávila-Tacagua. Es así como la cartografía geológica del Valle de Caracas y sus alrededores, realizada por DENGÓ en el año 1949 señala la existencia de milonitas en la zona de la falla El Ávila.

Luego observaciones puntuales de ROYO & GÓMEZ (1956) efectuadas durante la construcción del Teleférico de Caracas evidenciaron afloramientos de la falla del Ávila con componente inversa. A su vez, el mapa geológico de WEHRMANN (1972) reitera la existencia de un fallamiento con componente inversa a lo largo de la falla del Ávila, en particular en el sector de La Florida-San Bernardino.

Sin embargo, es llamativa la discusión entablada por miembros de la Sociedad Venezolana de Geólogos acerca del significado geológico de unas arcillas de color oscuro encontradas por Burgos en un afloramiento de “gouge” de falla a lo largo de la aparente traza activa de la falla del Ávila, lo cual atestigua lo novedoso para tal época de la geología y tectónica de fallas (Figura 3.26 A).

Posteriormente, SINGER (1977) observa una brecha de falla ubicada sobre una falla transversal (N45°W con componente inversa 70° N) a la falla del Ávila en la Urbanización Ávila (Figura 3.26 B), así como deformaciones por aparente falla inversa en el Pleistoceno Q₂ observadas en mayo de 1972 en una excavación correspondiente al sótano del Edificio Panaven en la avenida San Juan Bosco de La Castellana.

En 1992, los levantamientos geológicos efectuados por INGEOTEC en las galerías excavadas en la ladera sur del estribo Caracas del viaducto N° 1 evidencian la existencia de una brecha tectónica de unos 60 m de ancho con planos estriados “frescos” correspondientes a “gouges” de escaso espesor, con rumbo promedio O-E atribuidos a movimientos tectónicos recientes posiblemente cosísmicos. En 1993, FUNVISIS reevaluó las condiciones tectónicas de la referida brecha de falla sin encontrar evidencias diagnósticas de una actividad reciente en la misma y descartando la posibilidad de imputar el deslizamiento del estribo Caracas del viaducto N° 1 a un movimiento tectónico cosísmico de la misma brecha por corresponder la misma a fallas de tipo inverso y buzamiento sur, asociada con un campo de esfuerzos donde el esfuerzo máximo horizontal es contrario al movimiento de la ladera deslizada.

En 1995, FUNVISIS realizó un estudio tectónico detallado de un afloramiento de más de 40 m de ancho en la prolongación Tacagua activa del sistema de fallas del Ávila a la altura de Planta Cantinas, que evidencia una intensa trituración de varios cuerpos de rocas diferentes, separados por zonas de gouge de varios decímetros de ancho correspondientes a accidentes estructurales N70W y con dos generaciones de movimientos, el principal y más viejo subvertical con componente normal, y el más reciente de menor importancia subhorizontal dextral.

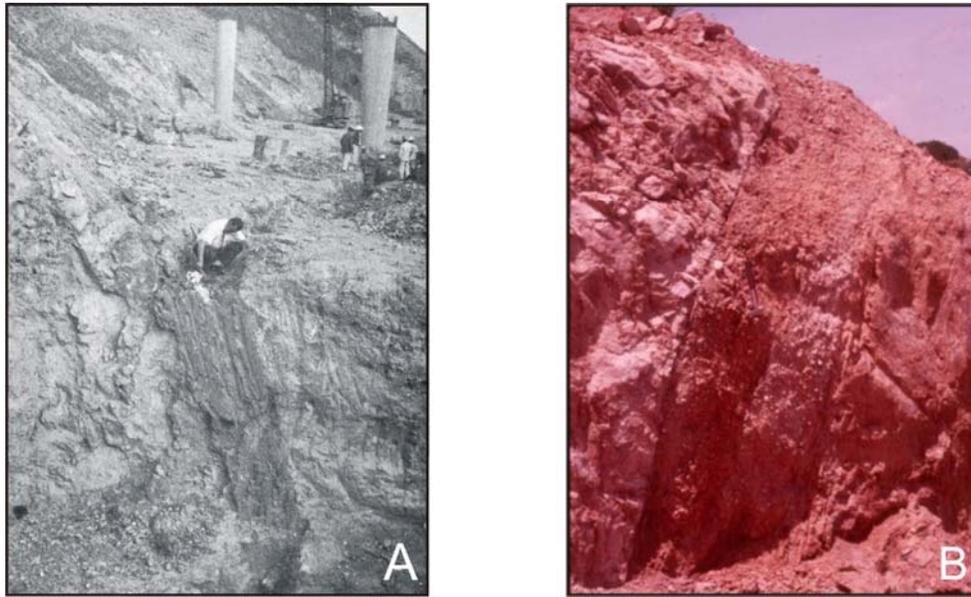


Figura 3.26. **A:** Vista al este de una brecha de falla arcillosa (gouge de falla) con buzamiento sur encontrada durante la construcción de la Av. Boyacá (Cota Mil) sobre la traza activa de la falla del Ávila, en la salida hacia San Bernardino. (Circular N° 37 de la Sociedad Venezolana de Geólogos, 1969). **B:** Vista al este de una brecha de falla (N45W 70N) encontrada en excavación en la Urbanización Ávila al pie de la Cota Mil cortando gneisses milonitizados a la izquierda y esquistos anfíbolíticos a la derecha. Foto: A. Singer.

d) Cartografía de fallas cuaternarias activas en el Valle de Caracas

La cartografía de fallas activas se inicia en el Valle de Caracas con el mapeo de las formaciones cuaternarias de esta depresión tectónica, iniciada por la DELAWARE CORPORATION (1950), quién señala la posible existencia de algunas fallas cuaternarias en el Valle de Caracas de manera indirecta a partir de datos de columnas de sedimentos obtenidos en los pozos de agua subterráneos del INOS.

El primer esfuerzo del establecimiento de una cronosecuencia de depósitos cuaternarios en base a criterios de datación relativa se debe a SINGER (1974; 1977a) para la parte oriental del Valle de Caracas, lo cual permitió evidenciar la actividad pleistocena de la falla del Ávila por medio del control morfoestructural que la misma ejerce en la disposición geométrica de los cuerpos cuaternarios mapeados a lo largo de la depresión de ángulo de falla piemontina ocupada por el referido valle, en particular en la fosa romboidal y con subsidencia más marcada de Los Palos Grandes, cuyo basamento rocoso se encuentra anormalmente deprimido a unos 360 m de profundidad.

Adicionalmente, la misma información cartográfica destaca la existencia de evidencias directas de fallamiento de las unidades pleistocenas en contacto con la falla del Ávila, como es el caso en particular al nivel del Pleistoceno inferior a la altura del Monumento Boyacá en las vistas aéreas del año 1936-1939 (Misión 8).

En 1980, FANTI *et al* realizan un inventario geológico de las fallas potencialmente activas que cubre ambos flancos del Ávila y que evidencia el movimiento transcurrente sinistral de la falla de Chacaíto entre el alveolo degradado de Galipán y la costa.

En 1984, FUNVISIS realiza un inventario regional de fallas activas entre la falla de San Sebastián y de La Victoria, que evidencia la existencia de una actividad cuaternaria en la falla de Ocumarito, la cual corresponde a un probable ramal del sistema de fallas del Ávila-Tacagua (Figura 3.27).

Por último, la extensión de la cartografía de las unidades geológicas cuaternarias depositadas en el conjunto del Valle de Caracas, incluida en la presente tesis, permitió completar el mapeo del sistema de fallas del Ávila-Tacagua hacia el oeste, con la puesta en evidencia de una aparente componente vertical de movimiento de tipo inversa a lo largo de la traza principal y subrayada por escamas tectónicas a nivel del Pleistoceno inferior, así como la presencia de rampas tectónicas laterales piemontinas que controlan la geometría del núcleo rocoso de La Florida y deforman los abanicos torrenciales Q_3 y posiblemente Q_2 de San Bernardino bajo la forma de escarpes flexurales.

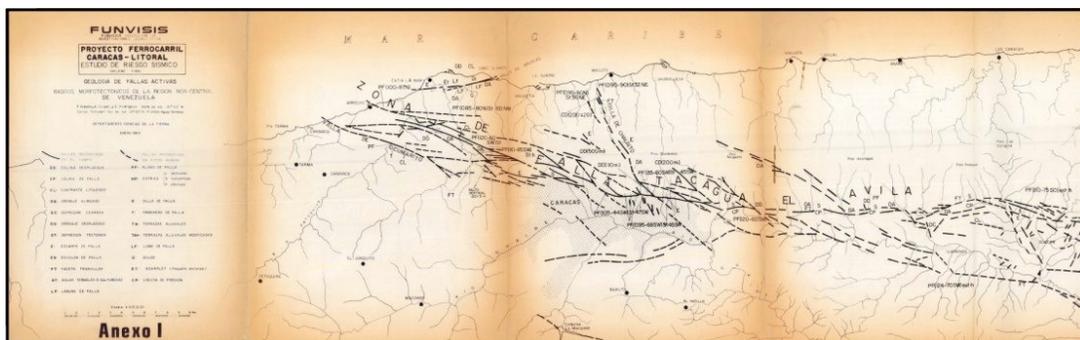


Figura 3.27. Mapa de “Geología de fallas activas y rasgos morfotectónicos de la región nor-central de Venezuela” (FUNVISIS, 1984).

3.4 INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL VALLE DE CARACAS

3.4.1 Unidades Geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas se discriminaron a partir de las unidades cuaternarias cartografiadas, cuya separación se obtuvo a partir de su expresión foto-geomorfológica en las vistas aéreas de 1936-1939 (Anexo 12). Las unidades morfológicas están definidas por: (1) la planicie aluvial holocena de los ríos Guaire y Valle; (2) los abanicos torrenciales piemontinos pleistocenos; (3) la cuenca lacustre pleistocena Q1 en el Rincón del Valle-El Cementerio; (4) la depresión alveolar Q₄-Q₃ de Catia; y (5) las “terrazas” de descarga Q₁-Q_{0b}(?), dominando las planicies aluviales holocenas (Figura 3.28).

a) Planicie aluvial holocena

Esta unidad reúne las áreas más deprimidas del Valle de Caracas a lo largo de los drenajes principales y presenta irregularidades de calibre llamativas con sucesiones de estrangulamientos y ensanchamientos laterales muy pronunciados, originados por efectos de represamiento local y de chorro impulsados por fenómenos de carga y descarga, cuyas trayectorias se encuentran subrayadas por la geometría de los bancos aluviales cartografiados en las vegas aluviales a partir de las vistas aéreas antiguas, previamente a la canalización de los drenajes principales.

b) Abanicos torrenciales pleistocenos

Esta unidad geomorfológica ocupa la parte más extensa del Valle de Caracas, entre el escarpe de falla del Ávila y la planicie aluvial holocena y constituye la expresión superficial del prisma sedimentario de espesor y geometría variables, que se encuentra alojado en la depresión de ángulo de falla asimétrica.

Esta unidad evidencia un profundo contraste de expresión geomorfológica al este y al oeste de la Qda. Chapellín como reflejo del comportamiento neotectónico muy diferente de ambas unidades: morfología deprimida con abanicos convergentes ocultos bajo la cubierta más reciente de aludes torrenciales holocenos en la parte este

subsidente del Valle de Caracas; morfología prominente de los abanicos del Pleistoceno inferior y medio deformados en rampas laterales Q_3 y Q_2 que cierran el Valle en dirección del río Guaire a la altura de Los Caobos.

c) Cuenca lacustre Q_1 de El Rincón del Valle-El Cementerio

La cuenca del Rincón del Valle constituye probablemente un remanente depresional alveolar antiguo, originado por alteración geoquímica y degradado por la erosión pleistocena. Esta cuenca aloja una secuencia invasiva de depósitos lacustres del Pleistoceno superior Q_1 y de un espesor del orden de 20 a 30 m, generada por obturación lateral del río Guaire y consecutiva a la ocurrencia de aludes torrenciales desde el Ávila. Debido al perfil asimétrico, de origen tectónico, del Valle de Caracas, esta secuencia lacustre presenta un mayor desarrollo del lado sur del mismo y se encuentra confinada contra la terminación distal de los abanicos pleistocenos del lado norte bajo la forma de una estrecha terraza que domina la vega aluvial holocena del río Guaire. Por esta razón, la extensión más importante de este episodio de sedimentación lacustre, se encuentra conservada en el espacio confinado del Rincón del Valle cuyo fondo domina la llanura aluvial holocena del río Valle por medio de una terraza de unos 10 m de desnivel a lo largo de la autopista hacia Coche.

d) Depresión alveolar de Catia

Esta depresión colgada con respecto al actual nivel de base del Valle de Caracas, corresponde a un probable antiguo alveolo de alteración geoquímica desarrollado a final del Plioceno o inicio del Pleistoceno (Q_4 - $Q_3(?)$) y que ha evolucionado de manera separada del resto del Valle de Caracas con motivo de la activación vertical de la falla del Ávila y debido al cierre del desagüe natural de la misma al este, por el desarrollo lateral contemporáneo de los abanicos Q_3 que constituyen el subsuelo del actual casco tradicional de la ciudad. Estas condiciones explican las dificultades confrontadas por la Qda. Caroata para desaguar, en época relativamente reciente ($Q_1?$) a esta depresión, por medio de una garganta epigénica generada por sobreimposición a través de la nariz rocosa de la Loma Quintana entre

El Calvario y la loma aplanada en el siglo XVI ubicada entre las esquinas de La Faltriquera y de La Pedrera. Por sus condiciones casi endorreicas hasta $Q_1(?)$, esta depresión de Catia, separada del Ávila, se ha colmatado con depositaciones policrónicas de sedimentos esencialmente arcillosos relativamente delgadas, hasta su desagüe recientemente.

e) “Terrazas” de descarga Q_1 - $Q_{ob}()$

Esta unidad de niveles de erosión y descarga aterrazados y encajados en los depósitos lacustres Q_1 o en formaciones anteriores, no constituyen terrazas en el sentido estricto climato-sedimentario de este vocablo de la geomorfología aluvial, pero representan la huella palpable de las manifestaciones convulsivas de desagüe del episodio de represamiento lacustre que ocurren a final del Pleistoceno Q_1 y/o a principio del Holoceno inferior Q_{ob} probablemente. Estos niveles sucesivos de “terrazas” de descarga y socavamiento lateral, dominan de unos metros a la llanura holocena de los drenajes principales.

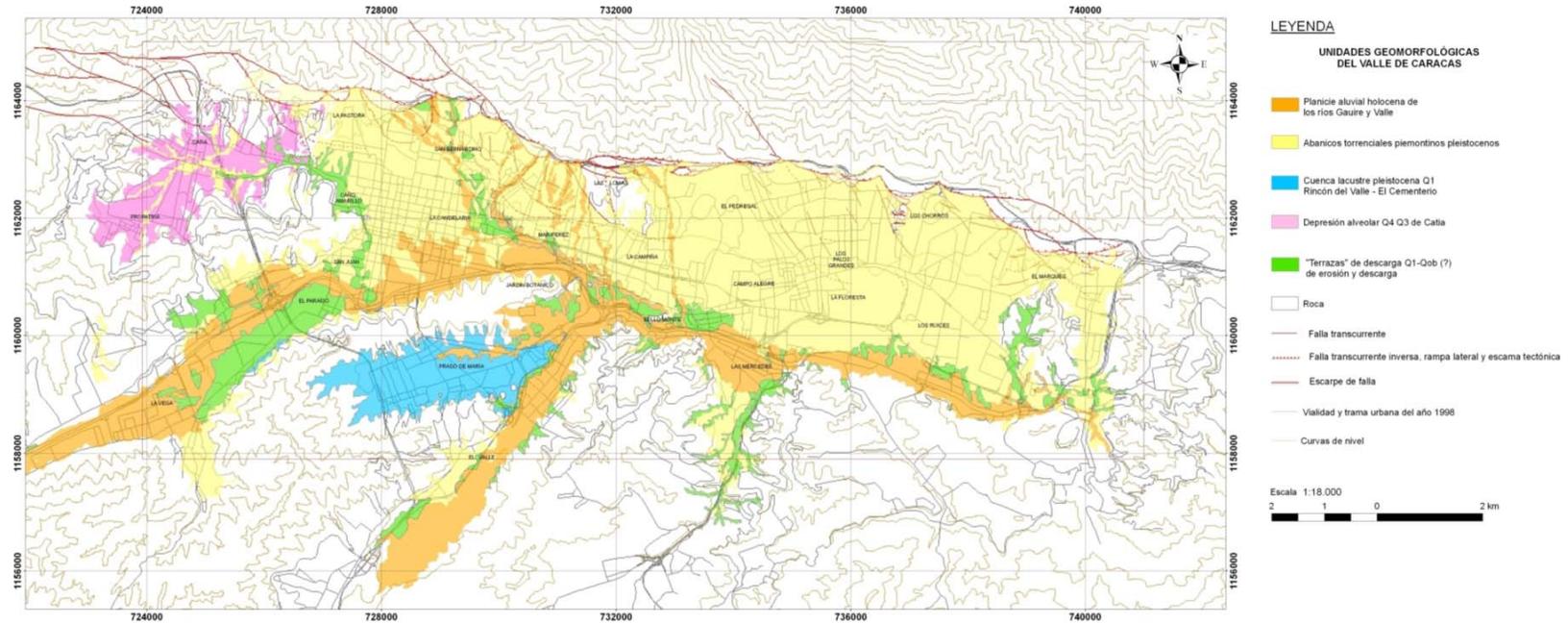


Figura 3.28. Unidades geomorfológicas del Valle de Caracas.

3.4.2 Geomorfología e intervención antrópica

3.4.2.1 Condicionamiento topográfico-geomorfológico de la ocupación humana del Valle de Caracas

Debido a sus condiciones de depresión de ángulo de falla asimétrica, estrecha y alargada, ubicada al pie de la mole tectónica del Ávila, las características topográficas-geomorfológicas del Valle han ejercido un importante control en las etapas iniciales del proceso de ocupación humana del mismo. En cambio, a partir de 1900, se asiste a un proceso de emancipación progresivo del crecimiento urbano de la ciudad con respecto a las sujeciones tanto topográficas como exogeodinámicas del marco físico, que culmina con la situación actual de total divorcio entre la ciudad y las condiciones naturales del sitio ocupado, lo cual aumenta la vulnerabilidad de la misma ante cualquier tipo de geoamenaza.

a) Significado del aparente vacío arqueológico pre-hispánico

El aparente vacío arqueológico prehispánico existente en la superficie del Valle de Caracas puede encontrar elementos de explicación en el hecho de que la mayoría de los escasos yacimientos arqueológicos conocidos hasta la fecha, se encuentran soterrados de manera llamativa bajo cubiertas de sedimentos aluviales holocenas depositadas en los ambientes más deprimidos de vegas inundables y en los abanicos de aludes torrenciales más recientes, que se encuentran ampliamente explayados en el sector más hondo del piedemonte avileño que controla el depocentro de Los Palos Grandes.

La Figura 3.29 presenta una secuencia ubicada entre La Vega y Boleíta de la posición estratigráfica de varios yacimientos arqueológicos encontrados fortuitamente en excavaciones dentro de horizontes edáficos orgánicos de color negruzco, que constituyen los paleo-marcadores naturales de la ubicación estratigráfica de antiguos niveles de vega inundable ocupados por el hombre y sepultados bajo espesores de sedimentos aluviales que varían entre menos de 1 m hasta 5 m. El paleosuelo encontrado a 7 m de profundidad en las excavaciones de la Línea 4 del Metro no mostró evidencias de presencia humana, pero entregó una datación C14 de $10.460 \pm$

60 BP (com. personal F. Audemard, 2006). De acuerdo al cotejo de las dataciones arqueológicas y los datos geocronológicos del sitio del Nuevo Circo, obtenidas en estos paleosuelos soterrados a diversas profundidades, se observa una clara aceleración del proceso de sedimentación aluvial en las partes más deprimidas del Valle de Caracas desde hace 3000 años como consecuencia de la irrupción de los aludes torrenciales más recientes en el Valle de Caracas. Esta aceleración de la sedimentogénesis es probablemente responsable del aparente vacío arqueológico prehispánico señalado.

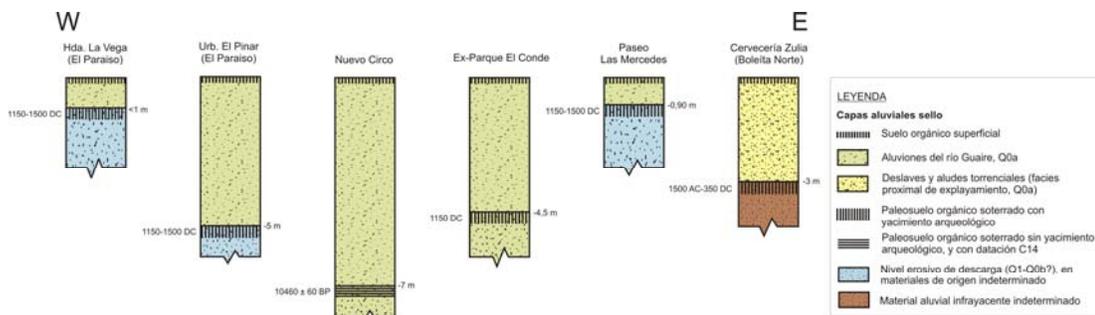


Figura 3.29. Secuencia estratigráfica de yacimientos arqueológicos soterrados en el Valle de Caracas.

b) Confinamiento de la ciudad colonial entre quebradas y vegas inundables

Para la época de la conquista, Losada creó una base militar estable en el sector de Carmelitas-Veroes, cuyo punto más elevado era la actual esquina de Santa Capilla. Esta base disponía de defensas naturales como las cañadas de las quebradas Caroata y Los Padrones al oeste, por las quebradas Catuche y Anauco al este, y las vegas inundables del río Guaire al sur, entre otras la ciénaga de San Lázaro; sin embargo este espacio exiguo no disponía de posibilidades de expansión (Figura 3.30)

A raíz del terremoto de 1641, el Cabildo propuso trasladar sin éxito a la ciudad hacia el este en la espaciosa sabana de Chacao, en plena zona barrida por los aludes torrenciales holocenos. En su visita a Venezuela a finales del siglo XIX, Humboldt volvió a plantear esta idea.

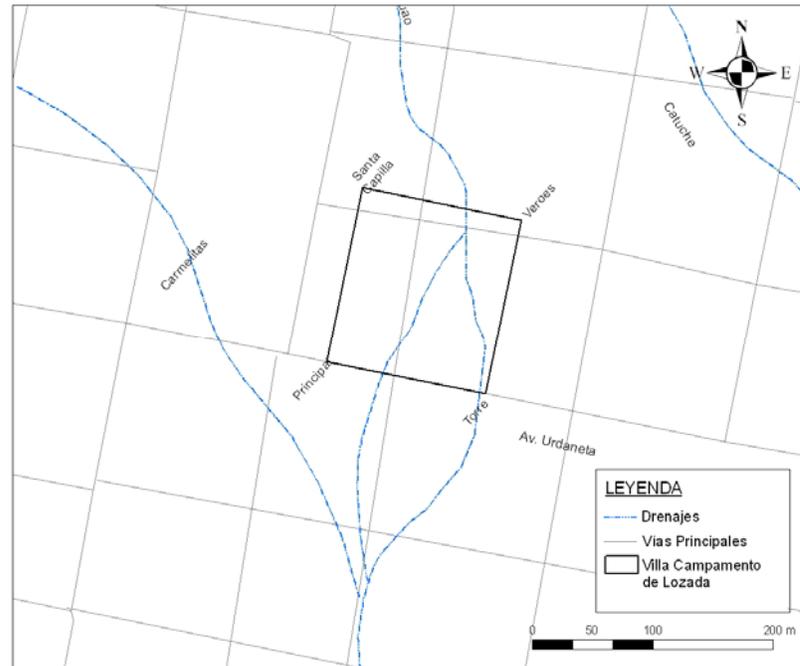


Figura 3.30. Ubicación de la villa campamento para la época de la fundación de la ciudad de Caracas, según SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002.

c) La ciudad de 1900 y la invasión de las planicies de inundación

A comienzos del siglo XX, la ciudad se extiende hacia el sur fuera del estrecho perímetro del casco colonial al cruzar el río Guaire gracias al puente Paraíso y a la instalación de un enlace por tranvía hacia la primera urbanización extra-muros, ubicada en plena vega inundable del río Guaire, cuando el mismo aún no se encontraba canalizado.

Posteriormente, la ciudad extendió su “ensanche” hacia el este, también en las vegas inundables del río Guaire por medio de la creación de las urbanizaciones San Agustín del Norte y del Sur, las cuales fueron parcialmente sumergidas en ocasión de la crecida de noviembre de 1949, tal como lo fuera El Paraíso en 1892 y 1900, y más recientemente Las Mercedes en los años 1960, y la California Sur y Norte en los años 1980.

d) Enclaves urbanos en colinas y microcuencas de drenaje

El “boom” urbanístico de la década de 1950, conocido como “los años del bulldozer”, y consecutivo a la construcción de la autopista hacia La Guaira (SINGER, 2007), convierte a las colinas del sur de Caracas en una gigantesca obra de terraceo por cortes y rellenos para el desarrollo de un nuevo patrón de urbanismo basado en el diseño de urbanizaciones-dormitorio para la nueva clase media, y comunicadas con la ciudad por medio del uso individual intensivo del vehículo automotor. Por tal razón, la concepción de este nuevo patrón de urbanismo acoge los criterios de diseño de las Zonas OMT de transporte, de manera de optimizar el drenaje de los flujos voluminosos y pendulares de automóviles generados entre estos nuevos lugares de residencia y los sitios ahora distantes de trabajo. Estas premisas explican la fuerte dependencia de la ubicación y diseño de estas urbanizaciones con respecto al patrón dendrítico de organización de las colinas del sur de la ciudad en microcuencas de drenaje. En efecto, estas depresiones se aprovecharon a manera de celdas naturales al ensancharse lateralmente por corte, para calzar a los referidos núcleos residenciales, y sustituir los desagües naturales de los mismos por un único eje vial de entrada y salida acondicionado por medio del relleno de las quebradas, lo cual convierte a estas urbanizaciones en verdaderas “ratoneras”, en caso de quedar obstruido este único eje vial por accidentes de tránsito o caídas de taludes de corte laterales, al no haberse previsto vías de intercomunicación entre las mismas, por lo menos en las etapas iniciales de este proceso de urbanismo. Como ejemplo emblemático de este nuevo diseño urbano, está la Urbanización Santa Inés acondicionada en dos niveles topográficos, en una microcuenca de drenaje afluente de la Qda. Baruta, y cuyo único eje de entrada y salida durante más de 20 años era la antigua carretera hacia Las Minas, antes de interconectarse con Santa Rosa de Lima (Figura 3.31).

Los criterios de diseño señalados de este nuevo patrón de urbanismo explican la particular vulnerabilidad del mismo ante geoamenazas susceptibles de bloquear la vialidad debido a la caída de taludes en cada período anual de lluvias y obviamente bajo carga dinámica en caso de eventos sísmicos no necesariamente muy importantes, así como consecuencia de arrastres torrenciales particularmente agresivos en un

urbanismo basado en movimientos de tierra artificiales que amputan tramos significativos de la red de drenaje natural y reducen por lo tanto los tiempos de concentración de las aguas de lluvia caídas (SINGER, 1983).

En el Valle de Caracas adicionalmente, la trayectoria N-S de las quebradas subparalelas que bajan del Ávila en dirección del río Guaire, establecen un patrón de incomunicación potencial entre los núcleos urbanos separados por las mismas, que se trató de aliviar en el casco antiguo de la ciudad, donde las mismas son más profundas, con la construcción de puentes desde la Colonia, y en época moderna con la construcción de distribuidores viales en las autopistas E-O de la Cota Mil y Francisco Fajardo. A su vez, la trayectoria E-O del río Guaire canalizado, sigue planteando un serio problema de comunicación N-S que complica el esquema general de incomunicación vial en la ciudad de Caracas debido a la serie de obstáculos naturales evocados: crestas topográficas divisorias de las urbanizaciones enclavadas en microcuencas de drenaje y drenajes naturales N-S y E-O del Valle de Caracas. La incidencia de estos factores topográficos de incomunicación es particularmente significativa para el manejo de situaciones de emergencia originadas por crisis hidrometeorológicas y/o sísmicas.

Un ensayo de visualización de este patrón general de incomunicación de los enclaves urbanos de la ciudad de Caracas fue realizado en 1977 por GALLARDO como insumo para el diseño de un Plan de Emergencia para la ciudad (Figura 3.32).



Figura 3.31. Diseño de urbanizaciones enclavadas en microcuencas de drenaje por cortes y rellenos en el sur de Caracas. **A:** Modificaciones topográficas en la Urbanización Santa Inés. **B:** Sitio de las futuras canchas de tenis de la Urbanización Santa Rosa de Lima.

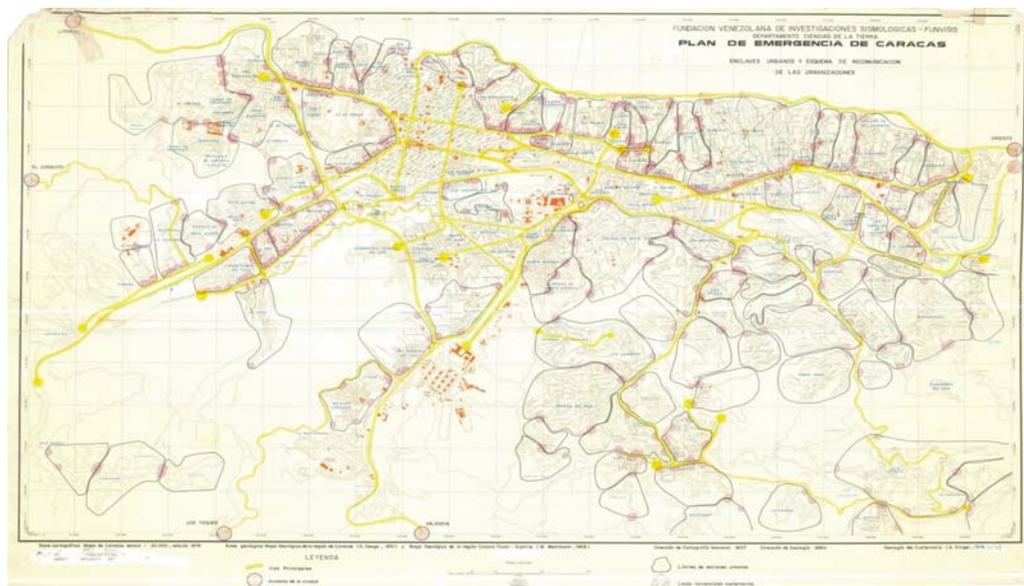


Figura 3.32. “Enclaves Urbanos y Esquemas de Incomunicación de las Urbanizaciones” (Plan de Emergencia de Caracas), escala 1:20.000 (GALLARDO, 1977).

3.4.2.2 Cambios geomorfológicos de origen natural

El cierre del Valle de Caracas ocurre realmente en el umbral rocoso de las calizas de El Encantado, al sur de Petare, entre 800 y 750 m de altura. De esta manera, el nivel de base de la referida depresión se extiende hasta el sitio señalado, donde se encuentra interrumpido por un salto vertical de unos 200 m que desnivela el fondo de la garganta del río Guaire, excavada entre El Encantado y la depresión del Tuy. Por lo tanto, el Valle de Caracas se encuentra suspendido por todos costados, encima de las depresiones vecinas del Tuy y de Guarenas-Guatire, y encima del fondo de la garganta de la quebrada Tacagua que se abre en Boquerón a 500 m de altura en dirección al mar. Junto con el umbral rocoso de El Encantado, el desfiladero de Boquerón protege al Valle de Caracas de los alcances de la erosión regresiva muy vigorosa, estimulada por el levantamiento neotectónico diferencial de la Cordillera de la Costa (SINGER, 1977, 1983b), por quedar bloqueada la misma en los sitios de quiebre ubicados en el perfil longitudinal de los drenajes señalados (Figura 3.33).

Por otro lado, debido a las condiciones tectónicas del Valle de Caracas como depresión de ángulo de falla pleistocena, el basamento rocoso del mismo se encuentra ubicado en cotas altitudinales inferiores a las del umbral rocoso de El Encantado, como ocurre en particular en la subcuenca subsidente de Los Palos Grandes, cuyo depocentro se acerca a los 600 m, lo cual explica el funcionamiento de esta depresión tectónica como trampa de sedimentos desde el inicio de su proceso de relleno aluvial en el Pleistoceno inferior. Tomando en cuenta las dificultades de evacuación de los excesos de sedimentos fuera de la misma debido a la desconexión y suspensión de los desagües naturales con respecto al nivel de base regional circundante, se desprende que la evolución geomorfológica del Valle de Caracas se encuentra regida localmente por un balance de disección negativo (TRICART, 1977) y sometida en consecuencia a un régimen persistente de ahogamiento aluvial, como dan muestra de ello la invasión y sumersión de las rinconadas y estribos rocosos de las colinas ubicadas al sur del mismo por secuencias transgresivas de depósitos lacustres originadas por la obturación lateral del río Guaire bajo aportes masivos de materiales

de deslave acarreados por aludes torrenciales fuera del macizo del Ávila en el Pleistoceno superior Q_1 .

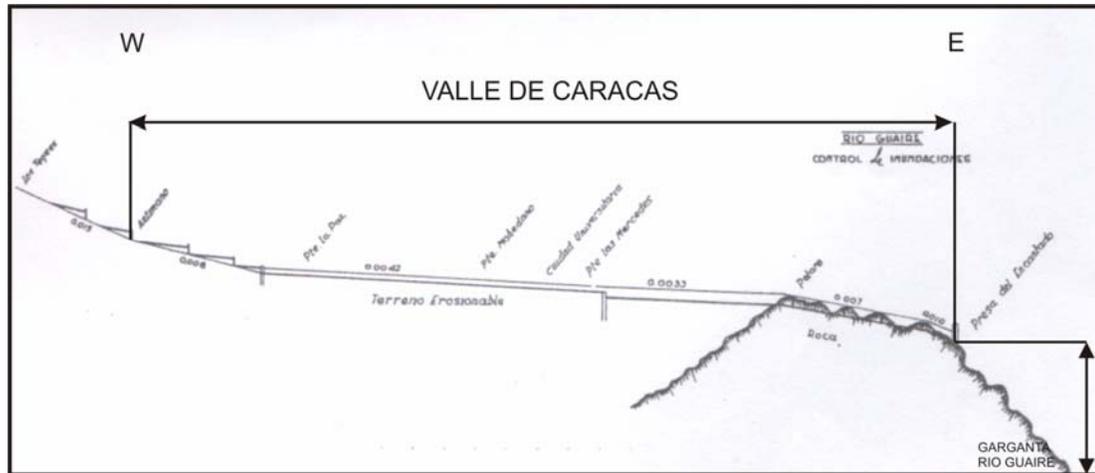


Figura 3.33. Perfil longitudinal del río Guaire entre Antímamo y el umbral rocoso de El Encantado. Modificado de IRUJO, 1951.

De esta manera, la ocurrencia de cambios geomorfológicos significativos en el Valle de Caracas, se relacionan fundamentalmente con las pulsaciones positivas de su nivel de base ocasionadas por fenómenos de sedimentación masiva como los deslaves señalados en el ejemplo anterior, y por los reajustes secundarios posteriores del nivel de base ligados a los procesos de descarga y al reacondicionamiento temporal de un desagüe natural a través de los materiales responsables de la obstrucción del mismo. De hecho, el registro sedimentario obtenido en este valle desde el Pleistoceno inferior destaca la ocurrencia recurrente de fenómenos de deslaves y aludes torrenciales que impactaron de manera duradera a la morfogénesis y sedimentogénesis bajo la forma de abanicos torrenciales ampliamente explayados y acompañados de una profunda desorganización del drenaje señalado por difluencias y canales deltáicos de transfluencia, así como por fenómenos de obturación lateral del río Guaire, tal como ocurrió la última vez hace probablemente menos de 3000 años (Figura 3.34). Este evento de sedimentación convulsiva holoceno ha dejado huellas duraderas en la morfología de la parte oriental del Valle de Caracas, que subsisten en filigrana bajo la trama urbana y en el paisaje de los espacios abiertos que escaparon a

la presión de desarrollo urbano, tal como lo enseñan las vistas aéreas del año de 1936-1939 (Misión 8) y muestra como las de la Figura 3.35.

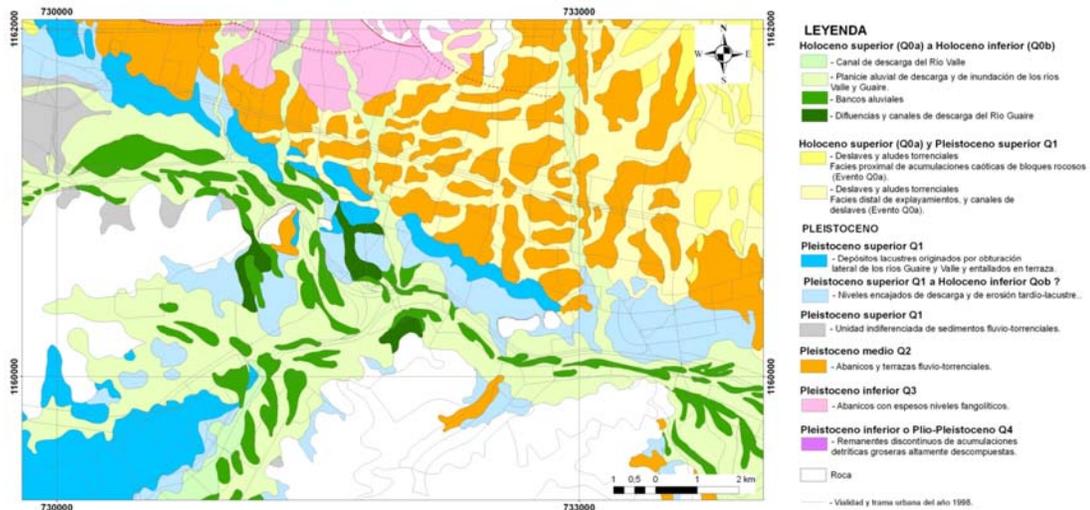


Figura 3.34. Represamiento del río Guaire en el sector de la Zona Rental de la UCV a raíz del evento más reciente de deslaves y aludes torrenciales Q_{0a}.

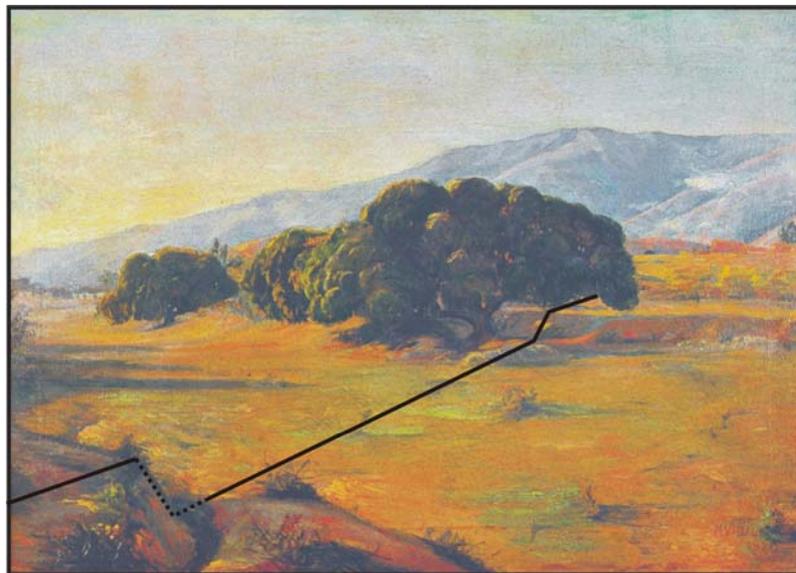


Figura 3.35. Morfología asartenada de un canal excavado por aludes torrenciales en el sector de esplayamiento deltáico holoceno de Sabana Grande, en una pintura de Marcelo Vidal, 1924. Modificado de CALZADILLA, 1978.

3.4.2.3 Cambios geomorfológicos y geológicos de origen artificial

Los cambios geomorfológicos de origen artificial generados en el Valle y las colinas de Caracas adquieren una importancia cada vez más significativa en el paisaje local como resultado del impacto geotecnológico y geosocial creciente de las modificaciones de topografía y del subsuelo en las condiciones de estabilidad de los terrenos. De la misma manera, se asiste a un incremento considerable de las obras de urbanismo subterráneas como el Metro de Caracas, cuyo desarrollo requiere y a la vez posibilita, un conocimiento geológico del subsuelo cada vez más profundo y justifica ampliamente la importancia otorgada a la geología urbana.

a) Impacto discreto de los cambios de vegetación prehispánicos

Según los datos paleobotánicos obtenidos por VARESCHI en los años 1955-56 en una turbera del Pico Naiguatá ubicada a más de 2.000 m, este macizo montañoso estaba cubierto por selvas de Pino laso hacia los años 1000 a.C. A partir de 1000 d. C., Vareschi nota un aumento explosivo de polen de gramíneas y especies marcadoras de quemadas y talas, con un retroceso correlativo de la selva que se inicia al comienzo del calendario de manera discreta, como resultado de acciones antrópicas prehispánicas (Figura 3.36).

El impacto más significativo de estos cambios paleobotánicos es la aparición y extensión incontenible de la sabana a expensas del bosque, en particular en el flanco sur, menos húmedo, del Ávila, donde ocupa franjas continuas actualmente entre 1.800 m y la Cota Mil como resultado de las quemadas.

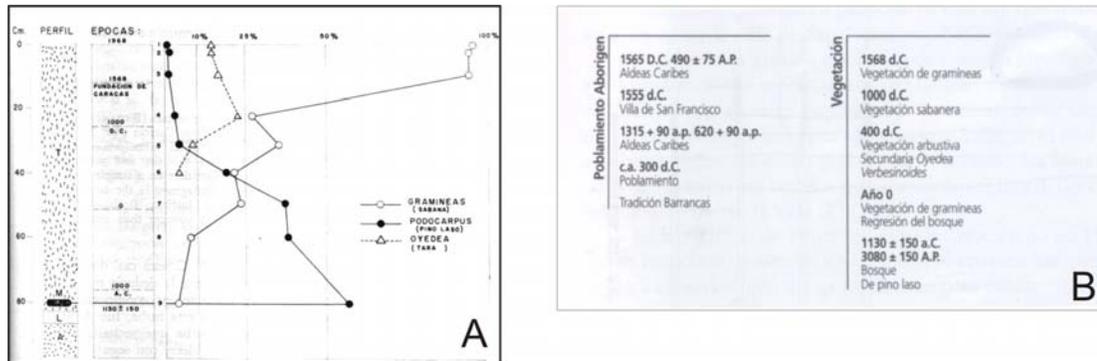


Figura 3.36. A: Diagrama de la estratigrafía y de los caracteres palinológicos de un perfil de una turbera del Pico Naiguatá realizado por Vareschi (UCV, 1967-1972). B: Impacto en la vegetación por la ocupación indígena en el Valle de Caracas (SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002).

b) Desmontes, torrencialidad y erosión desde la Colonia

Desde la época de la Colonia, se procedió a desmontes significativos de los faldeos del Ávila para la elaboración de carbón de leña utilizado en las tejerías y panaderías de Caracas y para fines domésticos, lo cual conllevó un incremento de la torrencialidad y la merma consecutiva de las fuentes de agua proporcionadas por las cuencas más devastadas de los ríos Anauco y Catuche.

Debido a las graves consecuencias ocasionadas por el hombre a la selva avileña, el Cabildo de la ciudad prohibió en 1591, la tala de los cedros sin licencia y ordenó que los troncos se cortaran con sierra y no con hacha para disminuir la pérdida de madera. Además, el cabildo nombró un Alcalde de Aguas y Guardamontes para vigilar y proteger los montes y fuentes de agua que abastecían a la ciudad. En 1762, debido a los continuos incendios que comprometían los recursos de agua, el cabildo dictó una ordenanza según la cual nadie podía hacer cortes de leña, ni pastar animales, ni realizar quemas en las sabanas aledañas a los ríos de Caracas (MANARA, 1998).

A su vez, en las colinas ubicadas al sur de Caracas, el geobotánico Francisco Tamayo estudió en 1939, los fenómenos de despoblación vegetal responsables de la extensión de las sabanas. Entre los agentes y fenómenos correlativos de erosión en estas sabanas se encuentra las talas, quemas y cortes de árboles destinados para

generar carbón de leña para las alfarerías, las crías de chivos y la extracción de grama para uso de jardinería.

Posteriormente, Tamayo recuperó las tierras degradadas del cañón de Tacagua, a partir de la erradicación de la cría de chivos en toda la cuenca mediante la reubicación de los campesinos en los valles del Tuy, y la revegetalización y siembra de especies idóneas para la fijación y repoblación de los taludes de botes de la autopista Caracas-La Guaira en construcción para la época.

c) Influencia del urbanismo colonial y moderno en la geología urbana

El crecimiento horizontal y vertical de la ciudad, así como los requerimientos de espacio tanto subaéreo como subterráneo implícitos en el mismo, se ha traducido por cambios significativos tanto de la morfología como del subsuelo de la ciudad, debido a los movimientos de tierra efectuados en el casco antiguo de la misma como en su periferia, y que explican el desarrollo más o menos extenso y en profundidades variables de suelos urbanos artificiales superpuestos, intercalados o intrusionados en el perfil geológico natural del subsuelo de la ciudad. Estos espesores de materiales artificiales constituyen una fuente de información de gran interés en su condición de potenciales marcadores arqueológicos y geológicos del desarrollo de la ciudad y de su entorno.

c.1) Evidencias arqueológicas del crecimiento vertical del suelo urbano

Las fases sucesivas de construcción, destrucción, demolición y reconstrucción, así como de remodelación de la ciudad desde la época colonial se evidencia en un crecimiento vertical significativo del suelo urbano. El relleno de quebradas, la remoción de edificaciones después de eventos sísmicos destructores o después de haber cumplido su vida útil y la reutilización de los escombros como nuevos suelos de fundación, son algunos de las circunstancias más comunes que han generado el crecimiento vertical del suelo urbano.

Este desarrollo evolutivo del suelo urbano se ve reflejado en los hallazgos arqueológicos obtenidos en las excavaciones puntuales realizadas por SANOJA &

VARGAS-ARENAS (2002), en el sector norte del casco viejo de la ciudad en capas arqueológicas generadas desde época prehispánica, que integran espesores de suelos artificiales de 2 a 4,5 m que reposan sobre las arcillas amarillas-anaranjadas del tope de los abanicos Q_2 (Figura 3.37). La integración de los datos arqueológicos obtenidos en excavación en diversos sitios de la ciudad permitió además la reconstitución de las modificaciones de topografía hechas en la Colonia para reducir la pendiente demasiado inclinada de los abanicos Q_2 y Q_1 (Anexo 12) que constituyen el principal asiento natural de la ciudad (Figura 3.38).

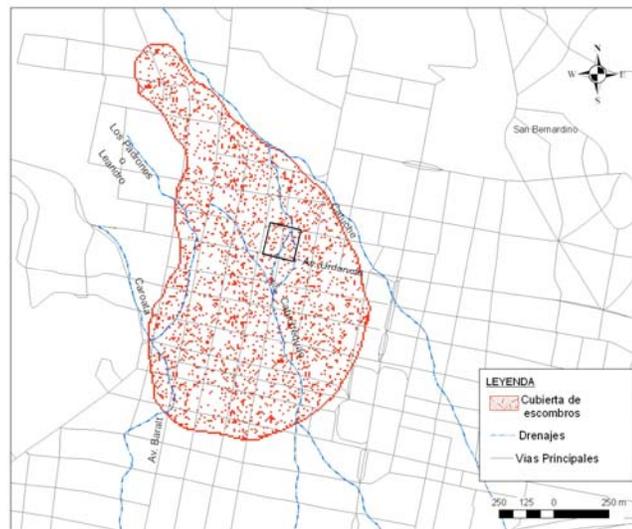


Figura 3.37. Cubierta de escombros arqueológicos de 2 a 4,5 m de espesor en el casco colonial de la ciudad de Caracas.

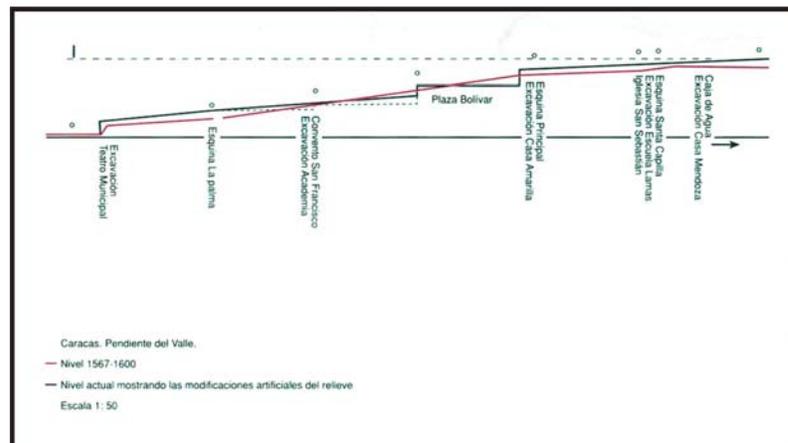


Figura 3.38. Modificaciones artificiales de topografía en el casco antiguo de Caracas: a) en rojo, envolvente topográfica del año 1567; b) en negro, envolvente topográfica actual, a partir de un perfil S-N. Tomado de SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002.

c.2) Sitios urbanos y peri-urbanos de extracción de materiales de construcción

La extracción de materiales de construcción en la época colonial representa otra fuente de alteración artificial de la topografía y geología del Valle de Caracas. Los afloramientos de materiales rocosos ubicados en la periferia inmediata de la ciudad eran explotados como canteras, como es el caso de la loma rocosa señalada en el plano de 1772 entre las actuales esquinas de La Pedrera y Marcos Parra, esta última conocida antiguamente como La Faltriquera (o Faldiguera?) (Figura 3.39), y que constituían las extremidades de la calle La Faltriquera o Faldiguera?, en alusión a la loma rocosa que formaba un ligero abultamiento en la superficie del terreno, como el bolsillo que llevaban las mujeres colgando debajo de la falda.

La ciudad colonial era rodeada además de grederas donde se extraían arcillas de la vega del Guaire o de las quebradas para la fabricación de cerámicas y tejas, y que luego eran convertidas en basurero y/o en porqueriza para el relleno de las mismas. Estos sitios, como el que existía en la actual esquina de Curamichate, constituyen sitios de interés para la geología urbana y para los estudios de rudogeología histórica.

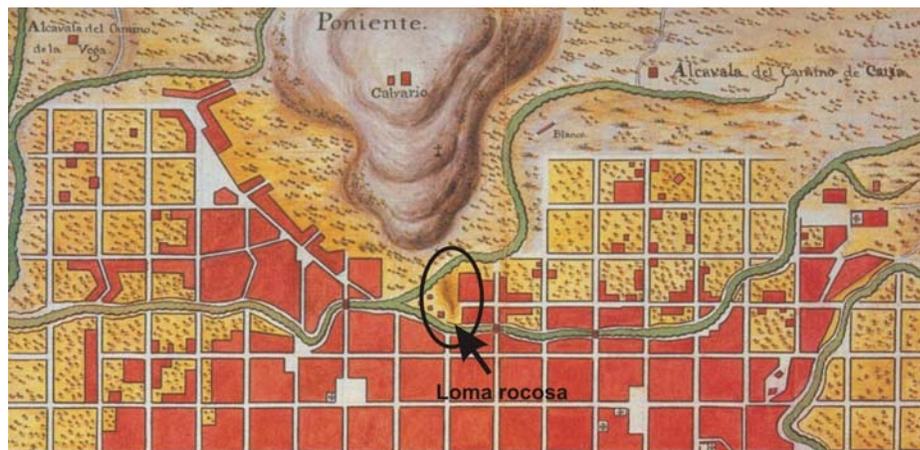


Figura 3.39. Señalamiento de la loma rocosa entre las quebradas Caroata y Leandro de la calle La Faltriquera, donde se excavaron las canteras de La Pedrera. Extracto del plano de Juan Vicente Bolívar, 1772. Modificado de AMODIO, NAVARRETE & RODRÍGUEZ, 1997.

c.3) Relleno de quebradas

El relleno de varios tramos de las quebradas del casco viejo de la ciudad y luego del Valle de Caracas, constituyen otras formas de modificación artificial de la morfología original realizada para fines de urbanismo, cuya evaluación exige efectuar cotejos secuenciales de planos antiguos, mapas y fotos aéreas de diversos años.

Entre las quebradas que hicieron objeto de rellenos, se mencionan:

- La quebrada Catuchequao

Las excavaciones arqueológicas de SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002) evidencian la existencia de una antigua quebrada o acequia de nombre *Catuchequao*, la cual podría constituir una derivación artificial de la quebrada Catuche, y descendía por las actuales esquinas de Luneta, Mercedes, Jesuitas, Veroes, Torre, Gradillas y Sociedad, hasta su desembocadura en el río Guaire, y poseía una bifurcación hacia el este (Figura 3.40). Parte del relleno de esta quebrada puede corresponder con el relleno del siglo XVII hallado en las excavaciones realizadas a principios del siglo XX para la construcción del Archivo General de la Nación o a una eventual antigua difluencia rellenada de la Qda. Leandro hacia la Qda. Cienfuegos (Figura 3.40).

- Quebrada Leandro o Los Padrones

El relleno de esta quebrada aparece señalado en diversos mapas reunidos por IRMA RICARDO DE SOLA (1967). Según Sanoja & Vargas-Arenas (*op. cit*), parte de esta quebrada fue rellenada últimamente en 1948 entre las esquinas Solís y Camino Nuevo para construir las canchas deportivas del Liceo Fermín Toro (Figura 3.40).

c.4) Embaulamiento de quebradas

La Caracas contemporánea y moderna se dedicó a embaular los drenajes que dificultaban el crecimiento urbano, lo cual condujo a eliminar el trazado de las quebradas que pertenecían al paisaje cotidiano de la ciudad y a erradicar progresivamente las mismas de la memoria colectiva de la gente.

La Figura 3.41 señala tramos embaulados en las quebradas Caroata (color azul) y Cienfuegos (color rojo) a partir de la comparación de planos de fechas consecutivas.

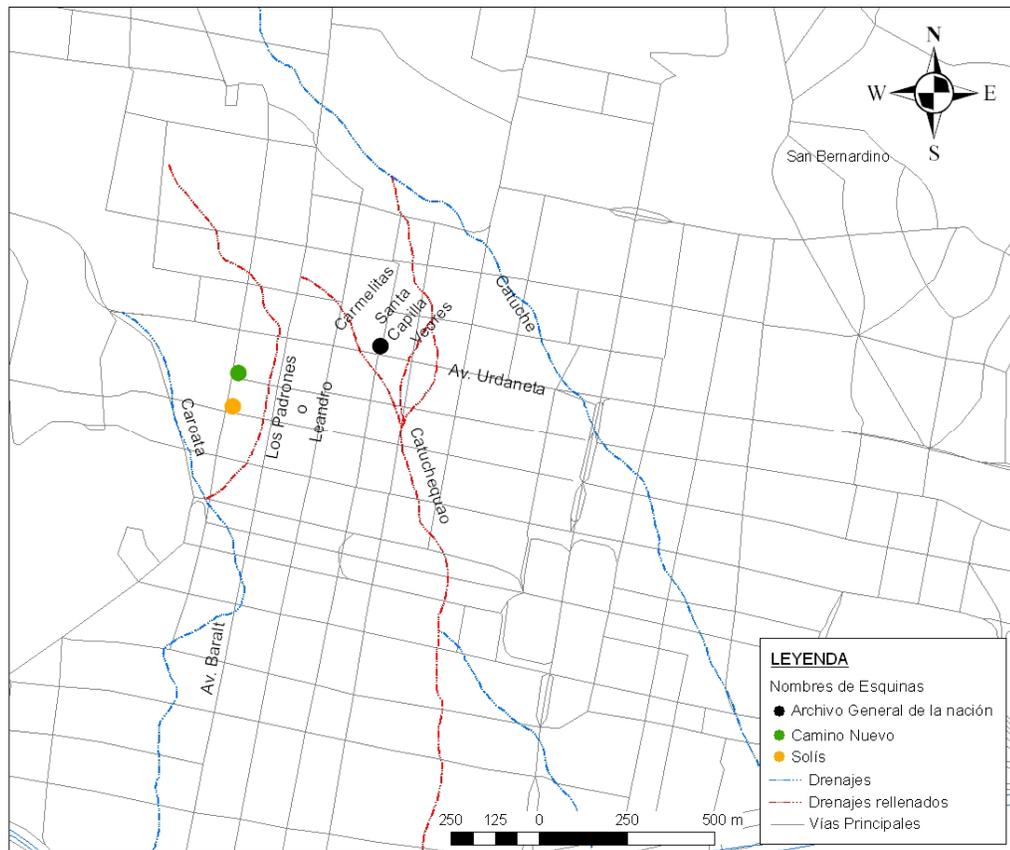


Figura. 3.40. Trazado tentativo del antiguo cauce de la Quebrada Catuchequao y de su posible conexión con la quebrada Cienfuegos. Modificado de SANOJA Y VARGAS-ARENAS, 2002.

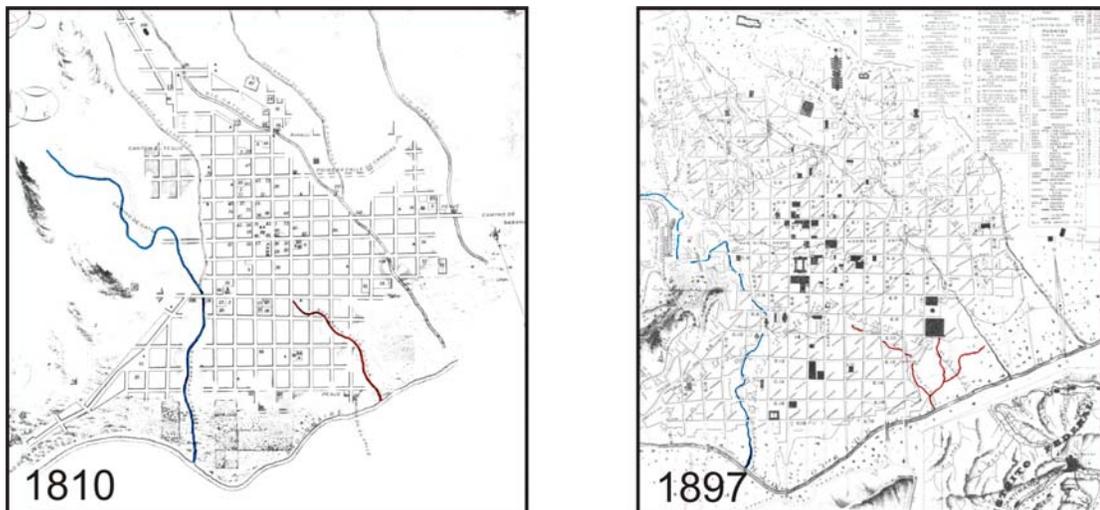


Figura 3.41. Planos de la ciudad de Caracas, para los años 1810 y 1897, con el tramo rellenado y/o embaulado de la quebrada Caraca (color azul) y quebrada Leandro o Los Padrones (color rojo) Modificados de DE SOLA RICARDO, 1967.

c.5) Galerías subterráneas en el subsuelo de la Caracas antigua y moderna

Diversas galerías subterráneas existieron como pasadizos secretos construidos en la Colonia en el subsuelo de la ciudad para fines de escape hacia las quebradas Catuche y Caroata en caso de ataque de piratas, y que arrancaban en su mayoría desde establecimientos religiosos o del poder real.

La comprobación de parte de estas galerías se ha hecho de manera fortuita en ocasión de excavaciones o de accidentes geotécnicos y su conocimiento topográfico es todavía muy incierto.

a) Galerías urbanas

A título ilustrativo, durante la construcción en el año 1909 del edificio del Telégrafo Nacional en la actual esquina de Santa Capilla, el arquitecto Rafael Seijas Cook encontró una galería subterránea de ciertas dimensiones con salida hacia el norte y el sur que se relacionó entonces con el subterráneo encontrado por Monseñor Lovera entre las esquinas de Tienda Honda y El Puente (Figura 3.42).

TRAVIESO (1956) menciona la existencia de bóvedas que llegaban hasta Santa Capilla y partían hacia Cuartel Real, donde se encuentra situado actualmente el Teatro Principal (Figura 3.42).

MANZANO (1954) hace referencia a la existencia de un túnel que comunicaba el antiguo Convento de San Francisco (actual esquina San Francisco) con la quebrada Catuche, y que pasaba por debajo de la Casa Amarilla; un tramo de este pasaje quedó al descubierto cuando se demolió el edificio del Telégrafo Nacional. Además, el mismo Manzano expresa que estos túneles debían tener relación con las galerías encontradas entre Tienda Honda y El Puente, entre Santa Capilla y Principal, San Francisco, San Felipe Neri y San Pablo (Figura 3.42).

Adicionalmente, se deben añadir, el túnel excavado en el siglo XIX para asegurar el paso del Gran Ferrocarril Venezolano a través de la loma Quintana para llegar a la estación de Caño Amarillo y el túnel perforado en 1916 por la empresa del Tranvía Eléctrico de Caracas para unir Puente de Hierro con el sector de El Peaje a la entrada de la cota 905 y que se utilizó hasta los años 1940, así como los túneles de la autopista hacia El Valle y La Guaira conocidos por las filtraciones de aguas negras

provenientes de los barrios marginales establecidos en la vertical de los mismos (Figura 3.48).

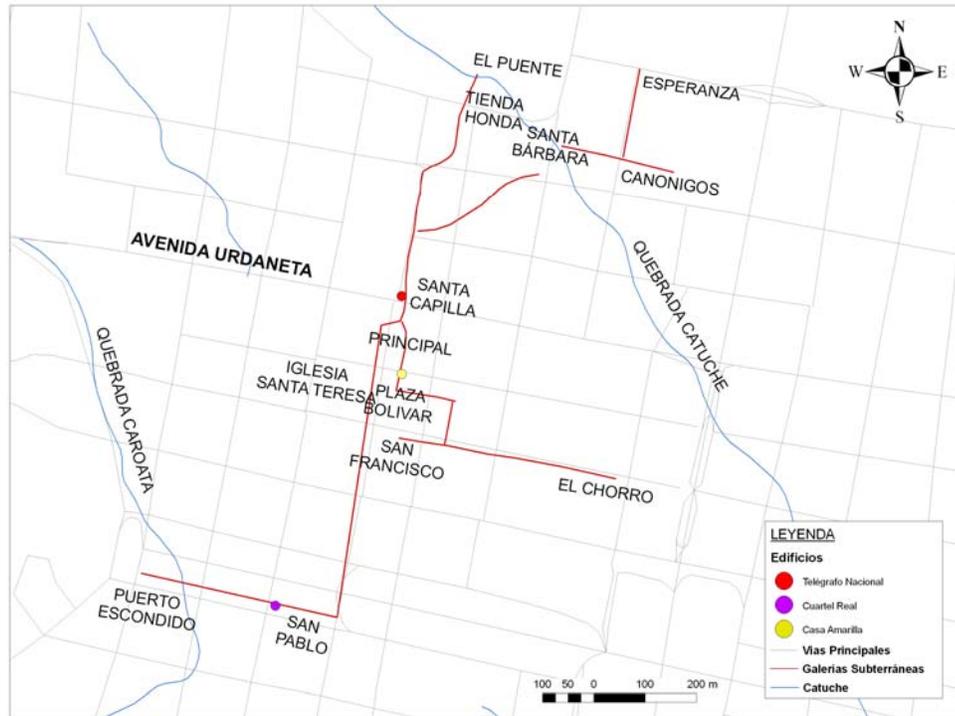


Figura 3.42. Ubicación tentativa de las galerías subterráneas de la Caracas colonial.

b) Otras galerías subterráneas fuera de la ciudad:

- Galerías de la Cota Mil

Según PÉREZ (1973), la galería de la cota Mil denominada Mirador 1, está ubicada en el Parque Nacional El Ávila, a la altura de La Florida, a 1.050 m.s.n.m. Tiene un desarrollo de 315 m, con un diámetro que oscila entre 1,6 a 2 m. La boca del túnel se encuentra a 50 m sobre el nivel de la escultura de la batalla de Boyacá (Avenida Boyacá) y posee una bifurcación a 165 m de la entrada. El autor señala que el túnel fue excavado en la época de la Colonia para la extracción de azufre.

La llamada galería Mirador 2 de la Cota Mil, se encuentra a 1.020 m.s.n.m., y tiene un desarrollo de unos 125 m en línea recta hacia el norte, desde el parque ubicado al este del Monumento de la batalla de Boyacá (Avenida Boyacá). El diámetro del túnel es de aproximadamente 2 m.

- Túnel de Vista Alegre

Se ubica a 1.080 m.s.n.m., al final de la Calle A de la urbanización Vista Alegre. Posee una altura de aproximadamente 2 m, que aumenta hacia el final de la misma; con dirección recta y terminación ensanchada. Según PÉREZ (1973), este túnel fue excavado para buscar carbón mineral.

- Túnel de la Mina de Espíritu Santo

PÉREZ (1973) señala que este túnel se encuentra a 1.000 m.s.n.m., en la carretera vieja Caracas-Baruta. Tiene 15 m de largo con una bóveda parabólica de alturas variables entre 1,3 m hasta 1,6 m en la mitad. De esta mina se extraía oro de saprolito.

d) Movimientos de tierra artificiales en la Caracas moderna

La fuente más significativa de cambios geomorfológicos y de incremento artificial del riesgo geológico en el Valle de Caracas, son los espectaculares movimientos de tierra acometidos a partir de los años 1950 y con maquinarias importadas de gran potencia para acondicionar terrenos planos, en particular el oeste del Valle de Caracas (23 de Enero) y sobretudo en las colinas del sureste para la urbanización de unas 15.000 hectáreas de terrenos accidentados.

Por su impacto geológico y el volumen de tierra removida, estos movimientos de tierra alcanzan las dimensiones de un verdadero traumatismo natural, de una magnitud superior en 20 veces a los efectos de los deslaves y aludes torrenciales prehispanicos Q_{0a} , de acuerdo a SINGER (1983), quien estima el volumen de tierra movida en más de 500 millones de m^3 para la fecha señalada.

De esta manera, estos materiales removidos y volcados en los terrenos accidentados de la Caracas moderna adquieren la importancia de una verdadera formación geológica y como tal, deben ser el objeto de una cartografía especializada al igual que las demás formaciones superficiales de origen aluvial y residual (SINGER, 1983). Se presentan a continuación algunos ejemplos de evaluación de movimientos de tierra por orden cronológico.

1. Los taponamientos de microcuencas de drenaje y taludes de botes de Altavista (1936-1951). El sector de Altavista es conocido por los espectaculares siniestros geotécnicos de edificios construidos sobre taludes de botes. En los años 1980-81, SINGER & CENTENO (1981) relacionaron los siniestros hidrogeotécnicos ocurridos en la zona de Altavista con el confinamiento artificial de las microcuencas de drenaje por medio de rellenos de gran magnitud y baja calidad de compactación acondicionados desde los años 1930, lo cual condujo a desaguar las lagunas de aguas negras formadas en las mismas, por medio de un túnel de descarga hacia la Qda. Tacagua. Un análisis secuencial de las modificaciones de topografía se realizó a partir de la comparación de los mapas topográficos y aerofotos de los años 1936, 1951 y posteriores (Figura 4.43).
2. El falso túnel de la Av. Libertador (1957-1959): esta trinchera vial este-oeste de gran longitud y profundidad fue abierta entre los años 1957 y 1959 en los abanicos pleistocenos piemontinos de Caracas. La tierra producida por esta excavación habría sido llevada y depositada en los cerros de Gramoven. Se desconoce si se hizo un estudio geológico de la misma en la oportunidad señalada, tomando en cuenta que esta obra es la de mayor magnitud realizada en Caracas previamente a las obras del Metro.
3. El relleno vial de la Qda. Pasaquire, El Marqués (1972): en los años 1972, se procedió al relleno de la Qda. Pasaquire al norte de El Marqués, para la construcción de la actual Av. Sanz con la tierra removida para la extensión de la Av. Boyacá hacia Petare (Figura 3.44).

Entre otras modificaciones artificiales de topografía acometidos en Caracas, se ilustran las de los sectores de La Carlota-Caurimare (Figura 3.45, A), de Roca Tarpeya (Centro Comercial El Helicoide), y de las colinas del sureste de Caracas (Petare y Lagunita Country Club, Figura 3.46).

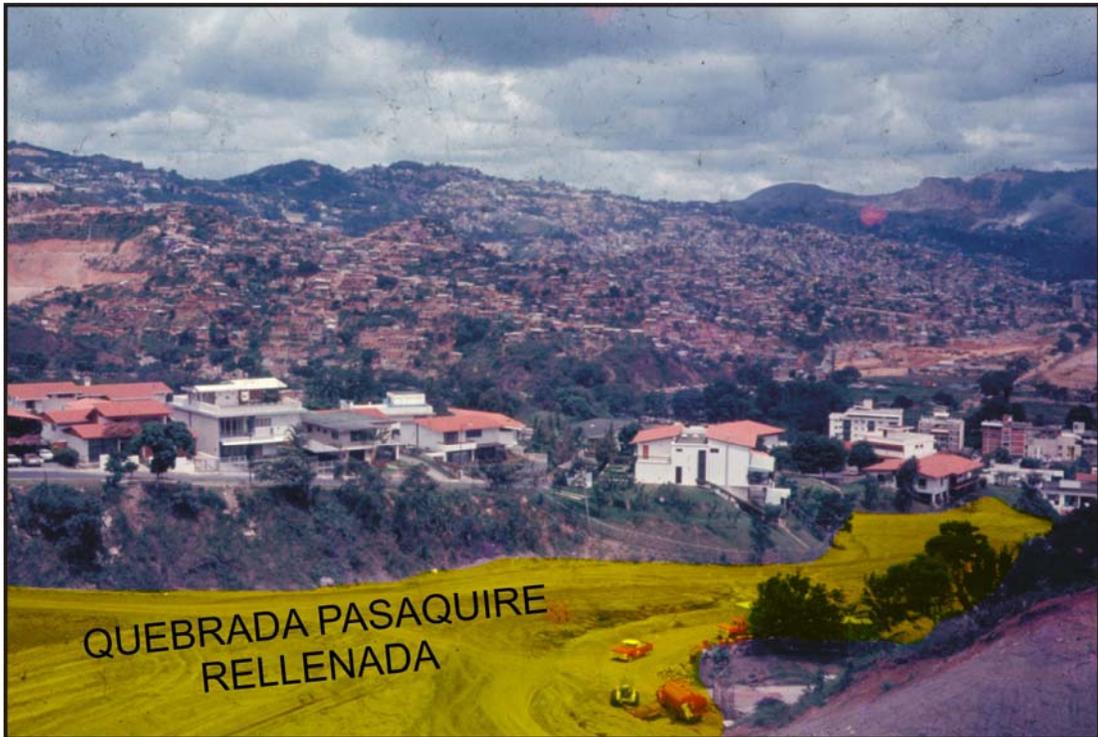


Figura 3.43. Relleno artificial de la quebrada Pasaquire (color azul), al norte de El Marqués, con material proveniente de los movimientos de tierra generados por la prolongación de la Avenida Boyacá, en la falda sur del Ávila. Foto: A. Singer.

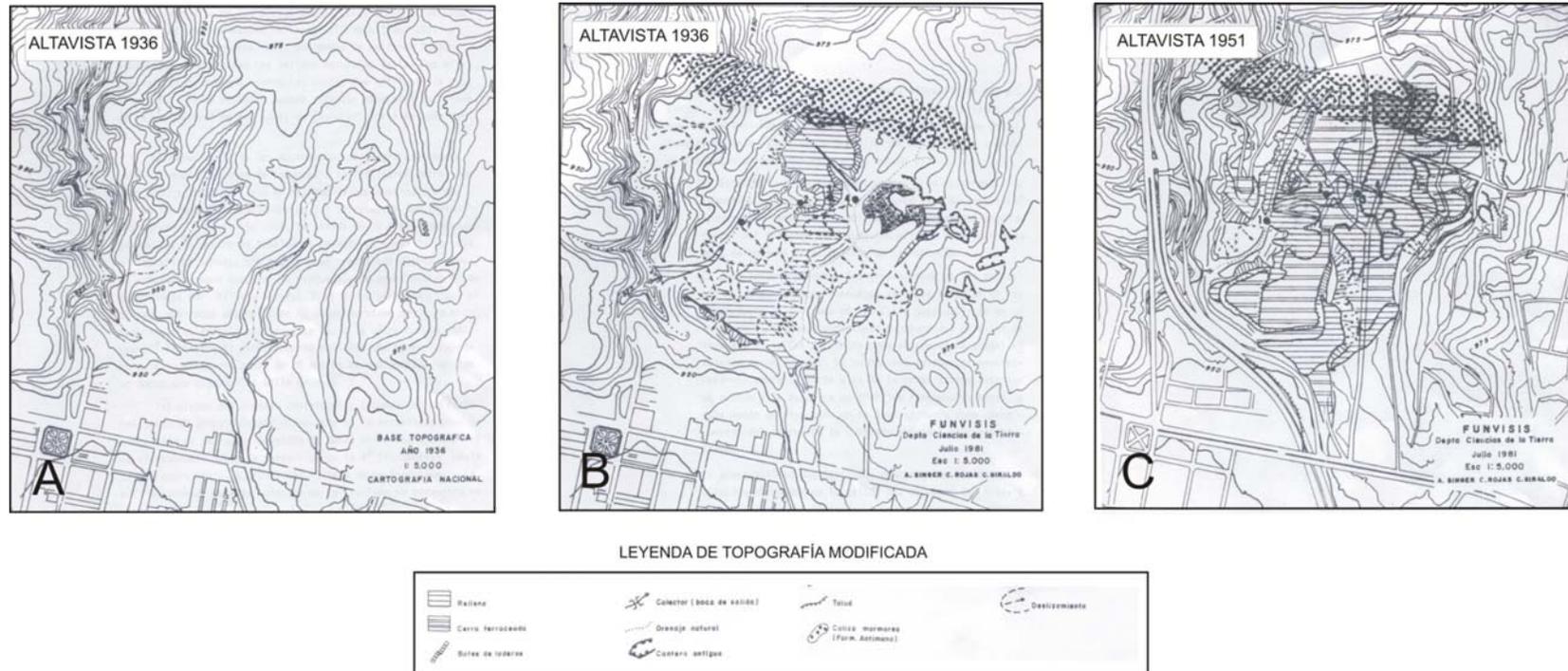


Figura 3.44. Secuencia de modificaciones de topografía en la Urbanización Altavista. **A:** Mapa topográfico de 1936. **B:** Mapa topográfico de 1936 con cambios topográficos. **C:** Mapa de 1951 con topografía modificada, principalmente relleno de quebradas. Modificado de SINGER & CENTENO, 1981.

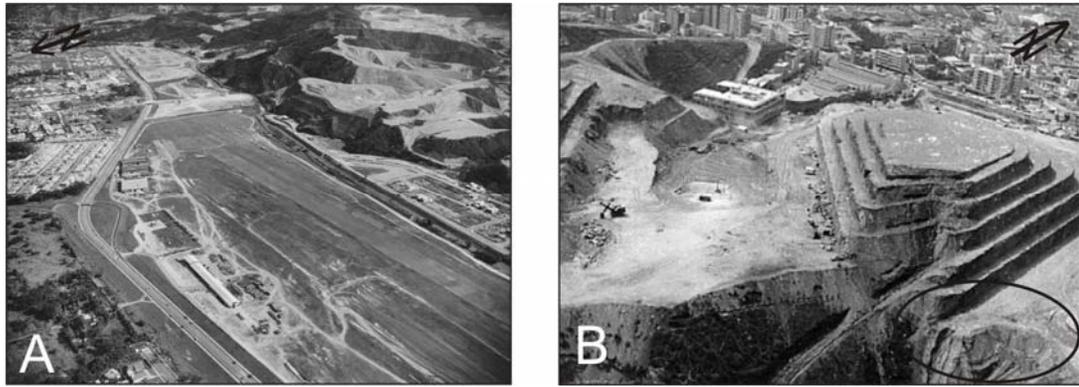


Figura 3.45. Movimientos de tierra ejecutados para obras de construcción. **A:** Movimientos de tierra al sur de la Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda (La Carlota). **B:** Terraceos y banqueos para la construcción de El Helicoide, en Roca Tarpeya. Obsérvese deslizamientos en taludes de bote inducidos en la parte inferior derecha de la vista. Fuente: <http://groups.msn.com/VIEJASFOTOSACTUALES>.

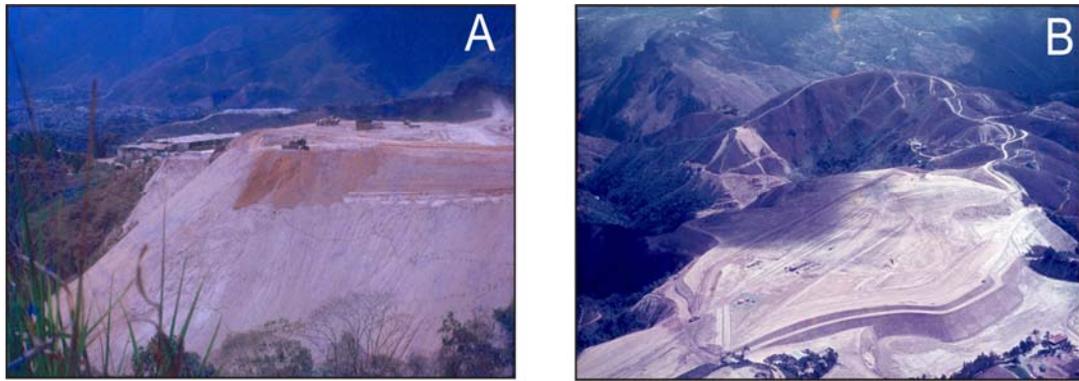


Figura 3.46. Movimientos de tierra para la construcción de urbanizaciones. **A:** Colinas de Petare. **B:** Lagunita Country Club. Fotos: A. Singer.

e) Accidentes y desperfectos geotécnicos por concepto de vicios de subsuelo relacionados con galerías subterráneas

La excavación de galerías subterráneas conlleva la generación de vicios de subsuelo por los vacíos creados en el mismo, sobre todo durante la fase de construcciones de las mismas, lo cual exige la implementación de mediciones continuas para el seguimiento instrumental del comportamiento del terreno y de las obras cercanas como ha sido el caso con el Metro de Caracas, y sobre todo en caso de abandono o falta de mantenimiento de las mismas.

Se presentan a continuación algunos siniestros y desperfectos geotécnicos generados en la vertical de galerías subterráneas correspondientes a la Caracas vieja y moderna:

1. Siniestros geotécnicos en la Caracas vieja

A continuación se presentan algunos ejemplos de accidentes geotécnicos relacionados con el deterioro de galerías subterráneas abandonadas y desconocidas algunas por el público, cuyo trazado aproximado se indica en la Figura 3.42.

- Entre las esquinas de Los Canónigos y Esperanza, tuvo que encargarse en 1899 el Presidente de la Electricidad de Caracas Ricardo Zuloaga a un minero italiano, el rescate del cadáver de una niña que desapareció en un hoyo de 22 m de profundidad, al ceder el patio de la sala de su casa en la vertical de una espaciosa galería con entrada y salida en sentido W-E (Figura 3.42).

- En la casa del Jefe del servicio Postal Manuel Canelón, ubicada en la esquina Principal, el levantamiento del piso puso al descubierto unas escaleras que daban acceso a un túnel abovedado. Según Canelón, el túnel correspondía a una sección del túnel encontrado en la esquina de Santa Capilla (SCHAEEL, 1973).

- MANZANO (1954) menciona el hundimiento de unos de los corredores de la antigua Cancillería (actual Casa Amarilla).

- El 18-04-1982, a las 10 p.m., se abrió un gran agujero en el piso de la sala, que se tragó los enseres de la misma, en una casa construida en la vertical de este túnel y ocupada desde 1945 por la misma persona, en el Barrio Buenos Aires de Puente de Hierro (El Diario de Caracas. 30-05-1982), sin víctimas que lamentar.

2. Siniestros geotécnicos en la Caracas moderna

Los túneles y estaciones subterráneas del Metro de Caracas corresponden a los vacíos de mayor magnitud generados en el subsuelo de la ciudad de Caracas, y como tal localizan “vicios” potenciales en el mismo, cuya importancia se ha verificado en particular en caso de lluvias importantes que han conllevado la inundación de las mismas.

Como muestras de accidentes geotécnicos se menciona el suceso ocurrido el 18/08/86 (Día del terremoto de Santa Rosa) en las obras del Metro de Caracas, en Petare, donde el suelo colapsó por “efecto de chimenea” y formó una sima de varios metros de diámetro, con un saldo de 3 obreros muertos (Figura 3.47).



Figura 3.47. Colapso en las obras del Metro de Caracas en Petare por efecto de chimenea (círculo rojo). Foto: F. De Santis.

La Figura 3.48, presenta un inventario preliminar de los vicios potenciales existentes en el subsuelo de Caracas por los conceptos señalados: galerías coloniales y túneles actuales, túneles correspondientes a las líneas activas y en construcción del Metro de Caracas, entre las cuales se señala una bóveda inutilizada poco conocida, ubicada a lo largo de la línea que corre bajo el Boulevard de Sabana Grande. Este

túnel presenta una longitud aproximada de 1,2 km y fue construido para facilitar la extracción del material excavado en la mencionada obra.

Como datos adicionales correspondientes a desperfectos geotécnicos relacionados con la construcción de las obras del Metro de Caracas se encuentra la deformación y descenso de 20 cm sufrido por el elevado ubicado en la esquina La Bolsa en Noviembre de 1981, debido al asentamiento del terreno encima del túnel en proceso de excavación ubicado a 7 m de profundidad, así como ligeros agrietamientos ocurridos en el Palacio Legislativo del Capitolio durante la misma fase constructiva.

Así mismo, la construcción de los falsos túneles de la línea 1 del Metro de Caracas confrontó problemas de colapso de los taludes cortados en los sitios de interferencia de los mismos con los canales deltaicos arenosos del amplio delta de transfluencia holoceno ubicado en todo este sector y cartografiado en el Anexo 12, lo cual destaca la importancia de la geología urbana, y en particular de la geología detallada del Cuaternario, para la planificación de las obras subterráneas cada vez más frecuentes e importantes que se construyen en la ciudad y para aprovechar las mismas obras para el mejoramiento y actualización de estas mismas fuentes de información geológica.

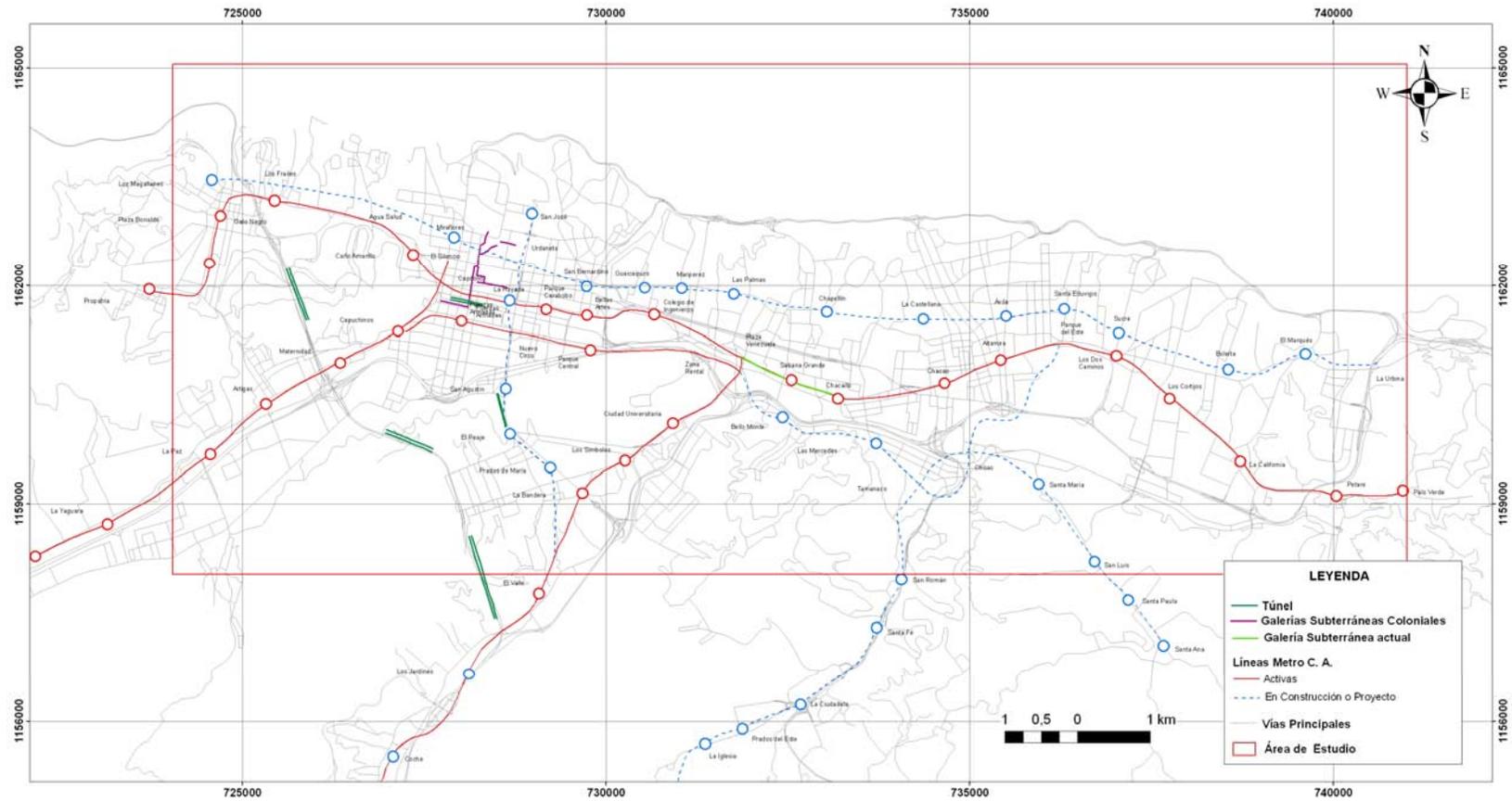


Figura 3.48. Inventario preliminar de vicios potenciales del subsuelo correspondientes a obras subterráneas construidas en el Valle de Caracas desde la Colonia.

3.5 INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA SOBRE EL VALLE DE CARACAS

Los problemas de abastecimiento de agua confrontada por la ciudad de Caracas han constituido uno de los principales estímulos para el desarrollo del conocimiento hidrogeológico y geológico del Valle de Caracas.

El primer trabajo de envergadura realizado en el Valle de Caracas es el estudio llevado a cabo por la SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION OF DELAWARE en 1948-1950. Los trabajos realizados posteriormente no son comparables con los aportes del referido trabajo que constituye todavía hoy en día la principal fuente de consulta en materia de aguas subterráneas y para fines de geología urbana de una manera general.

3.5.1 Aportes previos a los años 1948-1949:

Los aportes previos al estudio global de la DELAWARE conciernen más que todo a aspectos puntuales relacionados con las fuentes de agua que abastecían a la ciudad.

Las quebradas Catuche y Cotiza surtían los estanques del Polvorín para la época, suministrando 7 y 5 lts/seg respectivamente. Macarao surtía 188 lts/seg, pero estos 200 lts/seg no eran suficientes para el abastecimiento de la población existente. Como consecuencia de este déficit de agua, los pozos de Catia se construyeron como una pequeña ayuda al embalse de Macarao, pero no fueron suficientes para satisfacer la demanda de agua latente para la época. Al respecto, se efectuó en 1927, un estudio del subsuelo de Catia para la perforación de pozos profundos que ubicó niveles de agua a escasos metros de profundidad (6-8 m) (CAMACHO, 1927) en un perfil de pozo que señala la presencia de “arena fina y gruesa, greda y arcilla” a aproximadamente 7 m de profundidad (Figura. 3.49).

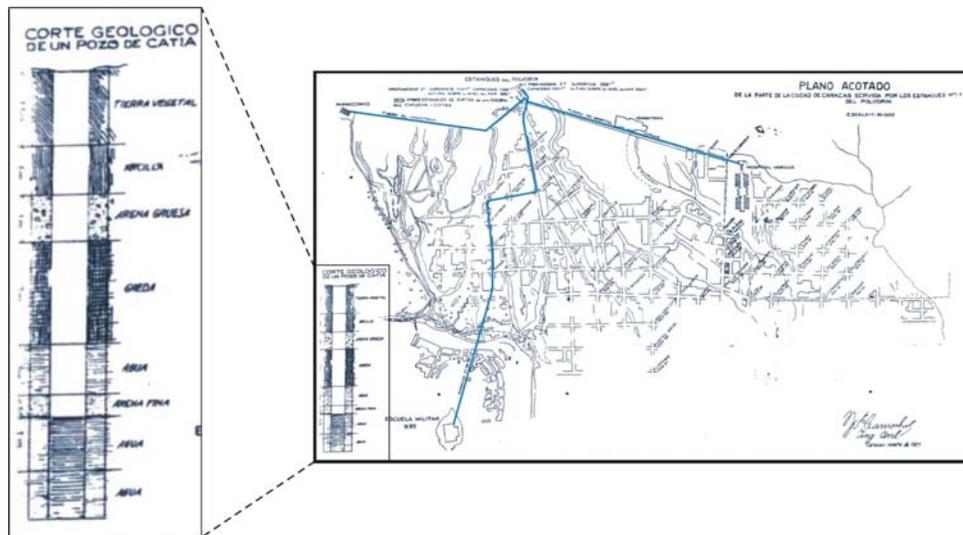


Figura 3.49. Perfil litológico de un pozo en Catia. Modificado de CAMACHO, 1927.

3.5.2 El informe de aguas subterráneas de 1948-50

El resultado más significativo de este estudio es un mapa con curvas isopiezas del Valle de Caracas, generadas a partir de datos de más de 500 pozos disponibles para la época (Figura 3.50 y 3.51). Fuera de este primer insumo para el desarrollo de la geología urbana de la ciudad, es de interés destacar un perfil geológico esquemático del faldeo sur del Ávila realizado por el mismo Ing. geólogo Víctor López, el cual destaca el papel de la brecha arcillosa de la falla del Ávila como sello lateral de las aguas subterráneas infiltradas y acumuladas en el macizo rocoso y las propiedades artesianas de las mismas (Figura 3.52).

En 1949, AGUERREVERE revisó el informe producido por la DELAWARE en 1948 y expresó que el “*subsuelo estaba siendo bombeado en exceso...*”, y que el acuífero podía ser recargado tanto natural como artificialmente. Aguerrevere recomendó que la ubicación y construcción de pozos particulares en el Valle de Caracas debían ser controladas y reglamentadas.

Entre otras conclusiones de este estudio, el Ing. Geólogo Víctor López, quien coordinó el trabajo por parte de Venezuela, recomendó realizar un seguimiento sistemático de los afloramientos geológicos generados por las excavaciones

artificiales realizadas con cada vez más frecuencia en la ciudad, y propuso a la Escuela de Geología de la UCV para realizar este trabajo permanente.

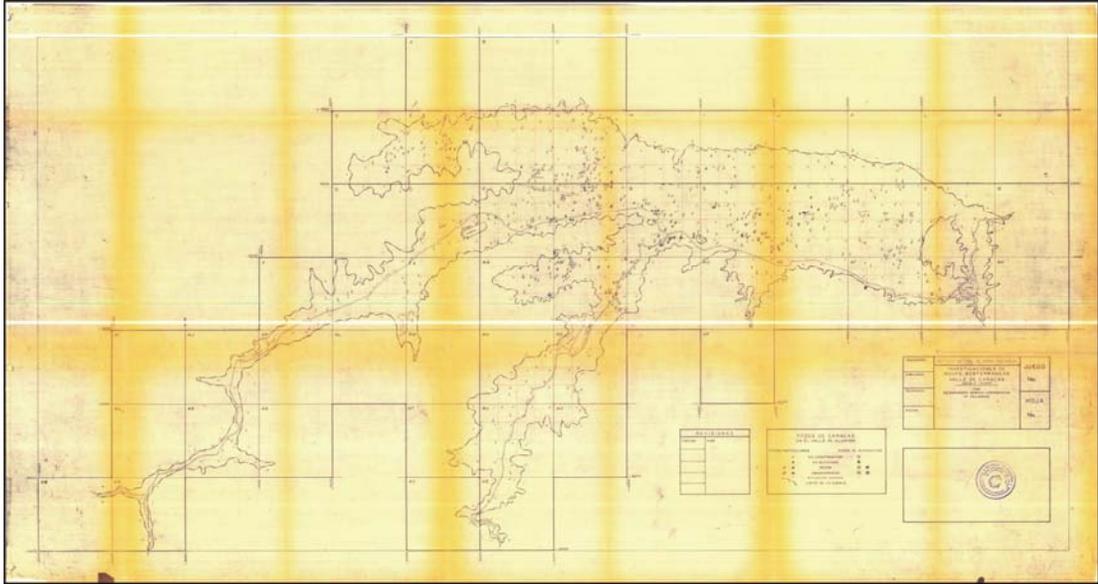


Figura 3.50. Mapa de Pozos del Valle de Caracas a escala 1: 25.000. Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), 1948.

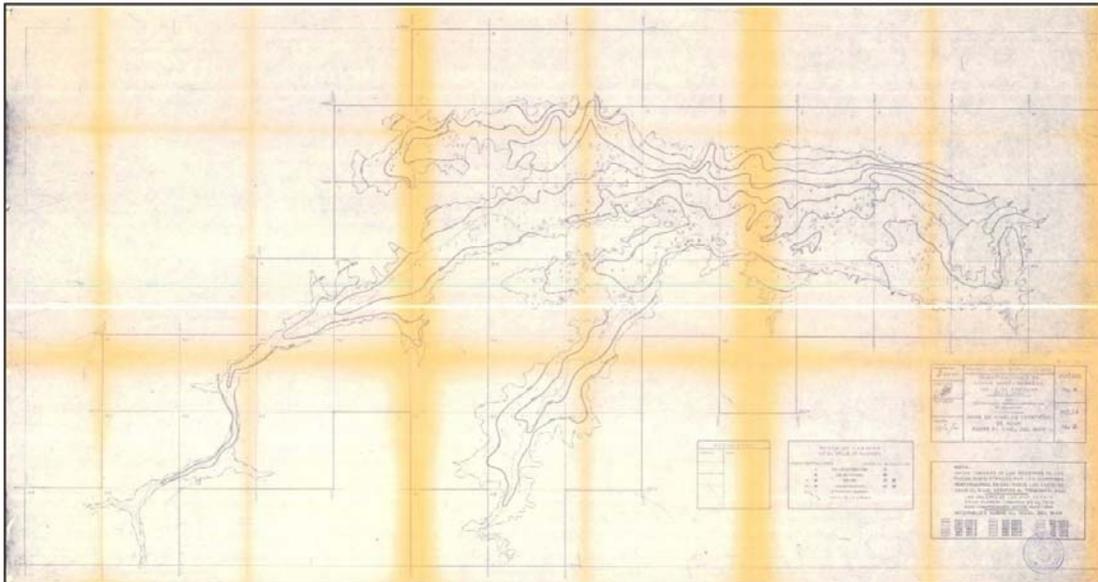


Figura 3.51. Mapa de "niveles estáticos de agua sobre el nivel del mar" a escala 1:25.000. Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), 1948.

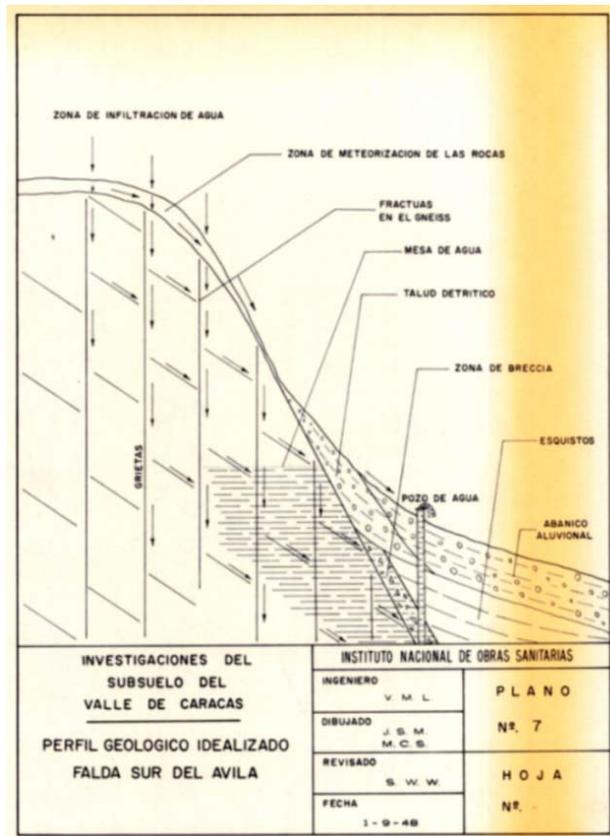


Figura 3.52. Perfil geológico de la falda sur del Ávila con pozo de agua artesiana represada por la brecha de falla arcillosa de El Ávila en la Cota Mil (DELAWARE CORPORATION, 1948).

3.5.3 Investigaciones posteriores a 1949-50

En 1965, LASSER señala un descenso de 25 m en el nivel de la mesa de agua del Valle de Caracas entre los años 1930 y 1965.

En 1972, ARANGUREN & ITRIAGO realizaron un estudio hidrogeológico con el objeto de investigar la causa de las variaciones del nivel freático en el Valle de Caracas debido a que en el lapso 1961-1971, el nivel freático estaba recuperado comparativamente al año 1950, y que esta recuperación se debía, en gran parte, al cierre de los pozos activos.

Lamentablemente, después de la investigación realizada por Aranguren & Itriago las condiciones del acuífero del Valle de Caracas quedan prácticamente desconocidas, tomando en cuenta la carencia de información sobre las variaciones del nivel freático en los 30 años subsiguientes al referido trabajo.

El estudio más reciente sobre las variaciones del nivel de la mesa de agua en el Valle de Caracas, se debe a la Dirección de Cuencas del Ministerio del Ambiente (MINAMB) quien recopiló información de 289 puntos de agua subterránea y generó un mapa de curvas isopiezas para el año 2001.

CAPITULO IV

INFORMACION GEOLÓGICA NO CONVENCIONAL

La carencia de afloramientos para realizar estudios geológicos convencionales en el Valle de Caracas, ha llevado a la búsqueda de otras fuentes inusuales de información geológica de carácter indirecto. Entre estas fuentes de datos se encuentra la toponimia, la cual se encarga del estudio de los nombres propios de un lugar, de su origen y significado; la arqueogeología, la cual aprovecha los yacimientos arqueológicos como marcadores estratigráficos; la geo-iconografía, la cual funciona como ventana hacia la morfología caraqueña del pasado; y los monumentos históricos y la lexicología popular como fuentes de información potencial sobre materiales de construcción.

4.1 GEOTOPONIMIOS URBANOS

Los toponimios de interés para esta investigación han sido denominados de manera general **GEOTOPONIMIOS**, pues la información que se ha obtenido de los mismos se encuentra ligada a la geología del Valle de Caracas de una manera general. Estos toponimios a su vez, han sido tipificados de acuerdo a la información geotemática que los mismos ofrecen:

- **Orogeotoponimios:** alusivos a la configuración topográfica y fisiográfica del Valle de Caracas.
- **Hidrogeotoponimios:** alusivos a drenajes y crecidas históricas ocurridas en el Valle de Caracas.
- **Sismogeotoponimios:** alusivos a la memoria sísmica de la ciudad de Caracas.
- **Rudogeotoponimios:** como insumos documentales de interés sobre la geología de la basura en Caracas.
- **Litogeotoponimios:** alusivos a los materiales constitutivos del suelo y subsuelo del Valle de Caracas y a su utilización como materiales de construcción.

– **Geotoponimios exodinámicos:** alusivos a la ocurrencia de procesos geodinámicos externos, como deslizamientos y derrumbes, que afectaron a la ciudad de Caracas en determinadas oportunidades.

4.1.1 Historia de los toponimios caraqueños

Los nombres de las calles y las esquinas de Caracas están íntimamente relacionados con la historia de la formación de la ciudad. En el momento de la fundación de Caracas, según el plano de Juan Pimentel, la Plaza Mayor o Plaza de Armas era el centro de la ciudad y estaba situada entre las quebradas Catuche y Caroata, y el río Guaire.

Según GARCÍA DE LA CONCHA, J. (1962), la ciudad heredó de la era colonial el nombramiento de las principales vías, como por ejemplo la “Calle Real”. El común bautizaba las esquinas con el nombre de las cosas más significantes que encontraba en cada una, muchas de ellas con los apellidos de familias importantes. También se colocaron nombres del templo que se levantara en el lugar; otras llevan nombres de santos y nombres como producto del ingenio popular.



Figura 4.1. Esquema de la división general de las calles. Extracto del Mapa del Cuatricentenario de Caracas 1567-1967.

En 1776, el Obispo Madroño decretó un cambio de denominación de las calles y cuadras de la siguiente manera: las calles de Caracas debían ser señaladas con números romanos y por nombres correspondientes a episodios de la Vida, Pasión, Muerte y Resurrección de Cristo. Las cuadras tenían a su vez números castellanos y por títulos las distintas advocaciones de Nuestra Señora. En las esquinas ardían candiles de grasa ante las cruces e imágenes piadosas y las casas tenían un Patrono. El objetivo del Obispo era el de “fervorizar más las almas”, y su método era sencillo; si había una pedrera, la cuadra se llamaba “Nuestra Señora de la Cantera”, si se encontraba un colegio, la calle llevaba entonces el nombre “Nuestra Señora de la Sabiduría” (NUÑEZ, 1963).

Algunos de estos nombres de santos y patronos quedaron plasmados en la toponimia caraqueña. Pero la mayoría de los nombres cambiaron según la denominación que les diera en algún momento el pueblo caraqueño. En 1811, a raíz de la Independencia, las calles tenían nombres como La Justicia, La Seguridad, Trujillo, Barinas, Colón, Confederación, entre otros. Pero el esfuerzo más importante que se hizo para la nomenclatura caraqueña, fue a fines de 1876, cuando se intentó numerar calles y casas de la ciudad. Al principio fue un éxito, hasta que los nombres de las esquinas se mezclaron con las numeraciones dadas.

A pesar de los intentos reiterativos de cambiar los nombres originales de las calles y esquinas, estos cambios no han alterado de manera significativa a la nomenclatura caraqueña original.

4.1.2 Tipología de GEOTOPONIMIOS URBANOS

Orogeotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Guaraira Repano (El Ávila)	Macizo rocoso y mole tectónica correspondiente a la Cordillera de la Costa, ubicado al norte de la ciudad de Caracas.	Este toponimio, de origen caribe, alude a la “sierra grande”, o macizo que separa a la ciudad del mar.	Este macizo que no constituía un problema significativo para el paso con mulas hacia la ciudad desde el litoral central, se convierte en un obstáculo considerable con el desarrollo de la tecnología vial de comunicación automotora con la costa.
El Valle (de San Francisco y luego, de Caracas)	Depresión tectónica y apéndices aluviales que sirven de asiento a la actual capital del país.	En los inicios de la Colonia, este toponimio se refiere solamente a la depresión aluvial drenada por el río Valle (antiguo río Turmero), donde ocurrieron dos intentos fallidos de creaciones de poblamientos permanentes; el primero, un hato de ganado y una ranchería en el “Valle de Cortés Rico” (VALERY, 1978) en los años 1560 por Francisco Fajardo, y el segundo, conocido como la “villa de San Francisco” en el “valle” de mismo nombre (GASPARINI & POSANI, 1969) a cargo de Juan Rodríguez Suárez, previamente a la reedificación de estos	En su aceptación restringida, este toponimio era sinónimo de calidad geoambiental por el valor agronómico de los suelos, y en particular por la pureza de las aguas filtradas por los espesos mantos de saprolito areno-limoso desarrollados en las metareniscas del Esquisto de Las Brisas. En este “valle” del río Valle se funda en la antigua Hacienda Sosa, a la primera escuela de peritos agropecuarios del país.

Tabla 1.1. Descripción de Orogeotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
		dos primitivos poblados por Diego de Losada en 1567 en el “Valle de la Pascua”, donde ingresa el 31-03-1567, y antes de proceder a la fundación de Santiago de León de Caracas en el “Valle” de mismo nombre.	
Sabana Grande O 1	Llanura ubicada entre Plaza Venezuela y la quebrada Chacaíto.	Este toponimio alude al amplio espacio abierto originado entre la quebrada Chacaíto y Chacao por los explayamientos de deslaves y aludes prehispánicos, tal como lo destaca la etimología del vocablo Chacao, que significa “arena”.	En la Colonia, este amplio espacio abierto, conocido también como la “Sabana de Chacao”, fue propuesto sin éxito, como sitio de mudanza de Caracas, a raíz del terremoto de 1641.
El Calvario O 2	Estribo rocoso del Esquistos de Las Brisas que corresponde a la terminación oriental del antiformal del Junquito, cortado en garganta epigénica por la quebrada Caroata, entre la “Faldiguera” (Calle La Faltriguera) y las Escalinatas.	Toponimio que alude, a semejanza del Monte Golgota, a una eminencia rocosa árida que dominaba a la ciudad colonial al oeste del Caroata, y donde estaba plantada una cruz y ubicada una ermita. Hacia esa colina y desde la Iglesia de San Jacinto, se hacía en cada Semana Santa la procesión de las 12 estaciones, cruzando previamente a las ex calles de El Martirio y La Amargura	Uno de los altos topográficos de mayor significado estratégico y cultural de la Caracas antigua, también conocida por los caraqueños como “La Colina”. Desde la misma se retrataron las primeras panorámicas de la ciudad, como es el caso de la más antigua imagen de Caracas pintada por un artista anónimo en 1766, previamente al terremoto de octubre de ese año (Fig. 4.7). Esta función natural de mirador fue institucionalizada por Guzmán Blanco, quien convierte al

Tabla 1.1. Descripción de Orogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
			Calvario en un paseo arborizado, dotado de lagunas y jardines alimentados por el Estanque del nuevo acueducto de Macarao; más tarde, en esta misma colina, se establece el Observatorio astronómico, metereológico y sismológico nacional.
Rincón del Valle O 3	Depresión en herradura correspondiente al sinforme del Sinclinal de El Cementerio donde se conserva la mayor extensión de sedimentos lacustres pleistocenos del Valle de Caracas.	Apéndice oeste de la depresión del río Valle. Este toponimio alude al carácter semi-cerrado de esta depresión aluvial suspendida a unos 10 a 15 m por encima de la vega inundable del anterior río. Estas características le confieren una vocación estratégica aprovechada por los patriotas para la mudanza del gobierno en las primeras horas que suceden al terremoto de 1812, y previamente al traslado a Valencia de la capital.	Huerta natural que constituía una muestra de los encantos bucólicos y las bondades agrícolas de la campiña del río Valle, y que aprovecharon los primeros vecinos de Caracas para sembrar trigo.
Bello Monte O 4	Entre Sabana Grande y las colinas del sur de Caracas (Colinas de Bello Monte).	Geotoponimio de origen inglés (“Bell Mount”). Llegó a aludir a la existencia de una colina rocosa del Esquisto Las Mercedes en plena zona aluvial, que servía de asiento a las dependencias de la hacienda de caña ubicada al final de la actual Av. Casanova y que dominaba	Garganta epigénica formada por el río Guaire al cortar un estribo rocoso del Esquisto Las Mercedes.

Tabla 1.1. Descripción de Orogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
		el río Guaire intercalado entre las colinas de Bello Monte y esta loma; este trazado natural anómalo del río resulta de un proceso de entallamiento epigénico idéntico al que se observa entre el estribo rocoso de la Hda. Ibarra (Hda. San Diego) y la loma rocosa donde se asentaba la Hda. Noria en la Colonia (sitio del actual edificio inconcluso de la Zona Rental).	
El Portachuelo (actual Roca Tarpeya) O 5	Uno de los 3 pasos naturales existentes y abiertos, junto con los pasos de la Hda. Ibarra y de la Bandera, en la herradura rocosa donde se aloja el Rincón del Valle.	Única abra disponible para el paso directo del camino entre la Caracas vieja y los valles del Tuy, ensanchada mediante cortes subverticales inestables en 1877 y 1947.	Vocación estratégica de los sitios de paso señalados, evidenciada por la ubicación de la Casona de la Hacienda Ibarra en un topo aislado en la extremidad noreste de la referida herradura rocosa, defendido por el río Guaire al norte.
Chacao O 6	Pueblo localizado en el centro de la mitad este del Valle de Caracas.	Según VALERY (1978), este nombre proviene del cumanagoto <i>chacu</i> o <i>chacau</i> .	Según Lisandro Alvarado, citado por VALERY (1978), significa arenal, en alusión al material arenoso de los explayamientos distales de deslaves prehispanicos.
La Vega de Caracas O 7	Espacio extramuros ubicado en la entrada suroeste de la ciudad.	En este espacio abierto ocupado por huertas, se ubicaba también algunos de los sitios de extracción de greda más notorios, utilizados para la fabricación	Con la ocupación urbana de esta "vega" primitiva correspondiente a la parte distal del abanico aluvial del casco viejo de la ciudad, el

Tabla 1.1. Descripción de Orogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
		de ladrillos y cerámica, y luego, como basureros, así como fosas comunes para el entierro de las víctimas de epidemias y terremotos.	geotopónimo pasa a designar en el siglo XVII, al sector menos expuesto a las inundaciones de las vegas del río Guaire, correspondiente a un grueso sector de banco aluvial aprovechado como una isla por un asentamiento indígena prehispánico ubicado actualmente a escasa profundidad, en el subsuelo de la actual Hda. La Vega (o Hda. Uslar) cercana al río Guaire.
El Paraíso O 8	Suroeste del valle. Antigua Hacienda El Paraíso o Trapiche de los Echezuría.	Primera urbanización en Caracas construida en la vega inundable del río Guaire, con grandes quintas con patio central.	Toponimio emblemático del primer auge de nuevoriquismo urbanístico especulativo registrado en Caracas a final del siglo XIX. Urbanización dotada con plazas, jardines, hipódromo, casas de hierro antisísmicas y demás servicios para la gente adinerada de Caracas que se mudó a esta urbanización después del terremoto de 1900.
Esquina de Miracielos O 9	Ubicada al sur de la Av. Bolívar y al este de la quebrada Caroata, entre las esquinas Reducto y Cipreses.	Este geotopónimo de significación olvidada, designaba a finales del siglo XVI, al amplio espacio abierto extramuros que se extendía “calle debajo de San Francisco” por la “calle del medio” o Calle Real hacia el río	Toponimio alusivo al antiguo límite sur de la ciudad.

Tabla 1.1. Descripción de Orogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
		Guaira (NUÑEZ, 1963). La esquina de Miracielos se ubicó en la Av. Lecuna, la cual marcaba el límite del perímetro urbano construido, donde se despejaba el horizonte y podía verse el cielo.	
Esquina Voladero O 10	Al oeste de la quebrada Catuche, próxima a la Quebrada Polvorín, al noroeste de la esquina Alcantarilla.	Según VALERY (1978), equivale a precipicio o despeñadero.	Se refiere a lo profundo de la barranca y al saliente que formaba la cresta del talud de la misma.
Esquina Gradillas O 11	Ubicado al este de la Plaza Bolívar del casco central de la ciudad.	Toponimio alusivo a la construcción de gradillas para nivelar el desnivel topográfico natural que existía entre la Plaza Mayor y las calles ubicadas al sur de la misma.	Se refiere a los cambios topográficos realizados en las calles cercanas a la Plaza Mayor para su nivelación, debido a la pendiente que presentaba la ciudad para la época.
Esquina Escalinatas O 12	Al este de la quebrada Catuche, entre las esquinas Pelota y Punceres.	Debe su nombre a las escalinatas o escalones utilizados para descender desde el puente Punceres a la quebrada Catuche.	Geotoponimio que hace referencia a la gran profundidad de las barrancas de la quebrada Catuche, y al desnivel topográfico entre la calle y el fondo de la quebrada.
Esquina los Escalones (actual esquina Maturín) O 13	Al oeste de la quebrada Catuche, al lado este de la esquina Jesuitas.	Debe su nombre a unos escalones que fueron construidos en el lugar para facilitar el descenso hacia la quebrada Catuche.	Se refiere a la profundidad de las barrancas de la quebrada, y al desnivel topográfico entre la quebrada y las calles de la ciudad.

Tabla 1.1. Descripción de Orogeotoponimios (Continuación)

Hidrogeotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Quebrada Honda H 1	Quebrada Honda, frente al Parque Los Caobos, al norte del río Guaire.	Antigua quebrada fuertemente entallada en rampas laterales Q ₃ y Q ₂ (Anexo 12).	Quebrada de gran profundidad que constituía junto con las quebradas Canoa y Maripérez, un obstáculo para el “ensanche” de la ciudad hacia el este.
Hoyada de San Lázaro H 2	Al oeste de la quebrada Catuche, ubicada en el empalme entre Av. Bolívar y las Fuerzas Armadas.	Vega inundable del río Catuche que se ubicaba frente al Hospicio de San Lázaro.	Esta zona era una extensa ciénaga donde bebían los animales y hasta se surtían los vecinos, pero en vista de los peligros de contagio que esta podía generar, el Regidor Don José Hilario Mora propuso en 1794 que fuese cegada.
Los Chorros H 3	Al oeste de la quebrada Tócome, entre las urbanizaciones Sebucán y Horizonte.	Se debe a ruidosas y espectaculares cascadas formadas por el río Tócome al resbalar por el escarpe de falla del Ávila.	Geositio de gran atractivo natural donde iban a “temperar” los caraqueños, y convertido en parque urbano actualmente.
Lago de Maripérez e isla de la Hacienda Ibarra H 4	Sector angosto de la vega inundable del río Guaire ubicado entre la terraza lacustre de Maripérez, la Plaza Venezuela y la Casona de la Hda. Ibarra agua arriba de su confluencia con el río Valle.	Geotoponimios referidos por el Gral. Landaeta Rosales (1889), alusivos a la vocación inundable del sector de la vega señalado, en caso de obstrucción del río Guaire y a la vocación de península de la Hda. Ibarra en tales oportunidades.	En el sector de interés, la vega aluvial del río Guaire fue convertida por represamiento lateral de este drenaje, en una cuenca lacustre temporal a final del Pleistoceno. Ambos toponimios posiblemente hacen alusiones a escenarios de inundación importantes ocurridos en ocasión de grandes crecidas del río Guaire.
Esquina Platanal H 5	Ubicada al oeste de la quebrada Anauco, en la	Antiguamente esta zona era muy húmeda, propicia para que allí	Zona cenagosa al oeste de la quebrada Anauco, que retrasó el desarrollo

Tabla 1.2. Descripción de Hidrogeotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
	Av. Urdaneta, entre las esquinas Ánimas y Candilito.	subsistiera por mucho tiempo un platanal.	urbanístico, por ser utilizada para plantaciones de plátano.
Puerto Escondido H 6	Posiblemente ubicado cerca de la esquina Maderero, en la actual Av. Baralt, en las riberas de la quebrada Caroata y del río Guaire.	Según VALERY (1978), el nombre proviene de un pequeño desembarcadero, oculto en un recodo del Caroata, el cual se ocultaba en la trama urbana.	Según Aquiles Nazoa, citado en VALERY <i>op cit</i> , “el caudal que tenía entonces el Guaire permitió construir en el término de una de estas calles (la del Mar o la de San Sebastián) un pequeño puerto al que llegaban en faluchos las legumbres y frutos... bajaban también flotando por la corriente las grandes maderas...”. Según MANZANO (1951), la esquina de Maderero era “llamada así porque, cuando Caroata era río, sus aguas arrastraban las balsas a cuyo bordo traían maderas de Catia para construcciones en la ciudad”. Antiguo puerto utilizado para transportar materiales de construcción de la época, aprovechando los caudales de los ríos y quebradas.
Esquina Los Albañales (Esquina Lazarinos) H 7	En el sector de San Juan, entre la esquina Cruz de la Vega y Capuchinos	Según VALERY <i>op cit</i> , el nombre se debe a una alcantarilla que ordenó construir Guzmán Blanco para controlar los arrastres torrenciales provenientes del Guarataro.	Se construyó probablemente en días de mucha lluvia cuando bajara mucha agua y se hacía necesario drenar el lugar por medio de una alcantarilla al río Guaire.

Tabla 1.2. Descripción de Hidrogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Esquina de Caja de Agua H 8	Al oeste de la quebrada Catuche, entre la esquina Guanábano y el Puente de la Trinidad.	Según VALERY (1978), el nombre se debe a una antigua caja de agua, que posiblemente surtía agua a las acequias existentes en Caracas en el siglo XVI.	Esta caja tomaba agua del río Catuche y la distribuía para las acequias que servían a la ciudad. Fue construido en el punto más elevado de la antigua Caracas.
Esquina la Esmeralda H 9	Al oeste de la quebrada Anauco, entre las esquinas Santo Domingo y Mirador.	Según VALERY <i>op cit</i> , su nombre posiblemente proviene del color de las aguas estancadas en dicho lugar.	En dicha zona se encontraba una laguna de aguas estancadas, que en 1912 fue mandada a sanear. La laguna necesitó de cuatro mil (4.000) carretas de tierra, obtenidas en los alrededores para colmatarse.
Esquina La Represa (actualmente esquina de San Vicente) H 10	Al oeste de la quebrada Catuche, en Sabana de Blanco, entre las esquinas Medina y Torero.	Según VALERY <i>op cit</i> , en 1875 esta esquina era llamada La Represa, por el Acueducto de Catuche situado a poca distancia.	Este acueducto fue ubicado en la quebrada Catuche para aprovechar sus aguas y de ésta manera surtir a la población de la antigua Caracas.
Esquina El Socorro H 11	Entre las quebradas Catuche y Anauco, entre las avenidas Urdaneta y Fuerzas Armadas.	Proviene de la ayuda o salvamento que se les prestaba a las mujeres lavanderas cuando el río arrastraba las ropas y a las mismas lavanderas.	Las lavanderas cruzaban el río Catuche en la noche y no podían regresar por las crecidas de la quebrada. Si intentaban, eran arrastradas por la corriente. Ésta es una de las causas por las cuales el sargento Nicolás Puncel, construyó el puente Punceres.
Puente Nuevo H 12	Puente sobre el río Caroata, entre las esquinas Quebrado y	Según VALERY (1978), en la época de la colonia sólo hubo un puente para cruzar el Caroata, denominado	Puente construido para cruzar el río Caroata, luego de que una crecida del mismo derribara el primero.

Tabla 1.2. Descripción de Hidrogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
	Maderero.	San Pablo, el cual fue destruido por una crecida de la quebrada el 12/10/1847. El nuevo puente fue denominado el Puente Nuevo, como consecuencia de la destrucción del puente anterior.	
Puente Punceres H 13	Al este de la quebrada Catuche, entre las esquinas la Pelota y Punceres.	Según MONTENEGRO (1951), el nombre se debe al sargento Nicolás Puncel Montilla, el cual construyó un puente sobre la quebrada Catuche, el primero en la ciudad.	Este puente fue construido por dicho sargento, por interés personal de cruzar el río Catuche, que en época de crecidas, era imposible cruzar. Los principales beneficiados sería la familia Puncel porque vivían al otro lado del río.
Esquina Río H 14	Al norte del río Guaire y entre las quebradas Caroata y Catuche.	Su nombre proviene posiblemente de un antiguo ramal del río Guaire que pasaba por dicha zona, a raíz de una difluencia originada posiblemente por la crecida de 1781.	Hidrotoponimio alusivo a la mudanza sufrida por el río Guaire, en el siglo XVIII.

Tabla 1.2. Descripción de Hidrogeotoponimios (Continuación)

Litogeotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
El Pedregal L 1	Barrio ubicado al norte de la urbanización La Castellana y al este del Country Club, en el sector de acumulación más importante de deslaves holocenos.	Desde el siglo XIX, existían lugares en Caracas donde habían unos “peñonsotes” que eran “mandarriados” por los “pedreros”, quienes las vendían para la construcción de urbanizaciones.	De este lugar se extraían peñones para ser utilizados en piedras de molino, objetos ornamentales y como materiales de construcción (Fig. 4.13).
Esquina de Camejo L 2	Entre las avenidas Universidad y Bolívar, y entre las esquinas Pajaritos y Colón.	Proviene del alfarero Pedro Antonio Camejo, quien vivió en dicha esquina.	Este alfarero se ocupó de la fábrica de ladrillos y loza de tierra vidriada, siendo éstas las primeras cerámicas realizadas en Caracas.
La Pedrera del Cerro (o Esquina La Pedrera) L 3	Al oeste del Capitolio, entre las esquinas de La Pedrera y Marcos Parra (ex esquina de La Faltriquera) en la calle conocida antes como de La Faltriquera o Nuestra Señora de La Cantera.	Geotoponimio alusivo a la existencia de una loma rocosa elongada, retratada en planos coloniales, y que existía entre las esquinas de La Faltriquera (actual esquina Marcos Parra) cercana al Caroata y hacia la actual esquina de la Pedrera, la cual fue nivelada en la Colonia. Esta loma constituye una prolongación natural del estribo rocoso del Esquisto Las Brisas de El Calvario hacia la ciudad por debajo de la quebrada Caroata.	La existencia de la loma rocosa referida por el toponimio “La Pedrera del Cerro” constituía un obstáculo para la extensión de la calle La Faltriquera hacia el Caroata y la construcción del puente sobre esta quebrada. Por tal razón, los caraqueños que establecieron su residencia en este sitio en la Colonia, fueron autorizados por el Ayuntamiento bajo la condición de “allanar aquel ripio y piedra, y que ésta se aproveche para la construcción del puente” (VALERY,

Tabla 1.3. Descripción de Litogeotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
			1978). El toponimio destaca la presencia de afloramientos rocosos y desconocidos hoy en día. Esta memoria geotoponímica de afloramientos rocosos no solamente presenta un interés geológico, sino también es de importancia para fines de microzonificación sísmica y para el conocimiento histórico de las fuentes locales de materiales de construcción.
Esquina o calle de La Faltriquera L 4	Entre las esquinas de La Pedrera y Marcos Parra (ex esquina de La Faltriquera) en la calle conocida antes como de La Faltriquera o Nuestra Señora de La Cantera.	El toponimio Faltriquera (o Faldiguera ?) hace alusión al abultamiento rocoso anteriormente mencionado en la esquina de la Pedrera, aunque también puede hacer referencia a un polvorín utilizado en las pedreras y canteras ubicadas en este cerro y convertidas luego en basurero al ser abandonadas como lo atestigua el toponimio de mismo nombre atribuido también a la esquina Marcos Parra.	Este toponimio hace referencia a la loma rocosa existente en ese sector en la Colonia, cuando fue nivelada para facilitar la expansión de la ciudad al oeste.
Esquina Las Piedras L 5	Noreste de Quinta Crespo, entre las esquinas Bárcenas y Venado.	Toponimio alusivo a las lajas de mármol traídas en balsas desde Mamera por el río Guaire, y que se desembarcaban en el mismo puerto fluvial de la Cuadra Bolívar o “Cuadra del Guaire” que se	En la cercanía de este sitio se ubicaba la antigua marmolería de Caracas (1864) que probablemente recibía materia prima por la vía fluvial indicada y cuyo edificio fue

Tabla 1.3. Descripción de Litogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
		ubicaba en una difluencia histórica del río Guaire (VALERY, 1978).	demolido hace 20 años atrás.
Esquina Horno Negro L 6	Al oeste de la quebrada Caroata; entre la esquina de Delicias y el Puente Casacoima, en el sector de Quinta Crespo.	Toponimio alusivo a una alfarería establecida a principios del siglo XX (VALERY <i>op cit</i>).	Seguramente funcionó una alfarería en el lugar, cuya materia prima era extraída de la vega aluvial del Guaire.
Esquina de Tejería (actual esquina Guayabal) L 7	Entre las quebradas Caroata y Catuche, entre las esquinas Sordo y Regeneración. Vega aluvial del Guaire.	Toponimio alusivo a la tejería que existió en el lugar. Según VALERY (1978), debió existir un tupido grupo de guayabos en este sitio que justificó el cambio de nombre al dejar de funcionar la tejería.	Destaca la importancia de los materiales arcillosos de la vega aluvial del Guaire para su utilización en la construcción tradicional de viviendas.
Guarataro o Pedrera de San Felipe Neri L 8	Faldeo sur del cerro El Calvario, al norte de la Av. San Martín.	Geotoponimio alusivo a un afloramiento de la caliza de Las Brisas, utilizado como cantera de piedras ornamentales en la época de la Colonia.	Según VALERY (1957), esta zona también es conocida como Pedrera de San Felipe de Neri, es decir, la cantera de los Padres Neristas, de donde se extraían piedras para convertirlas en sillares, en forma de paralelepípedo rectángulo, que aún se admiran en la fachada noreste de la Basílica de Santa Teresa (Fig. 4.18).

Tabla 1.3. Descripción de Litogeotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Esquina El Tejar L 9	Antiguo terminal de pasajeros. Cruce Av. Bolívar con Av. Fuerzas Armadas.	Según NÚÑEZ (1988) fue un lugar donde se fabricaban las tejas de la “Caracas de los techos rojos”.	Probablemente en los alrededores de esta esquina se hallaba la materia prima de origen aluvial necesaria para la elaboración de dichas tejas
Hato de Cúpira L 10	Catia, noroeste de la ciudad.	Según MANZANO (1951), la primera alfarería mecánica se estableció en el Hato de Cúpira (Catia) a finales del siglo XIX, y su principal función era producir adoboncitos, tejas y panelas para construir Santa Inés y el Palacio de Miraflores, ambos pertenecientes al General Joaquín Crespo.	Primera alfarería y calera industrial de Caracas donde se debe haber aprovechado la materia prima arcillosa y el caliche de origen local (Figura 4.15).
Esquina de Caleros L 11	Entre las quebradas Catuche y Anauco, entre las esquinas Socorro y Desamparado.	Alusivo al oficio de calero en un sitio donde deben haber funcionado hornos de cal.	Geotoponimio alusivo a probables hornos de cal, para la producción local de materiales de construcción para la Caracas antigua.
Esquina Hoyo Vicioso (actual esquina El Hoyo) L 12	Al oeste de la quebrada Caroata, y entre las esquinas Hospital y Santa Rosalía.	Geotoponimio alusivo a un solar de donde se extraía material o “tierra” para la construcción del cuartel de milicianos.	Geotoponimio referente a un sector de la antigua ciudad, donde se extraía materiales de construcción para la Caracas antigua.
Hornos de Cal L 13	Faldeo rocoso de San Agustín del Sur, al sur del río Guaire y lo largo del actual Jardín Botánico.	Toponimio alusivo a la explotación para la fabricación de cal de las costras de caliche muy espesas que epigenizan las laderas desarrolladas en el Esquisto Las Mercedes del Jardín Botánico (UCV).	Toponimio alusivo a un sector de la ciudad donde se extraían materiales para encalar las construcciones de la Caracas antigua.

Tabla 1.3. Descripción de Litogeotoponimios (Continuación)

Rudogeotoponimio

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Esquina de Basurero (actual esquina de Curamichate) R 1	Talud de la barranca correspondiente a la orilla oeste de la quebrada Cienfuegos o quebrada La Vieja.	Rudogeotoponimio alusivo a la barranca de la quebrada Cienfuegos tapado por botes de basura hechos desde la orilla de la misma hacia el cauce de esta quebrada.	En la toponimia caraqueña existen varios rudogeotoponimios alusivos a la existencia de sitios utilizados como basureros, algunos naturales como el analizado aquí, otros de origen artificial como la cantera abandonada de la Pedrera, utilizada también como basurero. Se ilustra de esta manera, la contribución de la toponimia a la rudogeología (o “geología de la basura”) de época colonial en Caracas.

Tabla 1.4. Descripción de Rudogeotoponimio**Sismogeotoponimios**

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Pérez de León S 1	Hospital Pérez de León, Avenida Francisco de Miranda, Petare.	Debe su nombre a Ana Francisca Pérez de León.	Ana Francisca Pérez de León, fue una honorable mujer venezolana, que en 1812 se propuso construir un establecimiento para darle asistencia médica a la población de menores recursos, que sufrió las calamidades del Terremoto de Caracas.

Tabla 1.5. Descripción de Sismotoponimios

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Pasaje Linares S 2	Al oeste de la quebrada Catuche, la corta calle que comunica Plaza de San Jacinto con Avenida Universidad.	Toponimio alusivo al caraqueño Juan Esteban Linares, que dejó su nombre al referido pasaje en el caso viejo de la ciudad.	Según VALERY (1978), Linares fue la primera persona en construir un edificio de tres (3) pisos en abierta oposición a la tradición que limitaba el tamaño de los edificios a un solo piso por “recelo a los terremotos”. Uno de los edificios construidos por Linares resistió el terremoto del 29 de octubre de 1900.
Maripérez S 3	Norte de la Av. Libertador, entre Santa Rosa y Los Caobos.	Debe su nombre a la benefactora María Pérez, que murió al caerle una tapia encima en el momento que procedía a salvar el Santísimo en la Catedral, el 11 de junio de 1641, día que ocurrió el sismo de San Bernabé.	Este toponimio alude al sismo que se produjo el 11 de junio de 1641 o terremoto de San Bernabé, el cual destruyó gran parte de la ciudad y causó cientos de víctimas, entre las que se encontró a Maria Pérez, una de las benefactoras más importantes de la ciudad para la época del suceso.
Esquinas de Las Mercedes S 4	Al oeste de la quebrada Catuche, entre los sectores Sabana de Blanco y Polvorín, y entre esquinas San Vicente y Negro Primero.	Su nombre proviene del Convento de la Inmaculada Concepción de la Sagrada, Real y Militar Orden de Nuestra Señora de la Merced, Redención de Cautivos.	El terremoto del 11 de junio de 1641, llamado de San Bernabé, destruyó la fundación mercedaria. Luego, en el terremoto del 28 de octubre de 1900, los capuchinos de las Mercedes sacaron a Nuestra Señora en procesión, y como se calmaron desde ese instante los sacudimientos sísmicos, se le ratificó una vez más a Nuestra Señora de las Mercedes el título de Abogada de los Terremotos.

Tabla 1.5. Descripción de Sismotoponimios (Continuación)

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Los Frailes de Catia S 5	Entre la Av. Sucre y Ruperto Lugo.	Este nombre proviene de los religiosos damnificados que hicieron sus casas en una zona cercana a Catia luego que el terremoto del 11 de junio de 1641 derrumbara su convento en el centro de la ciudad.	Sismotopónimo alusivo al terremoto de San Bernabé del 11 de junio de 1641 y a las víctimas.
Esquina de San Francisquito S 6	Al oeste de la quebrada Caroata, frente a la zona El Guarataro, entre las esquinas San Pedro y Delicias.	Alude al Convento de San Francisco. El terremoto de 1812 llevó a los franciscanos damnificados a establecerse fuera de la ciudad de manera temporal.	El terremoto de 1812, debió ser de gran magnitud para causar daños al Convento de San Francisco y derrumbar el presbiterio y parte de los claustros.
Esquina Padre Sierra S 7	Al noroeste del Capitolio, entre la Av. Universidad y la esquina Las Monjas.	Alude al Padre Don Joseph de Sierra, capellán de las Monjas Concepciones.	Gran labor humanitaria demostró el Padre Sierra en la epidemia de viruelas de 1764 y en el terremoto de 1766.
Crucecita S 8	Entre las quebradas Catuche y Anauco, ubicada en la Av. Fuerzas Armadas, entre las esquinas San Miguel y San Ramón.	Alude a una cruz que señalaba una edificación religiosa temporal levantada con motivo de los daños registrados por la Catedral de Caracas en el terremoto de 1812.	Otra muestra de la importancia del evento sísmico de 1812 en la memoria colectiva caraqueña.
Calle Madelaine S 9	Casco histórico de Petare, final de la Av. Río de Janeiro.	El nombre de la calle se debe al franciscano francés Fray Jacinto de Madelaine, quién levantó la torre de la iglesia parroquial de Petare.	Este toponímico hace referencia al terremoto de 1812, el cual causó daños considerables en la iglesia parroquial de Petare. La torre de la iglesia fue reconstruida por Fray Jacinto de Madelaine, de allí el nombre a la calle.

Tabla 1.5. Descripción de Sismotopónimos (Continuación)

Geotoponimios exodinámicos

Nombre	Ubicación*	Origen	Significado
Esquina El Desbarrancado E 1	En Sabana del Blanco, orilla oeste de la quebrada Catuche; entre las esquinas Planas y Amadores.	Socavamiento y colapso del barranco oeste de la quebrada Catuche en la crecida del 04/10/1830 (SINGER <i>et al</i> , 1983).	Orilla oeste de la quebrada Catuche, bastante profunda por este lado (Figura 4.8). Toponimio emblemático del comportamiento conflictivo de los taludes naturales de las quebradas entalladas de la Caracas vieja, bajo el efecto de las crecidas.

Tabla 1.6. Descripción de Geotoponimios exodinámicos.

* La ubicación de los geotoponimios figura en el Mapa Cuatricentenario de Caracas 1567-1967 (Anexo 1).

Dentro de la tipología establecida de los geotoponimios del Valle de Caracas, son los más abundantes los Orogeotoponimios, Hidrogeotoponimios y los Sismogeotoponimios, y se concentran en el casco histórico de la ciudad (Figura 4.2, Anexo 8). Estos geotoponimios aportan datos de interés geológico sobre las condiciones de la ciudad en la época colonial principalmente, pero algunos de los cuales siguen siendo de actualidad.

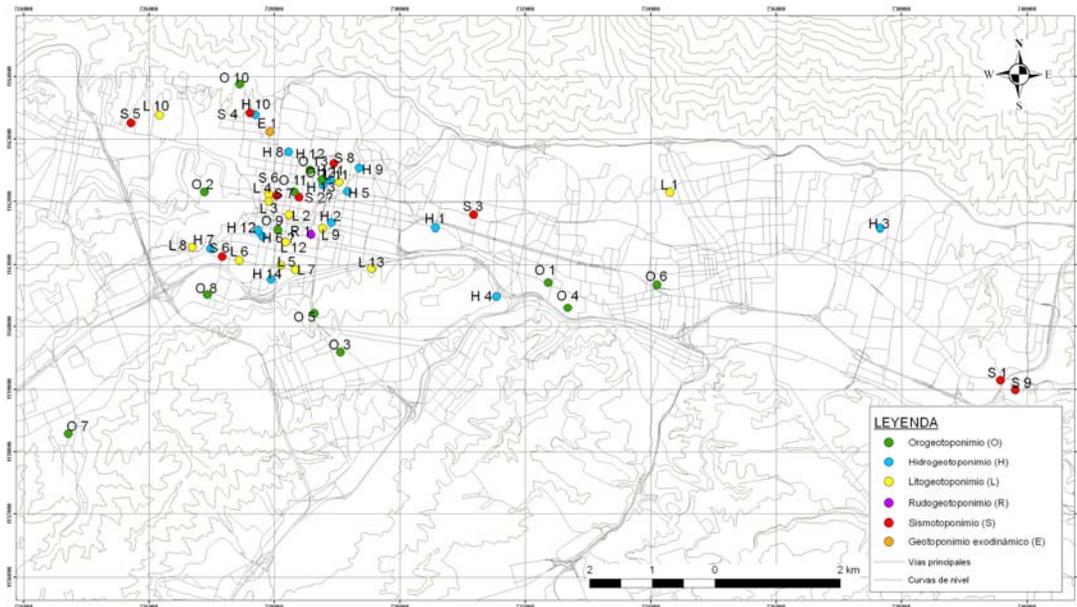


Figura 4.2. Ubicación de los geotoponimios urbanos de mayor interés en la Caracas antigua y valle aledaño.

La importancia de los geotoponimios no radica solamente en la información que los mismos proporcionan sobre las características geológicas existentes para la época colonial, sino también sobre los cambios topográficos naturales y artificiales que ha sufrido la ciudad a través del tiempo. Al respecto, el geotoponimio más emblemático se refiere a la Calle La Faltriquera o Calle de la Pedrera del Cerro, que indica la prolongación actualmente ciega del estribo rocoso de El Calvario hacia la ciudad.

Algunos de los toponimios presentados en las tablas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6 corresponden a reseñas históricas largas y complejas, cuyos aspectos más resaltantes

han sido difíciles de resumir en los recuadros respectivos. Por ello, si se desea obtener mayor información sobre alguno de estos, se recomienda consultar e incluso investigar más allá de las fuentes de documentación utilizadas.

4.2 APORTES DE LA ARQUEOGEOLOGÍA URBANA

La arqueogeología es la disciplina geológica que aprovecha la información arqueológica como potencial marcador estratigráfico. La mayoría de las estaciones arqueológicas encontradas en el Valle de Caracas, corresponden a yacimientos soterrados ubicados en el subsuelo aluvial y que presentan, por lo tanto, un potencial interés para datar los deslaves torrenciales ocurridos en el Holoceno Superior y los aluviones de descarga del río Guaire consecutivos a estos eventos de sedimentación convulsivos.

Tales condiciones estratigráficas dan cuenta del escaso conocimiento existente sobre el pasado arqueológico prehispánico del Valle de Caracas debido a la carencia de yacimientos de superficie. A continuación se destaca el interés de los 7 yacimientos conocidos (6 soterrados y 1 superficial) como marcadores estratigráficos potenciales del proceso de sedimentación más reciente y significativo del Valle de Caracas.

- Hacienda La Vega, El Paraíso

En esta Hacienda, CRUXENT en 1972, hizo un sondeo de prueba en un yacimiento del Período IV Neo-Indio (1150-1500), soterrado bajo menos de un metro de limos de derrame, ubicado en el paleosuelo negruzco señalado en la Figura 4.3. El espesor de aluviones que sepultan a este yacimiento se debe a las condiciones de sitio del mismo, ubicado encima de un banco aluvial prominente.

- Urbanización El Pinar, El Paraíso

Cruxent excavó un yacimiento arqueológico con cerámica prehispánica en El Pinar, bajo 5 m de aluviones del río Guaire de edad Q_{0a} . Las características de los tiestos encontrados en estratigrafía, indican que este yacimiento pertenece al Período IV Neo-Indio (1150-1500 DC).

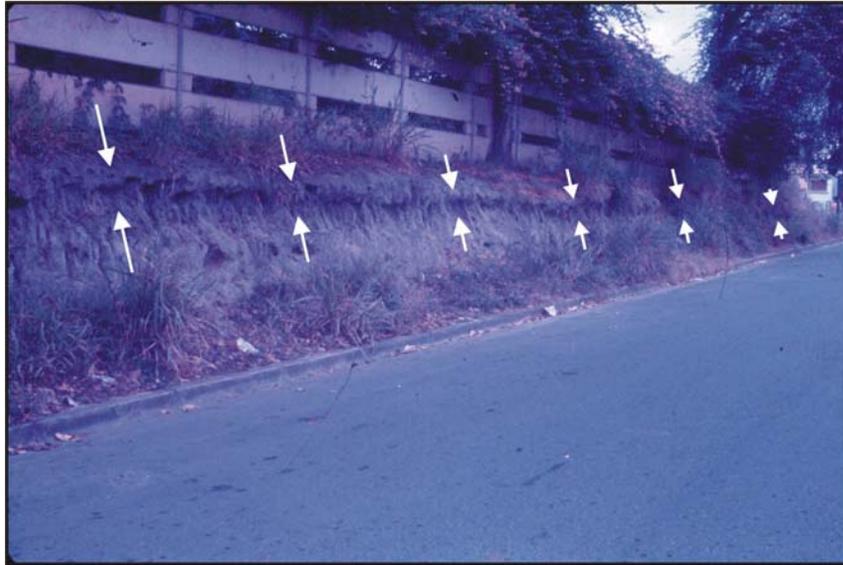


Figura 4.3. Paleosuelo orgánico soterrado bajo menos de un metro de limo de derrama en el tope del banco aluvial de la Hacienda La Vega (Hacienda Uslar, lindero norte) en El Paraíso. Foto: A. Singer

– Nuevo Circo, Línea 4 Metro de Caracas

En profundidades del orden de los 7 m, se encontraron arcillas orgánicas grises en las excavaciones de la línea 4 del Metro de Caracas efectuadas en el subsuelo aluvial cercano al Nuevo Circo. Estas arcillas arrojaron una edad de 10.460 años \pm 60 BP (com. personal F. Audemard). La utilización combinada de estos marcadores de edad arqueológicos y geocronológicos evidencian una aceleración de la dinámica sedimentaria del Valle de Caracas en los últimos 1000 años (Figura 4.6).

– Ex-Parque de Recreación El Conde

En 1972, Cruzent excavó un yacimiento arqueológico con abundante cerámica fechada del final del Período III Neo-Indio (350-1150 DC) y soterrado bajo 4,5 m de material aluvial de la quebrada Anauco. La edad de la cerámica indica que este episodio de sedimentación, consecutivo a los aludes torrenciales Q_{0a} que soterraron el asentamiento, ocurrió después de 1150 de nuestra era. La Figura 4.4, muestra el contexto estratigráfico y una vista de detalle del yacimiento arqueológico hallado en un paleosuelo orgánico negruzco ondulado correspondiente a la

morfología de cubetas de decantación de una paleovega aluvial sepultada bajo el referido evento de sedimentación convulsiva.

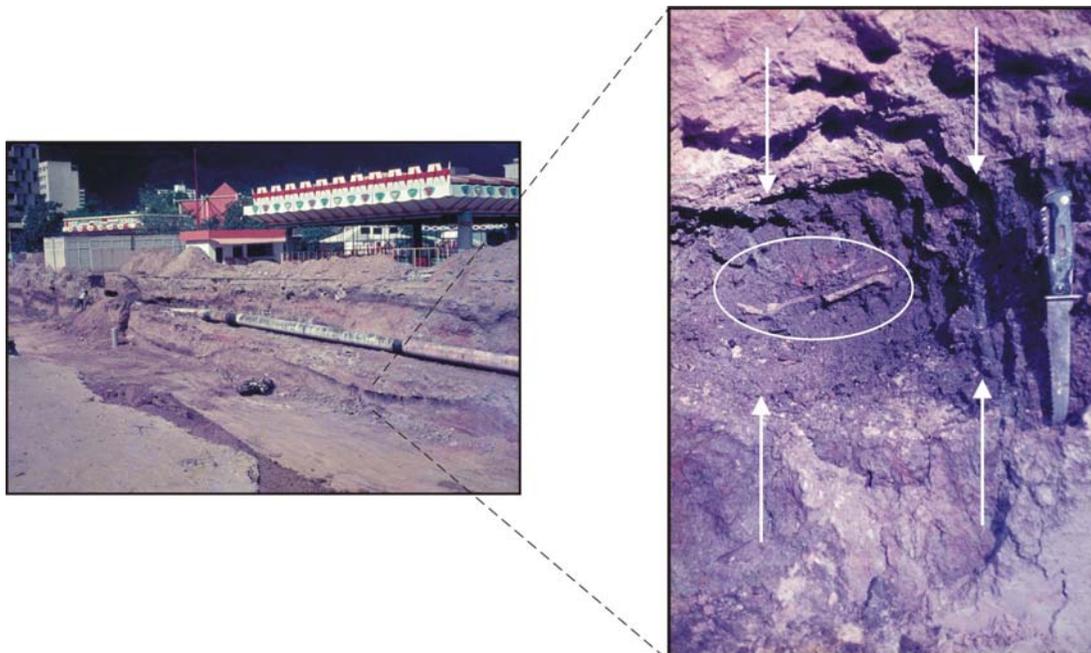


Figura 4.4. Paleosuelo negruzco de vega aluvial con yacimiento arqueológico prehispánico en estratigrafía, antiguo Parque El Conde. Foto: A. Singer, 1972.

– Valle Arriba y Paseo Las Mercedes

El geólogo PEDRO JAM realizó en 1954, una excavación del lado norte de la calle Roraima en la loma de la urbanización Los Naranjos de Valle Arriba (Pozo A, Figura 4.5) en un yacimiento arqueológico de superficie con cerámica prehispánica, posiblemente del Período II a III Neo-Indio. Posteriormente, en 1956, Jam realizó otra excavación al pie de la referida loma en la calle Herrera Toro, en el sector sur de Las Mercedes (Pozo B, Figura 4.5) en un yacimiento arqueológico del Período IV Neo-Indio soterrado a 90 cm de profundidad bajo los aluviones de la Qda. Baruta (Figura 4.6).

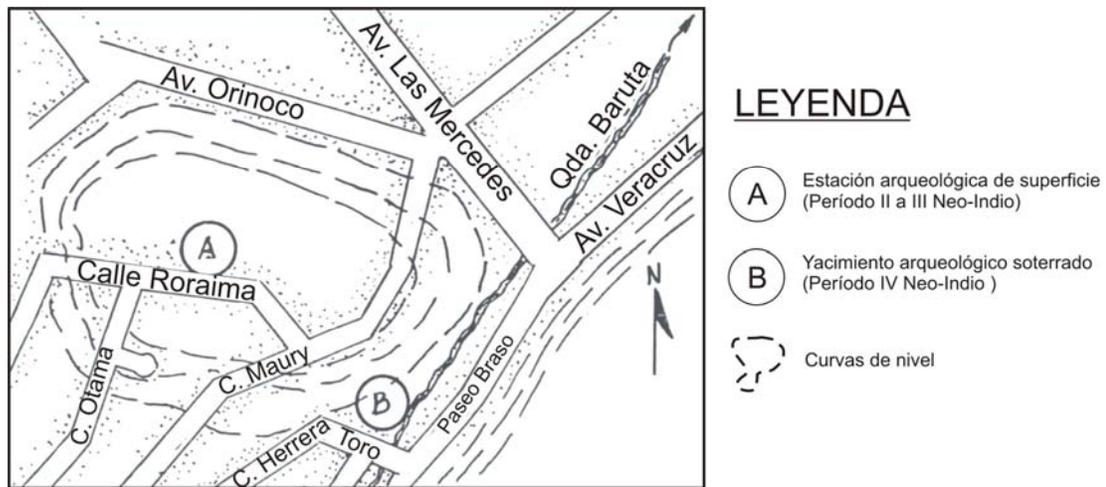


Figura 4.5. Localización de estaciones arqueológicas en la zona limítrofe entre la Urbanización Las Mercedes y Valle Arriba. Modificado de JAM, 1958.

– Cervecería Zulia, Boleíta Norte

El único yacimiento arqueológico soterrado bajo los deslaves holocenos Q_{0a} , fue encontrado a 3 m de profundidad en Boleíta Norte (Figura 4.6), entre el río Tócome y la Av. Principal de Boleíta. En este yacimiento se encontró una punta de flecha pedunculada lascada de cuarzo lechoso (com. personal F. Urbani), de factura Meso-Indio (Período I), pero cuya datación podría extenderse hacia el Neo-Indio (Período II).

De esta manera, los estudios arqueológicos realizados en la ciudad capital, pueden suministrar información valiosa para el conocimiento de la geología aluvial del Valle de Caracas. En efecto, estos asentamientos, soterrados y de superficie, constituyen marcadores cronoestratigráficos y geocronológicos de gran interés para estimar la fecha de ocurrencia de los eventos torrenciales que interfirieron con la ocupación humana prehispánica del Valle de Caracas.

La confrontación de la datación C14 obtenida en la excavación ubicada en el Nuevo Circo con los datos arqueostratigráficos anteriores destaca la importancia, en términos de espesores y velocidades de sedimentación, del evento de deslave Q_{0a} (Anexo 12) como factor temporal de aceleración de la morfogénesis y sedimentogénesis en el Valle de Caracas, conforme a lo planteado por SINGER (1977).

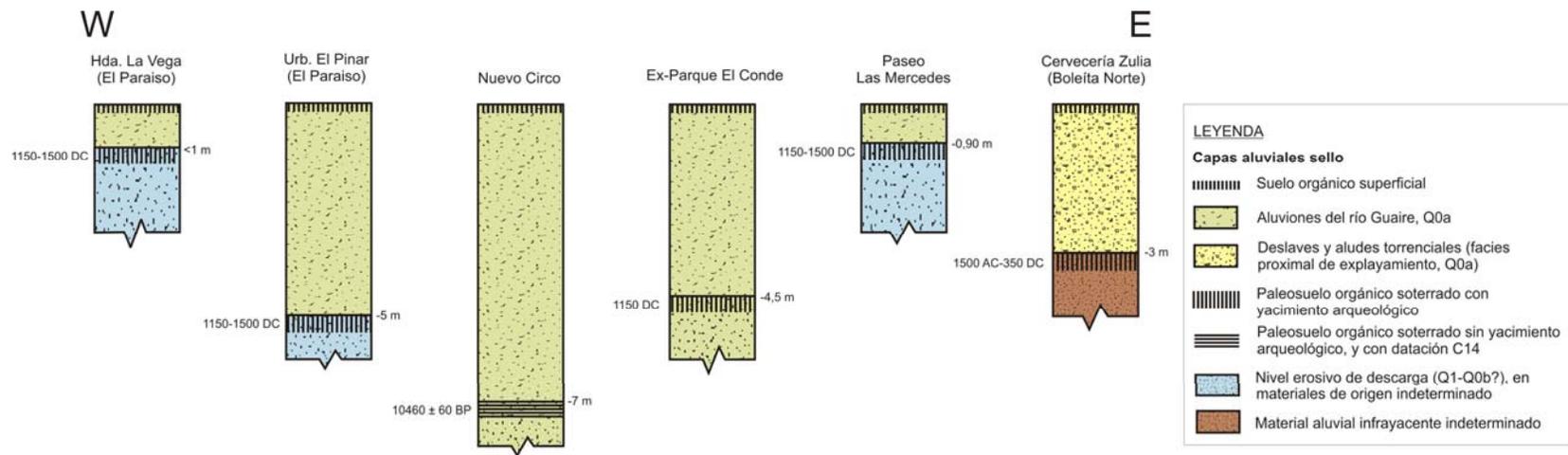


Figura 4.6. Interpretación de la posición estratigráfica de 6 yacimientos arqueológicos soterrados y paleosuelos orgánicos ubicados en el subsuelo aluvial del Valle de Caracas.

4.3. VALORIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ICONOGRAFÍA

Las pinturas y otros documentos iconográficos constituyen una herramienta de gran interés potencial para visualizar rasgos de la antigua morfología del Valle de Caracas. Al respecto, las vistas panorámicas de mayor interés fueron realizadas desde las colinas del sur de Caracas, desde El Calvario y desde el faldeo sur del macizo El Ávila.

Obviamente los primeros documentos iconográficos provienen del arte religioso. Entre estos, vale destacar la primera panorámica de Caracas titulada “*Nuestra Señora de Caracas*” y realizada desde El Calvario por un autor desconocido previamente al terremoto de octubre de 1766. En esta obra se observa en el horizonte el perfil norte-sur de las rampas piemontinas de la Florida, desconectadas de la falda montañosa del Ávila por la erosión (Figura 4.7).

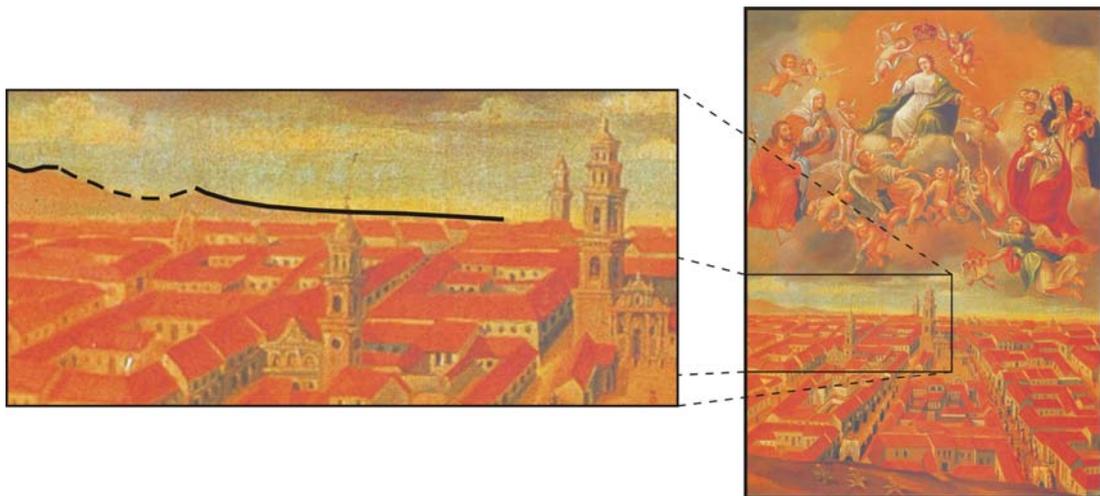


Figura 4.7. Rampa piemontina erosionada y desconectada de la fuente montañosa en La Florida, en la primera panorámica conocida de Caracas y su Valle. Anónimo, 1766. Modificado de CALZADILLA, 1978.

Comenzado el siglo XIX, la producción de información iconográfica sobre la ciudad de Caracas se incrementó notablemente con motivo del terremoto de 1812 y de la atracción generada por este evento destructor, el cual explica la venida a Caracas de una gran cantidad de pintores extranjeros que retrataron a la ciudad arruinada y su entorno inmediato.

Ejemplos de estas obras figuran en la recopilación artística realizada por Juan Calzadilla en su obra *El Ávila - Guaraira Repano*. A título de ejemplo, se reproduce la panorámica pintada por Ramón Irazabal en el año 1837 (Figura 4.8). Esta pintura presenta una panorámica del Valle de Caracas hacia el oeste hecha, probablemente, desde la terraza de Santa Rosa. En la misma, destacan la barranca oriental colapsada de la quebrada Catuche, El Calvario, la garganta de Antímáno y la superficie de aplanamiento S_3 de 1200 m de altura en el horizonte (SINGER, 1977).

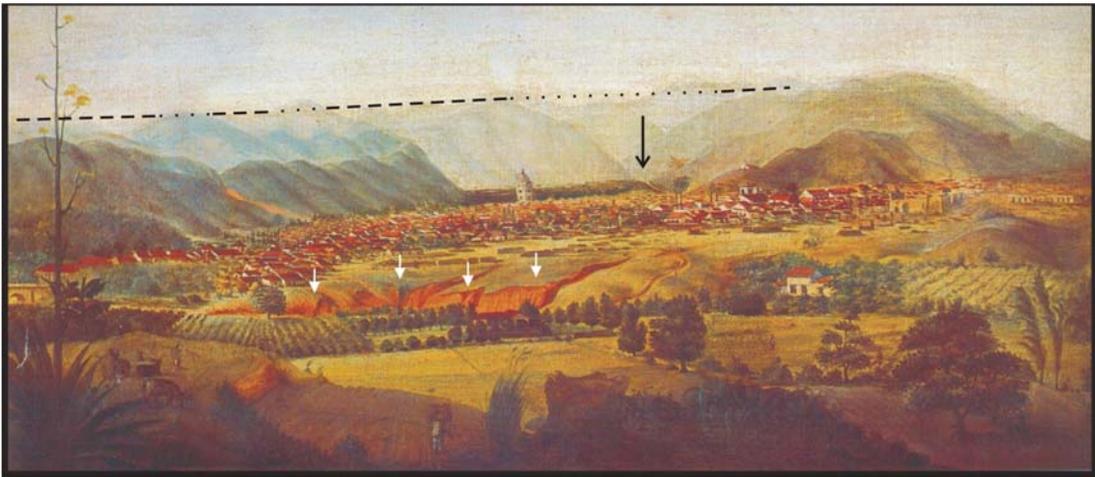
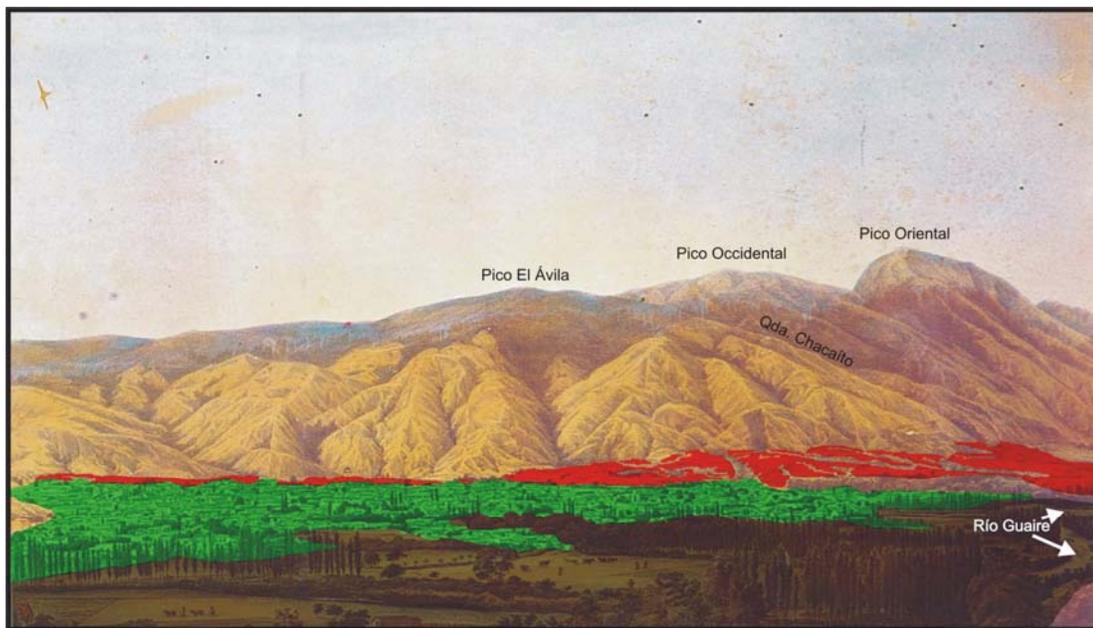


Figura 4.8. Barranca occidental colapsada (terremoto de 1812?) de la quebrada Catuche (flechas blancas), garganta de Antímáno (flecha negra) y superficie de aplanamiento de 1200 m (líneas segmentadas) en una panorámica de Irazabal, 1837. Modificado de CALZADILLA, 1978.

Otra panorámica de interés geológico corresponde a la litografía del Valle de Caracas visto desde las colinas del sur de la ciudad, realizado por Federico Lessmann en el año 1857 (Figura 4.9). En esta litografía se logran identificar varias de las unidades geomorfológicas cuaternarias correspondientes al mapa descrito en el Capítulo VI (Anexo 12), como son los abanicos aluviales piemontinos del Pleistoceno inferior y medio, y la vega aluvial holocena del río Guaire con un meandro libre activo. Además, la imagen muestra al norte un buen detalle de gran parte de la falda sur del Ávila y de las quebradas Anauco, Gamboa, Cotiza, Chacaíto y de la traza de la falla del mismo nombre.



LEYENDA

PLEISTOCENO INFERIOR

PLEISTOCENO MEDIO Y SUPERIOR

HOLOCENO

Figura 4.9. Unidades cuaternarias del Valle de Caracas: abanicos aluviales piemontinos pleistocenos y vega holocena del río Guaire (Lessmann, 1857). Modificado de CALZADILLA, 1978.

Una de las panorámicas más valiosas de Caracas corresponde a una litografía de Gatmann titulada “Caracas, 1897” vista desde lo alto de Puerta de Caracas (Anexo 6), donde se conserva gran parte de la morfología original del faldeo sur del Valle de Caracas, hoy desbaratada por las modificaciones radicales de topografía en terraza realizadas para fines de urbanismo. En esta imagen se identifica un remanente no deformado de la superficie de aplanamiento S_3 correspondiente a La Fila de Mariches y todavía visible hoy en día, así como remanentes flexurados hacia el Valle de Caracas de la misma superficie S_3 , que ya no se pueden apreciar actualmente por las razones indicadas (Figura 4.10).

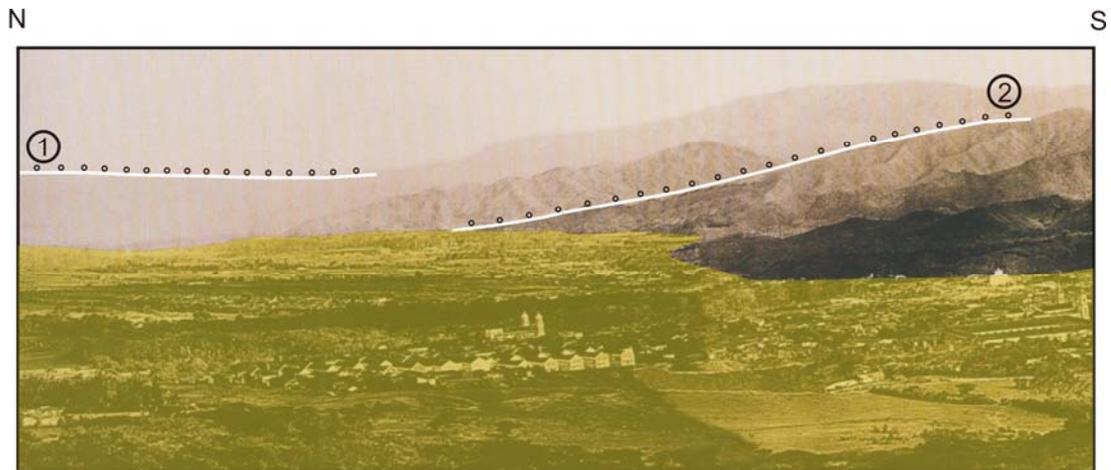


Figura 4.10. Aspecto original de la morfología de las colinas del sur de Caracas: 1) Superficie de aplanamiento S_3 (SINGER, 1977b), en el bloque no deformado de Fila de Mariches. 2) Misma superficie S_3 flexurada hacia la falla del Ávila al norte, por debajo del relleno aluvial del Valle de Caracas (Amarillo). Modificado de Gatmann, 1897.

Documentos iconográficos más recientes, como las pinturas del artista Pedro Ángel González son susceptibles de brindar información sobre las modificaciones de topografía efectuadas a expensas de la morfología original en las colinas del sur del Valle de Caracas. A título de ejemplo, se reproduce la obra de este artista realizada en 1950 y correspondiente a las Colinas de Bello Monte, que retrata fielmente el proceso de transformación radical al cual fue sometida la morfología original de estas colinas por medio de terraceos por cortes, rellenos y botes realizados con bulldozer (Figura 4.11).

El número llamativo de pinturas dedicadas por este artista a las modificaciones de topografía realizadas en las colinas del sur de Caracas para fines de urbanismo, autoriza a considerar al mismo como el mejor reportero gráfico-artístico de los movimientos de tierra efectuados en los “años del bulldozer” en las áreas de urbanizaciones en colinas.

De esta manera, la documentación iconográfica constituye otra fuente directa de acceso a la realidad geológica, todavía escasamente valorizada para fines de geología urbana, como es el caso de Caracas; no obstante, por la profusión de este tipo de información, su confrontación con otras fuentes directas o indirectas de datos puede ser muy provechosa. Estos documentos cojen cada vez más vigencia tomando

en cuenta las pérdidas invalorables actuales sufridas por el patrimonio aerofotográfico de la capital del país hasta el año 1970.

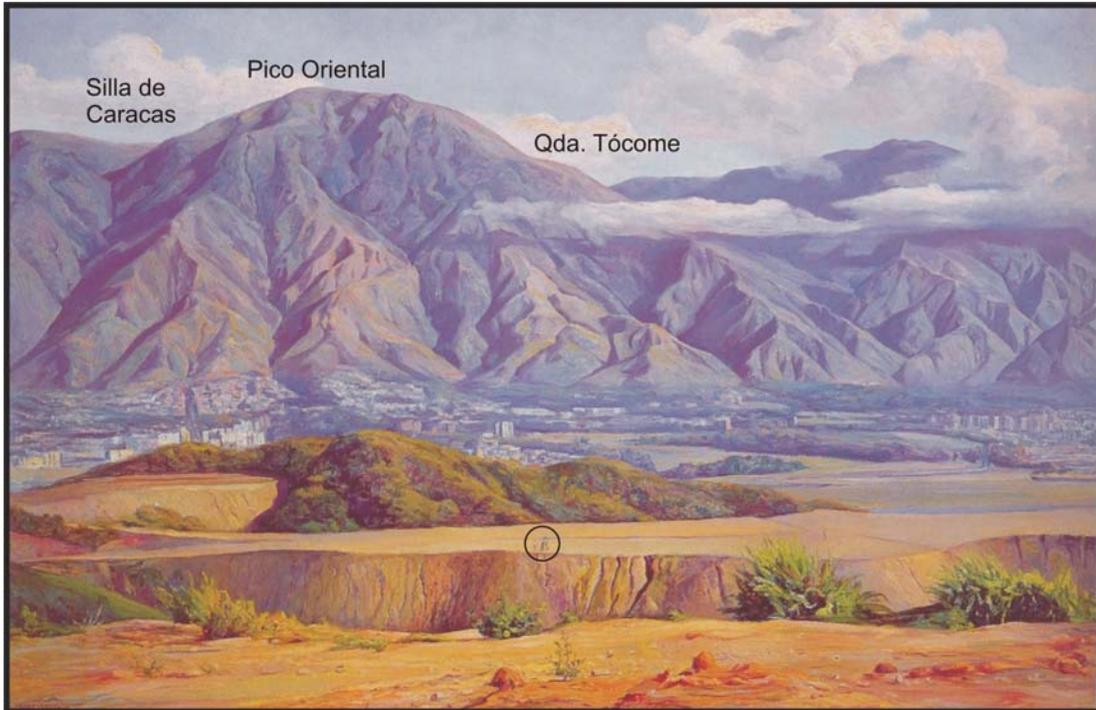


Figura 4.11. Movimientos de tierra artificiales en las colinas de Bello Monte y zanjas de erosión en los taludes de bote en una pintura de Pedro Ángel González, 1950. El topógrafo ubicado en el círculo en el borde sur de la terraza central y las colinas no erradicadas, dan una idea de la dimensión que alcanzan estos cambios de topografía y de sus alcances geológico-geotécnicos actuales (SANABRIA, 1995).

4.4. MONUMENTOS HISTÓRICOS, OBRAS ORNAMENTALES Y FUENTES LOCALES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El subsuelo aluvial del Valle de Caracas y de los macizos rocosos circundantes ha constituido una fuente local de materiales de construcción de importancia insospechada hoy en día, y cuyo recuerdo subsiste en la memoria colectiva de la ciudad constituida por los toponimios y por el patrimonio arquitectónico (Figura 4.12).

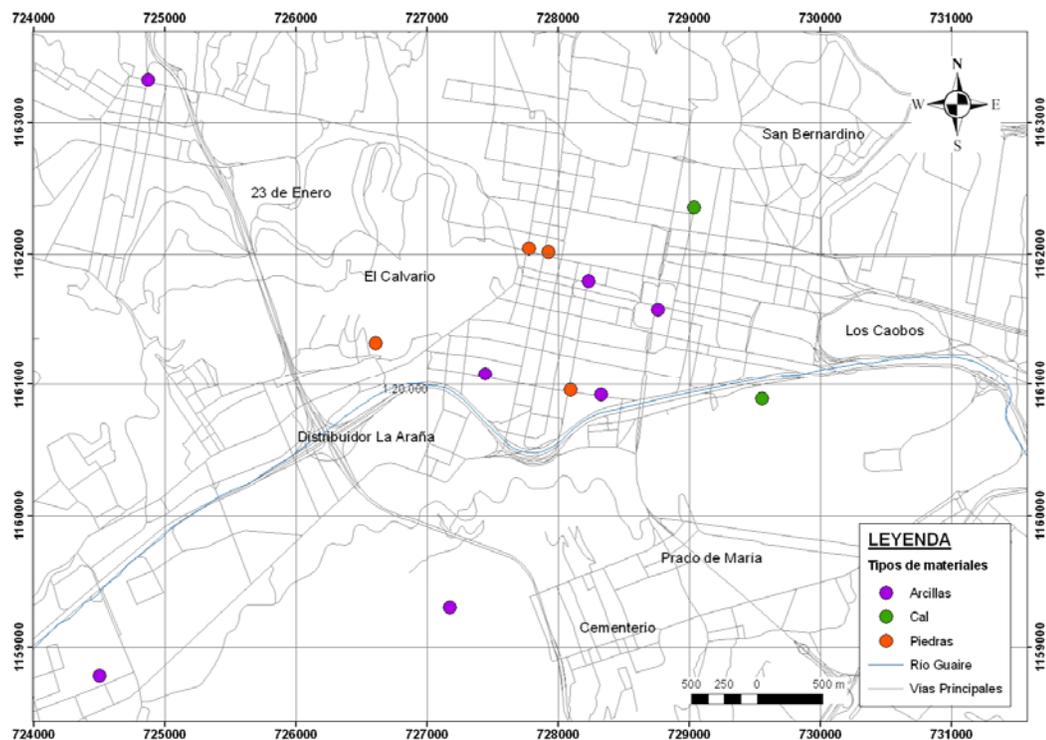


Figura 4.12. Ubicación de sitios de extracción de materiales de construcción identificados en la Caracas vieja a partir de geotoponimios urbanos.

Según LEIZAOLA (1999), “hay cerca de la ciudad canteras muy hermosas y fáciles de extraer, pero se carece de artífices que las labren; piedra de hacer cal hay mucha y en el río San Pedro... hay minas de pizarra negra y fina”.

El cemento usado para la construcción de la ciudad era importado desde el extranjero hasta que los propios caraqueños fundaron en la Vega en 1909, la primera planta que proporcionó cemento a nivel nacional.

Sin embargo, en la Caracas antigua existían sitios como Hornos de Cal, donde se usó el caliche que epigeniza las laderas inscritas en el Esquisto Las Mercedes, para la producción de cal, y la esquina de Calero, donde se “cocinaban” los mármoles provenientes, seguramente, de Antímamo (Mamera) y La Vega.

4.4.1. Localización de las fuentes locales de materiales de construcción

– Canteras de “piedra”

Entre las canteras de “piedra” de mayor renombre en la historia de la ciudad esta la de los Padres Neristas, también conocida como Pedrera de San Felipe; la misma estaba ubicada en el flanco sur del actual Observatorio Cajigal en El Guarataro, término tamanaco que según Lisandro Alvarado significa “pedernal”. De la Pedrera de San Felipe, seguramente se extrajeron los sillares que aún se admiran en la fachada norte de la Basílica de Santa Teresa (VALERY, 1978). La roca extraída en este lugar presentaba un color blanco característico.

Otra cantera no menos importante, es la Pedrera del Cerro; esta se ubicaba en la calle conocida como de la Faltriquera o Nuestra Señora de la Cantera, entre las esquinas La Pedrera y Marcos Parra.

Otra cantera se ubicaba en la Parroquia El Recreo, en las Colinas de La Florida, pues aquí, según VELASCO (1929), existió un sitio denominado “La Pedrera”, donde en cierta ocasión se derrumbó un talud que ocasionó la muerte del jornalero Pablo Quiroba.

De particular interés es el llamado Barrio Pedregal fundado en el siglo XIX, en el este de Caracas en plena sábana de peñones correspondiente al prominente explayamiento de deslaves holoceno Q_{0a} (Anexo 12). Tales peñones eran “mandarriados” por los habitantes (propietarios y vecinos), también conocidos como “los pedreros”, quienes los vendían para la construcción de urbanizaciones. Según LEIZAOLA (1999), entre los pedreros se encontraba “musiú Domingo”, italiano

experto en labrar piedras con cincel para producir, entre otras cosas, piedras de molino. La extracción de piedra fue tan notable que el mismo autor expresa: “Todo el paredón que separaba El Pedregal de la Hacienda San Felipe lo desbarataron para vender la piedra y hacer la calle”.

La Figura 4.13, enseña dos piedras de molino ubicadas en la casa Natal del Libertador y de aproximadamente 30 a 35 cm de radio y 25 cm de ancho cada una. Una de estas piedras fue labrada a partir de un peñón de gneis feldespático (A) y la otra a partir de un metagranito (B). La composición mineralógica de este último es comparable con el Metagranito de Naiguatá, de acuerdo a una muestra proveniente de la quebrada Camuri Grande, edo. Vargas (Figura 4.14).

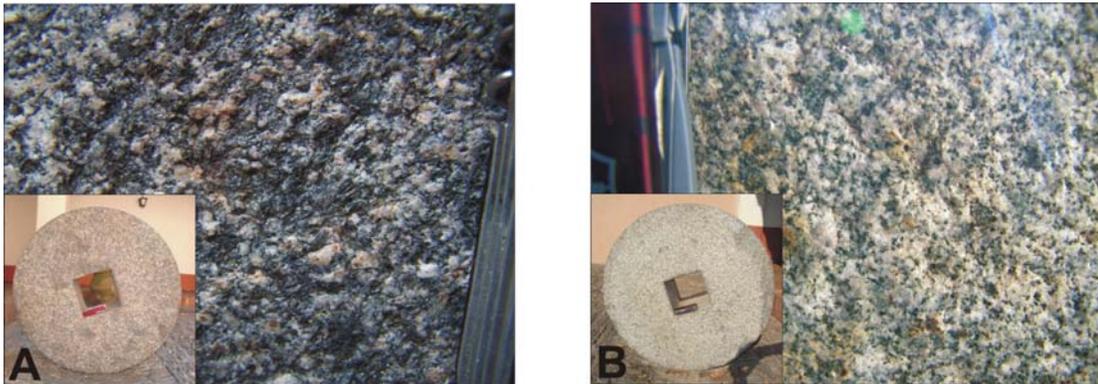


Figura 4.13. Vista de detalle de composición mineralógica de las ruedas de molino labradas a partir de peñas de roca del Ávila de tamaño considerable. A) Rueda tallada en un gneis feldespático-biotítico. B) Rueda tallada en metagranito (Patio anterior de la Casa Natal del Libertador, Plaza Bolívar, Caracas). Fotos: Oropeza y Caraballo, 2006.

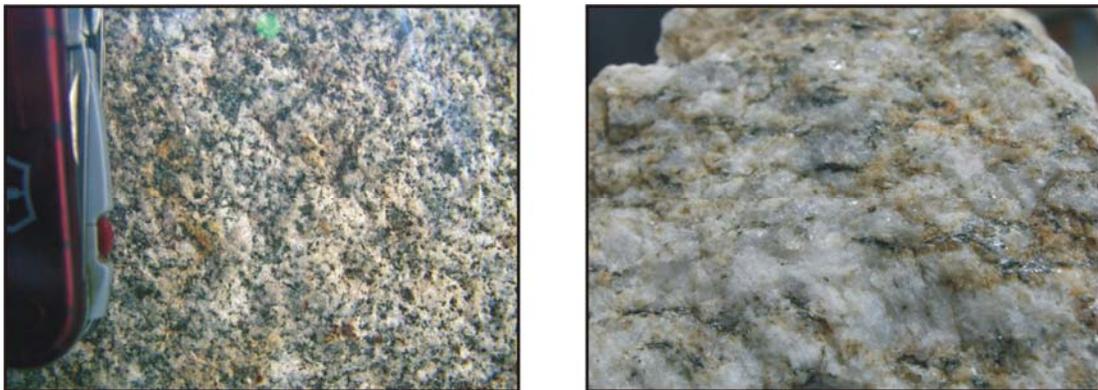


Figura 4.14. Comparación mesoscópica de composición mineralógica de una rueda de molino tallada en metagranito y de una muestra de mano de Metagranito de Naiguatá (Fotos: Oropeza y Caraballo, 2006).

– Alfarerías y tejerías

Las tejerías y alfarerías constituyeron probablemente algunas de las primeras fábricas artesanales de Caracas. Éstas se localizaban en Sarria y Maripérez, donde los artesanos encontraban los materiales arcillosos necesarios para hacer la mezcla. Estos materiales probablemente se extrajeron de los niveles más finos de los abanicos de explayamiento del Pleistoceno inferior Q₃ (Anexo 12).

A proximidad y dentro de la misma Caracas vieja, existieron también sitios de alfarerías y tejerías, algunos ubicados en la vega aluvial del río Guaire y otros en pleno casco urbano como lo atestiguan las esquinas de Tejerías (actual Esquina Guayabal), Horno Negro, Hoyo Vicioso, El Tejar y la famosa esquina de Camejo.

De esta manera, la industria alfarera se localizó en lugares como el Cementerio, el Rincón del Valle, Catia y el mismo Valle, pues allí encontraban “buen *cacaíto*”, nombre local dado por los caraqueños a la arcilla recomendada para obtener obras de buena calidad (GARCÍA DE LA CONCHA, 1962). Como evidencia de ello, un trabajo de FREILE (*s.f.*) señala instalaciones de fábricas de ladrillo (arcilla) en la Hacienda Santo Domingo ubicada en El Valle.

Sin embargo, según STACCIOLI (1947) no existían en Caracas yacimientos de arcilla con los volúmenes suficientes para alimentar una fábrica de alta producción. Se explotaron sin embargo yacimientos de arcilla ubicados en La Hacienda La Vega (carretera vieja de Los Teques), en la Hacienda La Ciénaga (el Hatillo), en Boleíta (el más extenso) y en el Valle.

La primera alfarería mecánica se estableció en el Hato de Cúpira (Catia) a finales del siglo XIX, y su principal función era producir adoboncitos, tejas y panelas para la construcción de Santa Inés y del Palacio de Miraflores, ambos pertenecientes al General Joaquín Crespo. Posteriormente, se fundaría otra industria similar cercana a la Laguna de Catia (MANZANO, 1951).

La Figura 4.15, muestra una imponente alfarería mecánica que existía en Catia llamada “Compañía Anónima, ALFARERÍA y CALERÍA”. Esta fotografía tomada de la revista bimensual “El Cojo Ilustrado” en su edición del 15 de Marzo de 1893, corresponde probablemente a la industria alfarera mencionada por Manzano.

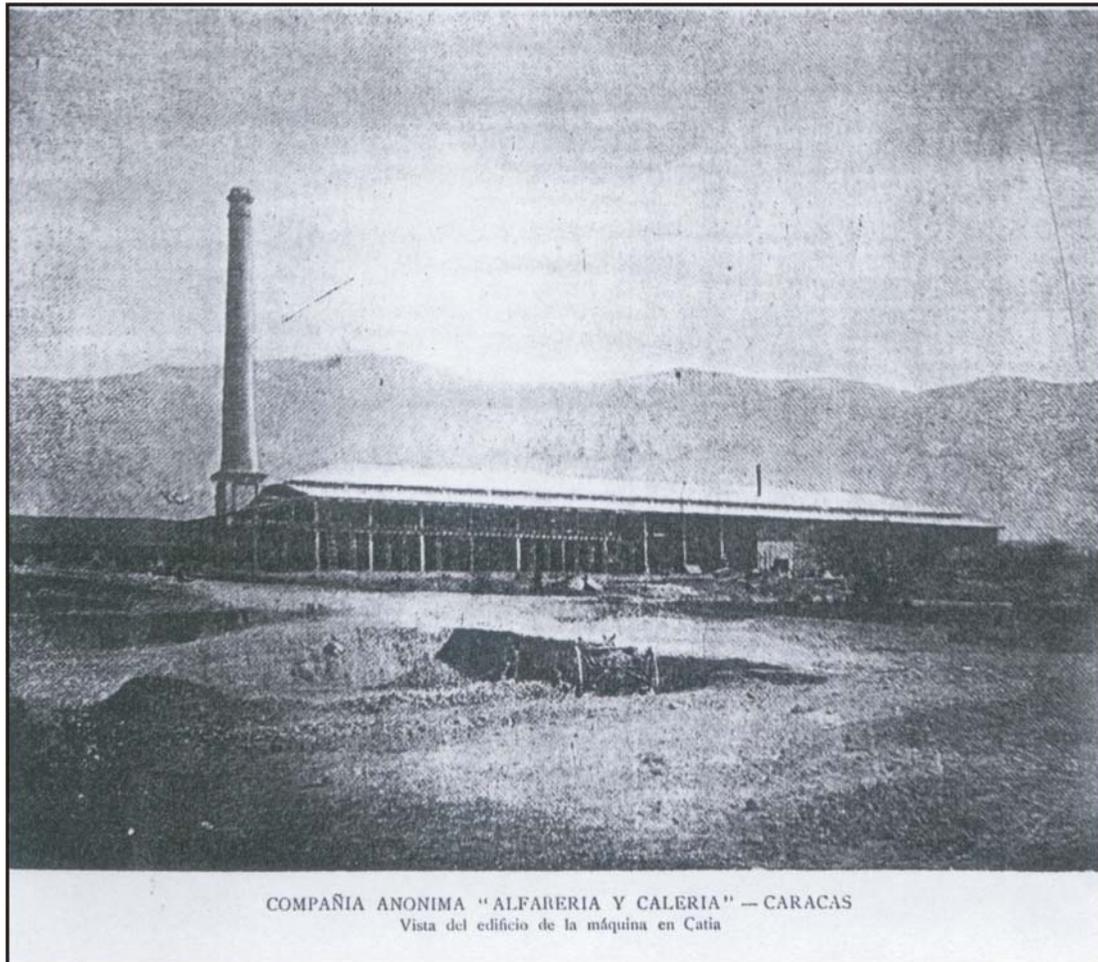


Figura 4.15. Alfarería y calería industrial establecida en Catia en el año 1893. Tomado de El Cojo Ilustrado, 1893.

4.4.2. Monumentos históricos, arquitectura ornamental y materiales de construcción de origen local

Los materiales geológicos más preciados en la Caracas Colonial para la realización de obras de arquitectura ornamental eran el llamado “*granito de corazón del Ávila*” y la “*pedra azul del Ávila*”, ambos de origen local.

– *El granito de corazón del Ávila:*

Una de las fuentes locales del famoso *granito de corazón del Ávila* provenía de las peñas de la Formación Aungengneis de Peña de Mora, que forman amontonamientos caóticos en la superficie de los abanicos de deslaves Q_{oa} como es

llamativo en El Pedregal (Anexo 12). Es probablemente con esta fuente de material que el Cantero Pedro de Ochoa elaboró, en el año 1604, el baptisterio de la Catedral de Caracas, en el cual fue bautizado El Libertador Simón Bolívar y que se encuentra ubicado actualmente en la Casa Natal del Libertador. Esta pila bautismal permaneció en la Catedral de Caracas hasta el año 1867, cuando fue sustituida por otra de mármol importado de Italia. La Figura 4.16, muestra la estructura “augen” característica del Augengneis de Peña de Mora, en la referida pila bautismal.



Figura 4.16. Antigua Pila Bautismal de la Catedral de Caracas labrada en 1604, a partir de bloques de Augengneis de Peña de Mora, Casa del Libertador. Fotos: Oropeza & Zambrano.

– La piedra azul:

La llamada *piedra azul del Ávila* era extraída de los lechos de las quebradas Catuche (o Guanabano) y Agua Salud para fines de construcción ornamental y producción de cal. En particular, esta “piedra” se utilizó para la construcción de la inconclusa muralla de Caracas; posteriormente, los elementos provenientes de la demolición de la misma fueron reutilizados para construir el terraplén y las arcadas de la Plaza Mayor, hoy Plaza Bolívar (MONTENEGRO, 1951).

Restos de la muralla de Caracas fueron hallados en excavaciones realizadas por la Electricidad de Caracas en la esquina Tienda Honda en el año 1979; sin embargo, no existen testimonios gráficos del hallazgo arqueológico por la rapidez con que fue rellenada la trinchera. MONTENEGRO *op cit*, expresa que la muralla sólo llegó a construirse entre la esquina La Pelota y Tienda Honda.

Fuera de esta muralla, otras fortificaciones de la ciudad de Caracas fueron seguramente construidas con materiales de origen local, como las que se construyeron en las actuales esquinas Luneta, El Cuño y El Reducto y los muros expuestos en la esquina suroeste del Teatro Municipal (Figura 4.17).



Figura 4.17. Muros expuestos en la esquina suroeste del Teatro Municipal, asociados al Reducto de San Pablo. A la izquierda: muro circular de ladrillo; a la derecha: muro rectangular de piedras de mármol. Fotos: Oropeza & Zambrano, 2006.

Un muestrario geológico de los materiales de construcción de la época de la Colonia se observa en la fachada norte de la iglesia Santa Teresa ubicada en el casco viejo de la ciudad. Al noreste de esta fachada (Figura 4.18), se observan las distintas piedras naturales utilizadas para la confección de la misma, siendo el Gneis de Peña de Mora el más abundante y con el bandeamiento característico; mientras que en menor cantidad se utilizaron piedras correspondientes a mármoles grisáceos, esquistos cloríticos cuarzosos, metagabros, gneises graníticos y esquistos grafitosos (Figura 4.19). VALERY (1978) califica efectivamente a dicha fachada “...como un muestrario de rocas tomadas de El Guarataro...”.



Figura 4.18. Extremidad de la fachada noreste descubierta de la Iglesia Santa Teresa, donde fueron observadas las rocas expuestas en la Figura 4.19. Foto: Oropeza & Zambrano, 2006.

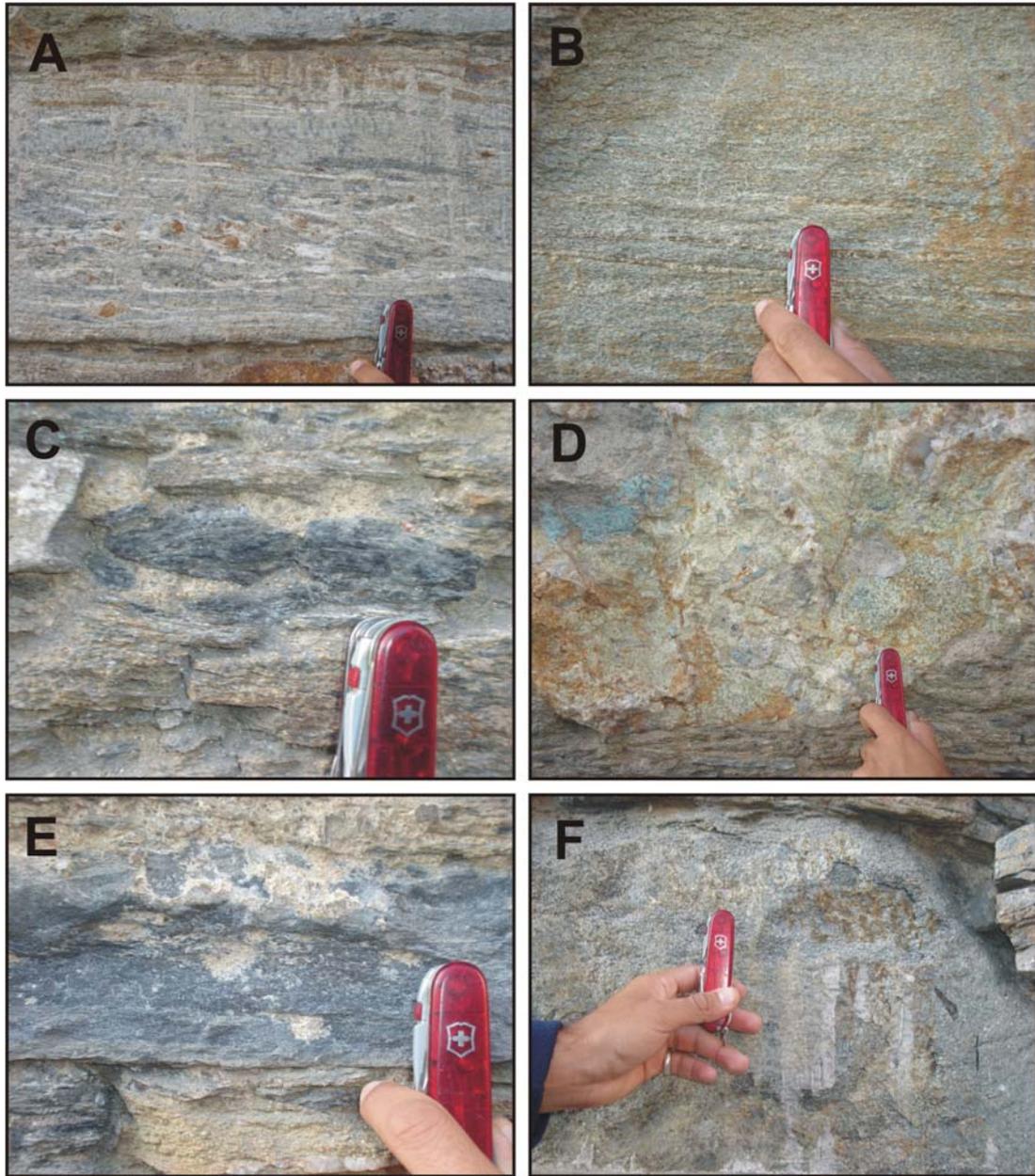


Figura 4.19. Muestrario geológico de las rocas caraqueñas en la fachada noreste descubierta de la Iglesia de Santa Teresa con la identificación geológica de las piedras utilizadas en la construcción de la misma: A) Gneis bandeado, B) Esquisto clorítico, C) Esquisto grafitoso, D) Metagabro, E) Mármol y F) Gneis granítico. Una vista general de esta pared de la Iglesia se presenta en la Figura 4.18. Fotos: Carballo & Oropeza, 2006.

CAPITULO V

GEOAMENAZAS

Las condiciones naturales del Valle de Caracas hacen de la ciudad capital un sitio de alto riesgo ante la ocurrencia de eventos naturales tales como sismos, lluvias excepcionales y aludes torrenciales. En este capítulo, se hace referencia a las amenazas naturales que azotan la ciudad de Caracas, con especial énfasis en la amenaza sísmica para fines de aplicación a la microzonificación sísmica de la misma.

5.1 ASPECTOS SINÓPTICOS

No obstante los índices de inversiones públicas y privadas concentradas en Caracas, esta ciudad se caracteriza por una elevada cifra anual de víctimas, damnificados y pérdidas materiales por concepto de inestabilidad geológica, lo cual evidencia una alta vulnerabilidad en caso de sufrir eventos sísmicos, de magnitud no necesariamente muy altas, y otras manifestaciones geodinámicas destructoras como aludes torrenciales, deslizamientos y derrumbes, tal como lo destaca el Inventario Nacional de Riesgos Geológicos (SINGER *et al*, 1983) (Figura 5.1).

El origen de la vulnerabilidad señalada se debe, entre otras razones, a la densidad de la población concentrada en la ciudad, a la intensidad de los flujos de tráfico y a las características marginales de una fracción importante de la referida población aglomerada en un sitio natural relativamente estrecho como el Valle de Caracas y ampliamente rebasado en la actualidad por la “mancha” urbana al este, al oeste y al sur, y contenida al norte por la mole del Ávila en su condición de obstáculo natural y sobre todo por su estatuto de Parque Nacional desde 1958.

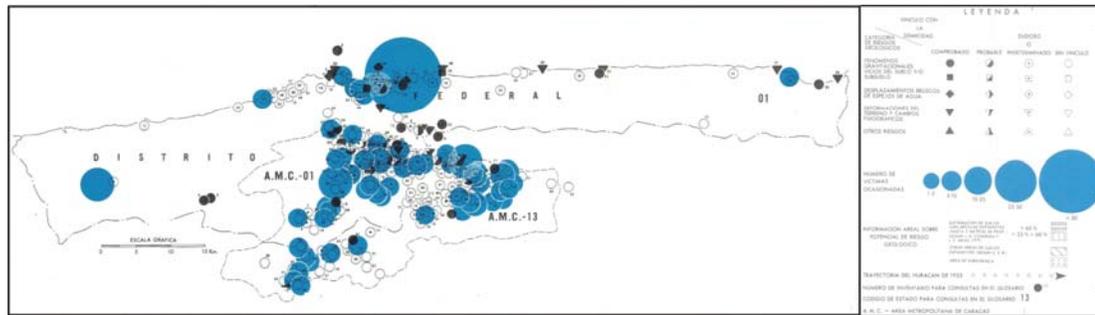


Figura 5.1. Alta concentración de víctimas y manifestaciones de riesgo geológico en el Área Metropolitana de Caracas. Extracto del Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. SINGER, *et al.* 1983.

Al respecto, la lectura comprada de las Figuras 5.1 y 5.2 destaca claramente dos zonas de concentración de riesgo geológico de origen geosocial muy diferente en el Área Metropolitana de Caracas:

- Una zona de mayor extensión que corresponde a manifestaciones de inestabilidades de los terrenos de origen geotecnológico y financiero, inducidas como consecuencia de movimientos de tierra indiscriminados efectuados para fines urbanísticos, y que abarcaba a unas 14.000 hectáreas en 1977 (Comisión del Decreto Presidencial N° 2246, 1977) (Figura 5.2).

- Una zona de extensión mucho mas circunscrita, correspondiente a sectores de hábitat marginal y barrios con una importante concentración de manifestaciones de riesgo geológico y de víctimas fatales de las mismas, inducidas pro el deterioro de las condiciones naturales de sitio relacionadas con la deficiencia de los sistemas de aguas servidas. Esta zona ocupaba unas 5.000 hectáreas en el Mapa de Distribución del Riesgo Geológico elaborado por la referida Comisión Presidencial del Decreto N° 2246 en 1977.



Figura 5.2. Mapa de Distribución de Riesgo Geológico en el Área Metropolitana. COMISIÓN PRESIDENCIAL DEL DECRETO 2246, 1977.

5.2 IMPORTANCIA DE LA AMENAZA SÍSMICA

La ubicación del Valle de Caracas en el límite activo actual de las placas suramericana y caribeña explica la particular vulnerabilidad de la capital del país ante la ocurrencia de movimientos sísmicos. A continuación se describen las fuentes tectónicas generadoras de actividad sísmica más significativas para fines de microzonificación sísmica de la ciudad.

5.2.2 Fuentes tectónicas de amenaza sísmica

Los sistemas de fallas locales de mayor importancia sismogénica para la evolución de la amenaza sísmica son constituidos por las siguientes fallas de sitio:

- el sistema de fallas de San Sebastián en su condición de falla de sitio “*sensu lato*”;
- el sistema de fallas de Tacagua-El Ávila en su condición de falla de sitio “*sensu estricto*”.

5.2.2.1 Sistema de fallas de San Sebastián

Este sistema de fallas de importancia regional y de una longitud total de unos 300 km constituye la fuente de mayor significado sismogénico para la región capital y por ende para la ciudad de Caracas (Figura 5.3), por pertenecer el mismo a un megasistema subcontinental de accidentes estructurales de tipo rumbo-deslizante dextro que definen el límite activo actual entre las placas Caribe y Suramericana, señalado en Venezuela por la espina dorsal de la Cordillera que se extiende desde la frontera con Colombia en Cúcuta hasta Trinidad. Estos accidentes estructurales llegan a alcanzar tasas de movimiento cercanos a 1 cm/año como se ha podido comprobar en el tramo del megasistema conocido como falla de Boconó (AUDEMARD *et al.*, 2000).

El tramo ubicado entre Puerto Cabello y la cuenca submarina de Cariaco al este del Cabo Codera, conocido como sistema de San Sebastián, es el menos conocido en la extensión venezolana del megasistema, por extenderse en el lecho submarino a lo largo de la costa rectilínea de la región central que el mismo controla, menos una diminuta extensión en tierra inferior a 7 km de longitud, correspondiente a

la escarpa sur del Cerro Machado en el Aeropuerto Simón Bolívar entre Catia la Mar y Maiquetía, donde se le conoce como falla de Bruscas (WEISBORD, 1957).

A pesar de encontrarse borrada la traza superficial de esta falla por el acondicionamiento de las pistas actuales del Aeropuerto, la misma presenta evidencias fotogeomorfológicas espectaculares de actividad reciente de tipo transcurrente dextral, tales como lomos de falla en échelon, drenajes desviados, y un microescarpe cosísmico fresco subrayado por una franja blanca característica en las vistas aéreas tomadas previamente a la expansión del antiguo aeropuerto. A juicio, de uno de los especialistas mundiales más reconocidos en geología de fallas activas, el Profesor Clarence Allen de CALTECH en California, este microescarpe sísmico o “scarplet” de unos pocos metros de desnivel y que se reconoce en una longitud conservada de más de 1,5 km, representa la ruptura de superficie del último terremoto grande generado por esta falla hace unos pocos centenares de años en época prehispánica o eventualmente inclusive en época histórica (Allen 1982, comunicación inédita a FUNVISIS, Anexo 11).

Tentativamente, FUNVISIS le ha asignado al sistema de fallas de San Sebastián una magnitud máxima probable del orden de 7,7-7,8 (FUNVISIS, 1984, 1988), y una velocidad aproximada de 3 a 5 (?) mm/año (AUDEMARD *et al*, 2000). Los terremotos históricos de 1812, 1900 y 1967 se relacionarían con este sistema de fallas.

5.2.2.2 El Sistema de fallas de Tacagua-El Ávila

Este sistema de fallas activas de tipo transcurrente dextral y con componente vertical importante de tipo inversa o normal, cuya longitud total es mal conocida y oscila entre un mínimo de unos 75 km y un máximo de 120 km en caso de unirse con el sistema de La Victoria cerca de Cabo Codera, controla el faldeo sur de la mole tectónica del Ávila, en particular a lo largo de la Cota Mil en Caracas. Este sistema de fallas constituye por lo tanto la fuente sísmica local más significativa como falla de sitio estrictamente hablando para la ciudad de Caracas (Figura 5.3).

El carácter activo de este sistema de fallas fue puesto en evidencia muy tempranamente por el primer geólogo venezolano graduado entonces en el exterior, Pedro Ignacio Aguerrevere (1925), a su regreso de Stanford en 1921 donde recibió las enseñanzas del famoso profesor Bailey Willis, el “abuelo de los terremotos”, a unos escasos 15 años del terremoto de San Francisco de 1906, el cual se convirtió en el sismo piloto para el establecimiento formal de los fundamentos teóricos de la geología de fallas activas y de la sismogeología (o geología de terremotos) (SINGER & AUDEMARD, 1999).

Previamente a la definición del referido sistema de fallas por Emil_Rod en los años 1950, Aguerrevere acuña el nombre de falla “viva” de Sarría o de La Florida para este sistema de fallas al reconocerlo localmente en Caracas. Aguerrevere inclusive llegó a relacionar esta falla - aunque erróneamente - con el terremoto de 1900, cuyos efectos impactaron significativamente al imaginario colectivo caraqueño y originaron la primera expansión urbana extra-muros de la Caracas antigua. Coloquialmente, parece que en medios profesionales esta falla era referida como la “fractura de Aguerrevere” como lo evidencia esta misma apelación al figurar en el primer bosquejo geológico cartográfico detallado de la ciudad, de autor desconocido (Figura 3.14, Anexo 7). Esta apelación alude al nombre del descubridor y contiene probablemente un cierto dejo de escepticismo, propio de un ambiente intelectual que no era preparado para asimilar tan fácilmente nociones - entonces novedosas - de geología de fallas activas, casi medio siglo antes de la creación y formación de un núcleo de investigación especializado sobre este tópico en FUNVISIS.

El sistema de fallas del Ávila-Tacagua controla la geometría y las deformaciones de los cuerpos aluviales pleistocenos que rellenan el Valle de Caracas en su condición de depresión de ángulo de falla (Anexo 12), en particular en los sitios donde la misma presenta anomalías llamativas en la profundidad del basamento rocoso en San Bernardino y sobre todo en Los Palos Grandes (Anexo 20).

La magnitud del sismo máximo probable asignado por FUNVISIS a esta falla es de 6,8 y su velocidad de 0,40 mm/año (FUNVISIS 1984, 1988; AUDEMARD et al, 2000). Por otra parte, no existen hasta la fecha evidencias de la asociación de esta

falla históricamente muy quieta, con los eventos sísmicos que afectaron a Caracas. Esta quietud y falta de evidencias cosísmicas se deben respectivamente a la velocidad muy modesta del sistema de fallas y por esta misma razón a las modificaciones sustanciales de su traza activa por los procesos de erosión diferencial bajo la forma de escarpes de línea de falla y de valles criptotectónicos (COTTON, 1950) muy conspicuos entre Caracas y Guarenas, y conforme al estilo morfológicamente húmedo de fallas activas de tipo filipino o neozelandés (BLOOM, 1978) que difiere sensiblemente del patrón californiano de ambiente semi-árido más conocido y que califica para la descripción de la falla de Bruscas.

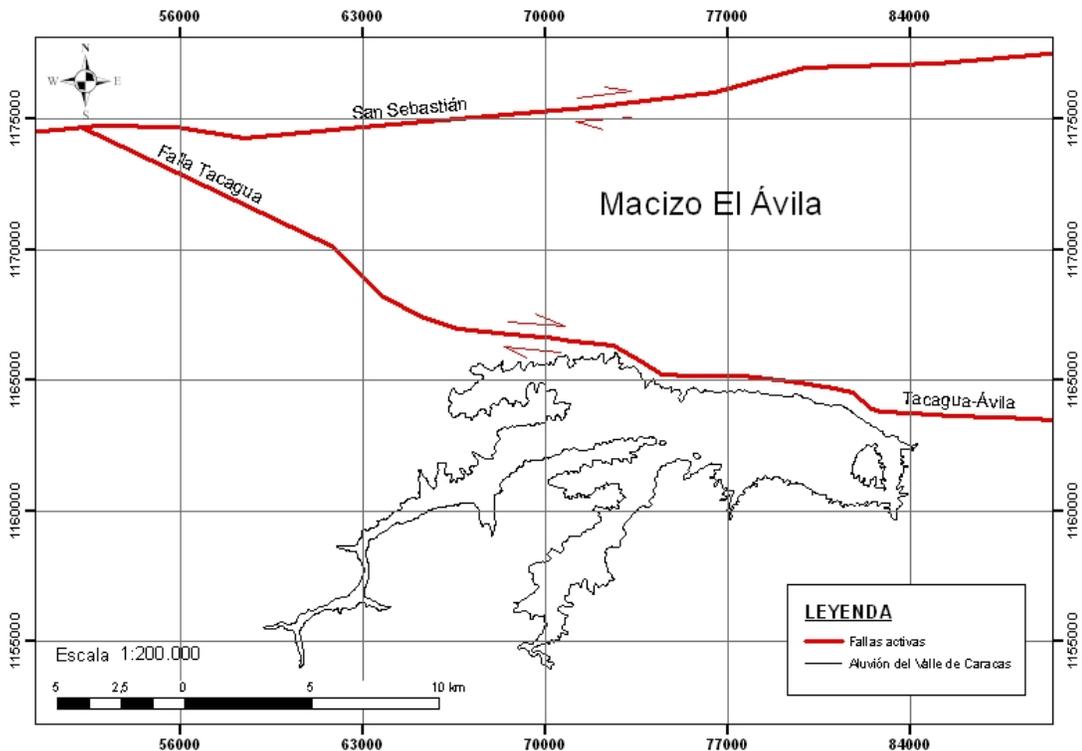


Figura 5.3. Fallas activas del Valle de Caracas (URBANI & RODRÍGUEZ, 2004)

5.2.2 Evidencias documentales de actividad sísmica reciente en el Valle de Caracas e inmediaciones

Fuera de los testimonios escritos provenientes de testigos presenciales de los terremotos históricos conocidos que han afectado a Caracas y que son relativamente

abundantes a partir del evento sísmico de 1812, son escasas las evidencias directas de índole documental concernientes tanto a las manifestaciones tectónicas cosísmicas observadas, como a los efectos de estos eventos sísmicos ocurridos tanto en campo abierto como en edificaciones e infraestructuras públicas antes del terremoto de 1900. Por tal razón, este capítulo se ha propuesto ilustrar las posibilidades de obtención de información sobre estos tópicos a partir de fuentes inéditas o subutilizadas por no pertenecer las mismas a los aspectos convencionales de la geología.

5.2.2.1 Evidencias geológicas

Las evidencias de campo más fidedignas de la ocurrencia de terremotos de magnitud superior a 5,5 corresponden a deformaciones irreversibles del terreno generadas por la llegada de la ruptura cosísmica en la superficie en forma frágil, donde suele dejar huellas geomorfológicas diagnósticas de las relaciones de importancia entre las componentes vertical y horizontal del movimiento, que son susceptibles de perdurar en la morfología mientras los agentes de erosión en equilibrio con el clima regional no lo borren significativamente. Estas rupturas de superficie cosísmicas se expresan por lo general bajo la forma de microescarpes subverticales de determinada longitud que pueden alcanzar desde algunos decímetros a varios metros de desnivel, o por medio de simples rajaduras del terreno cuando el desplazamiento es puramente horizontal, a lo largo de las cuales el valor del movimiento lateral puede evidenciarse cuando existen marcadores naturales o artificiales significativos para medirlo (SLEMMONS, D. B., 1977).

Rupturas cosísmicas como las indicadas fueron señaladas por primera vez en Venezuela en la costa de Pedernales a raíz del terremoto del 11 de mayo de 1913 bajo la forma de un microescarpe de 1 m de desnivel, lamentablemente no documentado gráficamente, y que puede relacionarse con un sismo de magnitud 7 (SINGER & AUDEMARD, 1997). Es necesario esperar el terremoto de Cumaná de 1929 para disponer de las primeras evidencias documentales fotográficas de rupturas de superficie cosísmicas, las cuales fueron proporcionadas por el geólogo californiano Sydney Paige (1930) al este de la ciudad en la falla de El Pilar. Las primeras rupturas

de superficie cosísmicas modernas investigadas de acuerdo al estado del arte actual de la geología de fallas activas y de la paleosismología de subsuelo por medio de trincheras de exploración, corresponden al terremoto de Cariaco de 1997 en la falla de El Pilar (FUNVISIS, 1997; AUDEMARD, 2006).

En Caracas, no ha sido posible evidenciar hasta la fecha rupturas cosísmicas por vía de superficie a lo largo del sistema de fallas Tacagua-El Ávila, para reconstruir la historia sísmica más reciente, y aún desconocida de la misma, es muy poco probable de que se consigan en virtud de la tasa de actividad de esta falla en comparación de la importancia de la actividad erosiva, y por el hecho que los 6 eventos sísmicos más importantes que afectaron la ciudad en 1641, 1776, 1812, 1878, 1900 y 1967 no se encuentran asociados con esta falla de sitio.

En cuanto a la falla de San Sebastián, no se debe descartar que parte de la ruptura cosísmica del terremoto de 1812 esté ubicado en la falla de Bruscas, conforme a la opinión de Clarence Allen (1982) sobre el significado sísmico del microescarpe (“scarplet”) muy conspicuo que se evidencia al pie del escarpe sur del Cerro Machado en las aerofotografías de la Misión C8 (1951) tomadas previamente a los movimientos de tierra artificiales, que erradicaron la referida traza activa para la expansión del aeropuerto de Maiquetía.

Existen algunas evidencias geológicas más indirectas de actividad sísmica correspondientes a efectos locales de los terremotos de 1812, 1900 y 1967, las cuales fueron inventariadas por SINGER *et al* (1983; 1985) y se encuentran aún mal localizadas, tales como aludes de escombros sísmicos en ambos flancos del Ávila (eventos de 1812 y 1900), posibles fenómenos de licuación de suelos en las vegas aluviales del Guaire (1812) en el evento de 1900 y de relajación sísmica (“lateral spread”) en el sismo de 1967 en las playas del litoral central, así como deslizamientos de tierra (eventos de 1900 y 1967) y desbarrancamientos de flancos de quebradas en 1812 (Qda. Catuche), cuyo significado sísmico fue objeto de una agria polémica entre los naturalistas SIEVERS (1884) y ERNST (1886) a final del siglo XIX.

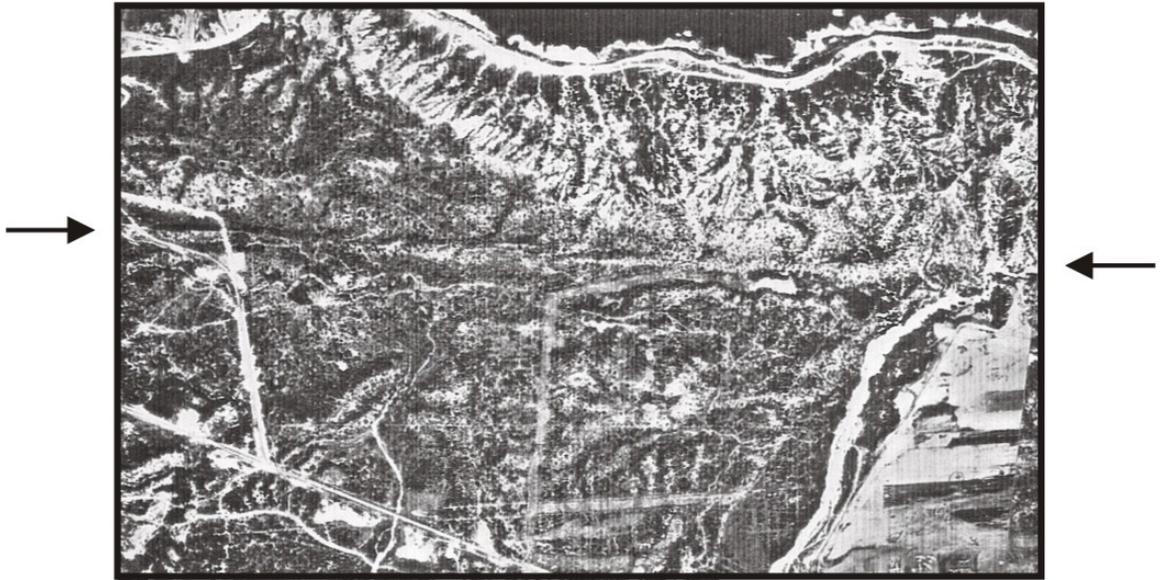


Figura 5.4. Trazo de la Falla de Bruscas (Sistema San Sebastián) en fotografía aérea de la Misión C8 del sector del actual Aeropuerto Simón Bolívar de Maiquetía con evidencias diagnósticas de actividad reciente (microescarpe sísmico, lomos de fallas *en echelon*, “sag pond”, drenajes desviados). Cortesía: A. Singer.

5.2.2.2 Otras evidencias de actividad sísmica reciente

Fuera de las evidencias directas más comunes de geología de campo expuestas arriba, existen otras fuentes de documentación no convencionales y de potencial interés para documentar la actividad sísmica reciente como son en Caracas, la iconografía pictórica, los datos arqueosísmicos y la hagiografía sísmica, que se refieren a los efectos locales que dejaron huellas duraderas en el paisaje geomorfológico y en marcadores artificiales como el patrimonio arquitectónico y los imaginarios colectivos del miedo y del sentimiento de seguridad ante la amenaza de terremotos.

– Iconografía pictórica

- “El Martirio de San Bernabé” (Figura 5.5): esta pintura religiosa colonial, retratada en DUARTE & GASPARINI (1989), fue realizada en 1666 y vuelta a pintar en 1756 por Juan Pedro López sobre la original. Ella presenta el Martirio de San Bernabé en su condición de santo protector contra los terremotos y como recordatorio del evento sísmico ocurrido el día 11 de junio de 1641, día de San Bernabé, que arruinó la catedral, tal como da testimonio de esta situación el obispo Fray Mauro de

Tovar al Rey en su informe del 16 de agosto: “La iglesia mayor se abrió en diferentes partes y vino abajo totalmente la capilla mayor y el campanario y las sacristías...”. Fuera de este testimonio escrito, esta pintura ofrece una imagen gráfica de gran valor documental de las ruinas de la Catedral después del terremoto, donde se evidencia el estado muy precario en que quedó la torre, partida por una gran grieta diagonal y con muestras aparentes de desplazamientos laterales en la estructura colapsada. Esta imagen, de contenido figurativo poco común en la pintura religiosa colonial, constituye el documento gráfico más antiguo conocido de la actividad sísmica ocurrida en el país.

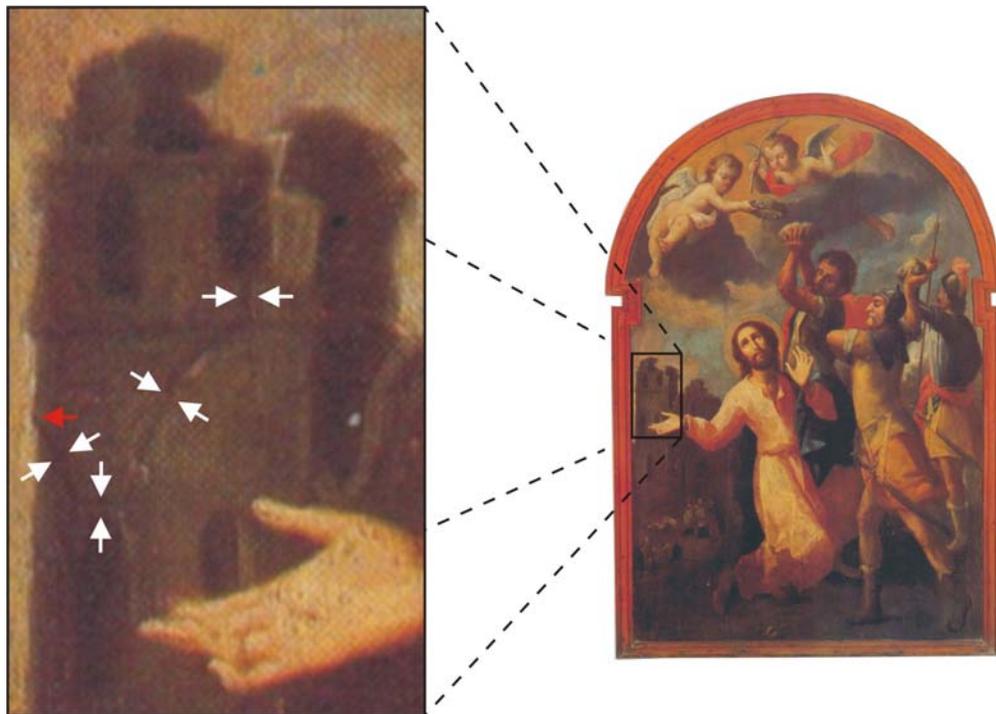


Figura 5.5. Documento iconográfico más antiguo conocido de la actividad sísmica en el país. Efectos del terremoto de 1641 en la Catedral de Caracas. Las flechas blancas señalan el agrietamiento de la torre y la flecha roja señala desplazamientos laterales de las estructuras en una pintura colonial anónima (1666), “El Martirio de San Bernabé”. Modificado de DUARTE Y GASPARINI, 1980.

- “La Iglesia de la Pastora en un barrio de Caracas destruido por el terremoto de 1812” (Figura 5.6): esta pintura en óleo sobre cartulina, realizada por Bellermann en 1844-1845, durante su vista a Venezuela, ofrece una imagen desolada de los barrios arruinados por el terremoto de 1812 a lo largo de la Qda. Catuche, y de las barrancas

desplomadas muy vistosas correspondientes al margen derecho (oeste) de esta quebrada. Estos barrancos colapsados concentraron la atención de otros pintores contemporáneos de Bellermann, que retrataron a la Caracas destruida, como Pissarro y el barón Jean Baptiste Gros entre otros, además de suscitar una disputa científica sobre el significado sísmico de estos colapsos de taludes naturales entre SIEVERS (1884), quien les atribuía un origen sismotectónico, y Ernst (1886) quien refuta esta interpretación.



Figura 5.6. Ruinas del Terremoto de 1812 y deslizamientos rotacionales en la barranca oeste de la quebrada Catuche probablemente activados por este evento sísmico, en una pintura de Bellermann, 1844-45. Modificado de BELLERMANN, 1977.

– Hagiografía sísmica

Hemos visto la importancia de los santos protectores o abogados contra los terremotos en el ejemplo utilizado para ilustrar los alcances de la iconografía pictórica como marcador de la actividad sísmica. La hagiografía sísmica tiene como propósito documentar la vida de los santos protectores contra los terremotos, escudriñar las circunstancias relacionadas con determinados eventos sísmicos que motivaron su veneración como tal por sus devotos en Venezuela y fuera del país, así como reconstituir las corrientes de difusión de su culto acordes con el contenido de

los catálogos y la geografía de la actividad sísmica en la superficie del planeta. En Caracas, los santos, cuyo culto como protectores contra los terremotos se encuentran vinculados con determinados eventos sísmicos históricos, son San Bernabé (terremoto de 1641), la Virgen de Las Mercedes (la catalana conocida popularmente como la “Guaricha” y como Patrona de Caracas), que de abogada de los hacendados contra las plagas del cacao desde 1638, pasa a convertirse en Conservadora nuestra-*Servatrici Nostrae*- invocada contra los terremotos por el papel destacado que cumplió días antes y durante el evento sísmico del 21 de octubre de 1766 por iniciativa del Padre Don Nicolás Bello, cura de la Pastora, y supuestamente por haber salvado a la población caraqueña de perecer en este terremoto (UTRERA Fray, 1938), y la Virgen del Rosario de San Jacinto, venerada hoy en Altagracia (NAVARRO MR., 1967) y conocida como Nuestra Señora de los Terremotos desde el terremoto del 26 de marzo de 1812, tal como se le conoce por una escultura atribuida a José Francisco Rodríguez (DE ARMAS, 1977) (Figura 5.7). Fuera de estos tres “Santos Protectores cosísmicos”, también eran objeto de culto e invocados contra los terremotos en Caracas, San Cristóbal, San Emigdio, San Bartolomé, y Santa Eduvigis.



Figura 5.7. Escultura de la Virgen del Rosario conocida como la Señora de los Terremotos, atribuida a José Francisco Rodríguez. Tomado de DE ARMAS, 1977.

– Datos arqueosísmicos:

La arqueosismología constituye una subdisciplina de la arqueogeología y se dedica a buscar evidencias de la actividad sísmica pasada a partir de la observación de deformaciones permanentes como desplazamientos o perturbaciones tectónicas que pueden haber sufrido determinados yacimientos arqueológicos en superficie o en el subsuelo, así como estructuras construidas de gran antigüedad, coloniales o contemporáneas como resultado de su interferencia con fallas activas o como resultado de efectos locales indirectos de la actividad sísmica (SINGER, 1983; STIROS & JONES, 1996).

Los trabajos de arqueología urbana colonial llevadas a cabo por SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002) en el casco antiguo de la capital dieron lugar a la puesta en evidencia de efectos locales atribuidos por los citados arqueólogos a los eventos sísmicos de 1641 y 1812, que afectaron las estructuras primitivas de la primera iglesia caraqueña encontradas en el subsuelo arqueológico donde se asientan las fundaciones de la actual Iglesia Santa Capilla y de la escuela José Ángel Lamas, una cuadra al norte de la presente Catedral de Caracas, y en el sitio del primer asentamiento fundacional correspondiente a la villa-campamento de Losada, ubicado a 4 m de profundidad por debajo del nivel topográfico actual de la ciudad.

Las estructuras primitivas de la primera iglesia de San Sebastián, señalada por el Gobernador Pimentel en su plano de 1578, estaba ubicada en la esquina noroeste del campamento de Losada correspondiente a la actual cuadra enmarcada entre las esquinas de Santa Capilla, Veroes, Torre y Principal, ubicación corroborada por la arqueología (SANOJA & VARGAS-ARENAS, 2002). El registro estratigráfico obtenido en las excavaciones arqueológicas realizadas en el sitio indicado revelaron la existencia de 4 fases constructivas superpuestas I, II, III y IV de la referida iglesia primitiva, que abarcan una ventana de tiempo de 3 siglos comprendida entre 1568 y 1870, mientras se estuvo iniciando la construcción del edificio de la actual Catedral de Caracas entre 1645 y 1674 y refundando la ciudad mediante el acondicionamiento de una nueva trama urbana con un nuevo centro ubicado más al sur, en la actual Plaza Bolívar.

La cronología de las estructuras sucesivas de la referida iglesia primitiva de la villa-campamento de Losada es la siguiente, de acuerdo a las investigaciones de SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002):

- Ermita o Iglesia I de San Sebastián-San Mauricio: ~1568-1595/96
 - Iglesia II de San Sebastián-San Mauricio: 1595-1641
 - Iglesia III de San Sebastián-San Mauricio: 1641-1734
 - Iglesia IV de San Mauricio: ~1734/1741-1870
- Evidencias arqueosísmicas del terremoto de 1641:

Las fuentes de información históricas señalan el año de 1595 como fecha de construcción de la segunda iglesia parroquial de Caracas, al convertir en cenizas el corsario Amyas Preston a la primera iglesia de una sola nave, con techo de cogollo y piso de tierra pisada, dedicada a San Sebastián, pero en la cual se llega a albergar también la imagen de San Mauricio en octubre de 1580, debido al abandono en el cual se encontraba la ermita de mismo nombre desde su incendio en 1579, cuya ubicación figura también en el Plano de Pimentel.

La construcción de la iglesia II se efectúa sobre un relleno de escombros arqueológicos de 75 cm de espesor correspondiente a la nivelación de las ruinas de la primera iglesia asentada sobre un horizonte de arcillas amarillentas-anaranjadas diagnósticas de la alteración desarrollada en el tope del abanico aluvial Pleistoceno Q₂, en el casco antiguo de la ciudad. Esta nueva estructura cuenta con fundaciones hechas con sillares de grandes piedras naturales de 1,20 m de profundidad sobre las cuales se levantan muros de tapia apoyados sobre una base de ladrillos de 30 cm x 15 cm. El piso de la iglesia estaba cubierto de guijarros de río ordenados en franjas rectangulares de 60 cm de ancho (Figura 5.8). El plano y posible aspecto de esta segunda iglesia, reconstituida por SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002) en el subsuelo de la Escuela José Ángel Lamas, se presentan en la Figura 5.9.

En el sitio correspondiente al umbral de la puerta que comunicaba al prebisterio con la sacristía, las excavaciones arqueológicas efectuadas evidenciaron que los ladrillos que conformaban este relleno, presentaban orientaciones

distorsionadas; algunos de los mismos se encontraban fracturados y otros rotados a 45° con orientaciones NO-SE. Estas anomalías son atribuidas por SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002) a efectos de terremoto de 1641, que sería responsable de la destrucción de la Iglesia II (Figura 5.8).



Figura 5.8. Sitios de las evidencias arqueosísmicas del terremoto de 1641 según SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002), en el umbral (5) ubicado entre el baptisterio y la sacristía de la Iglesia II, donde fueron encontrados restos de ladrillos distorsionados (véase Figura 5.9).

Sin embargo, conviene destacar que esta Iglesia II no dispone de torre (Figura 5.9) y difiere sensiblemente de las características arquitectónicas de la catedral arruinada por el mismo terremoto tal como se encuentra retratada en una pintura religiosa de 1666 (Figura 5.5), lo cual plantea una contradicción de peso, no resuelta, al afirmar Sanoja y Vargas-Arenas (2002) que ambas estructuras corresponden a la misma edificación.

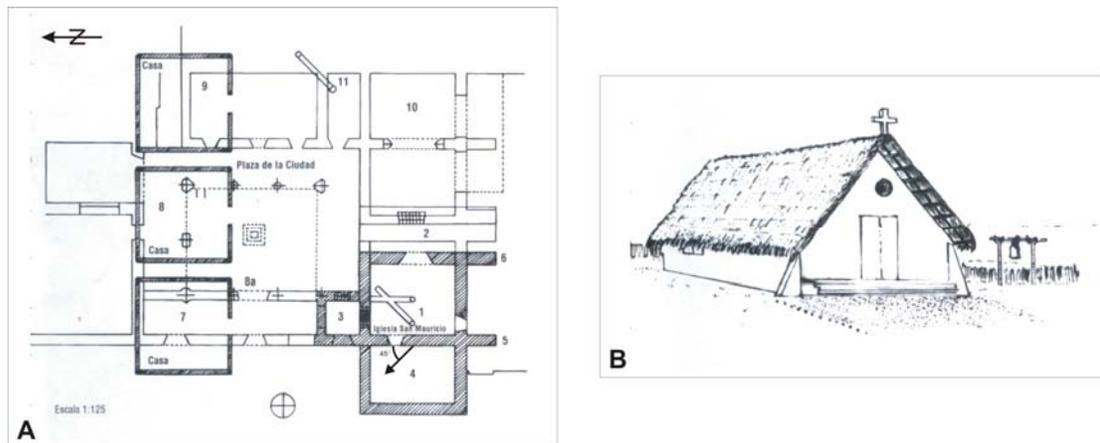


Figura 5.9. A. Vista en planta de la Iglesia II y ubicación de ladrillos rotados a 45° hacia el NW por la onda sísmica del terremoto de 1641 (véase Figura 5.8 para la ubicación del vano con ladrillos rotados) B. Posible aspecto de la Iglesia II de San Sebastián-San Mauricio (1595-1641). Modificado de SANOJA & VARGAS-ARENAS (2002).

- Evidencias arqueosísmicas del terremoto de 1812:

Sobre los restos nivelados de la iglesia III de San Sebastián-San Mauricio, cuya demolición habría ocurrido entre 1734 y 1740 se levanta a la última iglesia colonial de San Mauricio o iglesia IV sobre la cual se edifica en 1870 a la Santa Capilla. Esta iglesia IV, fue construida por iniciativa de la Cofradía de Nuestra Señora de la Guía y San Juan Bautista para dar servicio religioso a la población caraqueña de color, al estar reservada la nueva Catedral a los blancos mantuanos.

Las excavaciones arqueológicas realizadas en una vivienda construida por esta misma cofradía como anexo a la iglesia de San Mauricio, evidenciaron daños de consideración, como lo revela una discontinuidad constructiva muy vistosa en un muro de la misma, al haber tenido que reconstruirse esta pared de tapia después del terremoto con una técnica de fabricación totalmente diferente, probablemente entre los años 1817 y 1824 (Figura 5.10).



Figura 5.10. Discontinuidad constructiva atribuida al terremoto de 1812 en las estructuras de la Iglesia IV, ubicadas en las fundaciones de la Escuela José Ángel Lamas. 1) Modificada de SANOJA & VARGAS ARENAS (2002), 2) Foto: Caraballo & Oropeza.

Los ejemplos analizados ilustran el interés que presenta el subsuelo de la Caracas antigua y de las demás ciudades coloniales del país como fuente potencial de información sobre eventos sísmicos históricos a través de la realización de investigaciones interdisciplinarias de geología urbana y de arqueosismología y mediante el seguimiento arqueológico y geológico sistemático de las excavaciones realizadas para fines de remodelación de edificaciones antiguas o de construcciones de edificios nuevos.

5.2.3 Principales eventos locales destructores del Catálogo Sísmico

El Valle de Caracas ha sido afectado por terremotos, siendo los más destructivos los correspondientes a los años de 1641, 1812, 1900 y 1967, entre los cuales los de 1812 y 1967 parecen relacionarse con el sistema de falla de San Sebastián. Otros sismos menos destructivos, de los años 1837 y 1878, son atribuidos a las fallas de la Victoria y Tácata, respectivamente (JICA, 2004) (Figura 5.11).



Figura 5.11. Extracto del Mapa de Escenarios de Terremoto y zonas de ruptura de sismos históricos. Tomado de JICA, 2003.

A continuación se describen los principales eventos sísmicos que han afectado a la ciudad de Caracas:

- Sismo de San Bernabé, 11 de junio de 1641, 08:15 a.m.

Epicentro y Magnitud: el epicentro se ubica en las coordenadas geográficas 10,9 de latitud norte y 66,7 de longitud oeste, a unos 50 km de la ciudad de Caracas. La magnitud estimada fue de 6 y según los daños ocasionados se le asignó una intensidad de IX en la Escala Modificada de Mercalli (RODRÍGUEZ, 2005).

Número de víctimas: Fray Mauro de Tovar, citado en RODRÍGUEZ *op cit*, expresa que para 1641 Caracas tenía una población de 6000 habitantes y no hubo casa alguna que no viniese totalmente al suelo. Según MALDONADO-BOURGOIN (1994), el número de víctimas fallecidas en la ciudad fue de 300 a 500 y la Casa del Cabildo también fue devastada por el terremoto, siendo una construcción sólida de tipo constructivo semejante al eclesiástico.

Daños materiales: Los edificios arruinados corresponden a lo recopilado por CENTENO (1940-1969): Hospital de la Iglesia de San Pablo, la Iglesia de San Sebastián, el templo y convento de San Jacinto, la Iglesia de Las Mercedes y la Catedral de Caracas (Figura 5.12). La iglesia mayor sufrió agrietamiento general y

parte de la iglesia del Convento de Las Monjas se vino abajo, al igual que la iglesia del Convento de San Francisco.

Entre los testimonios dejados por el sismo de San Bernabé destaca lo reseñado por Alejandro Ibarra Blanco (1813-1880†), en ese entonces rector y decano de la Universidad Central de Venezuela quien manifestó: “... *arruinó en forma tan severa la capital que apenas quedaron en pie y en buen estado no más de 5 casas particulares ...*”.



LEYENDA

- A Iglesia San Pablo
- B Iglesia San Sebastián
- C Iglesia San Jacinto
- D Iglesia de Las Mercedes
- E Catedral de Caracas
- F Convento de San Francisco

Figura 5.12. Ubicación de edificios afectados por el terremoto de 1641. Mapa base de Bolívar y Ponte, 1772. Modificado de AMODIO, NAVARRETE & RODRÍGUEZ, 1997.

- Sismo de Santa Ursula, 21 de octubre de 1766, 04:30 a.m.

Epicentro y magnitud: según SCHMITZ (2005) su epicentro estuvo ubicado en Oriente en las coordenadas 10,7° de latitud norte y 62,5° de longitud oeste, con una magnitud de 7.9 y una intensidad estimada V (Escala de Mercalli).

Número de víctimas y daños materiales: en Caracas no hubo víctimas y los daños generales fueron pocos, a excepción de la Catedral, cuya torre inclinada, según MALDONADO-BOURGOIN (1994), tuvo que relajarse para prevenir su colapso.

Otras observaciones: según GRASES (1990), por la extensión del área afectada y por la duración de las réplicas, este terremoto es probablemente el de mayor magnitud que ha afectado el noreste de Venezuela. Las réplicas fueron sentidas cada hora durante 14 meses.

- Sismo del Jueves Santo, 26 de marzo de 1812, 04:07 p.m.

Epicentro y magnitud: el epicentro se ubica en las coordenadas 66,9° longitud oeste y 10,3° latitud norte; mientras su magnitud se calculó 7.1. La intensidad del mismo se estimó en XI (Escala de Mercalli) y la distancia hasta la ciudad Capital se estimó en 25 km (SCHMITZ, 2005).

Número de víctimas y daños materiales: CENTENO (1940-1969), describe este sismo como espantoso, con una duración de 48 segundos, con grandes destrucciones en Caracas, La Guaira, Maiquetía, Antímano, La Vega, Baruta y fuera de la región central. Entre los templos que sufrieron daños estaban: La Pastora, Altagracia, San Mauricio, La Merced, Santo Domingo y La Trinidad. En la Iglesia Catedral, la torre se inclinó.

Efectos locales de origen geológico: en Caracas se generaron grietas en el suelo de la ciudad y en la serranía, y brotes de agua negra y fétida en las vegas del río Guaire donde ocurrieron borbotones de agua, atribuidos a posibles fenómenos de licuación de suelos. Se señala que el intervalo de réplicas, o sismos secundarios fue largo, sin señalar el lapso de tiempo. Se produjeron además derrumbes y posibles cambios de curso de drenajes en el Valle de Caracas (FUNDACIÓN POLAR, 1988).

Según ALTEZ (2004): “En Caracas, los sectores del norte de la ciudad fueron casi completamente destruidos, mientras en los sectores del sur y del este, el daño fue menor. En el Ávila hubo grandes derrumbes y se formaron grietas de gran dimensión. Un estudio reciente revela que cerca de 60% de las edificaciones fueron severamente dañadas en Caracas, y el total de muertes en Caracas pudo ser reducido a 2.000”.

La distribución e intensidad de los daños causados por este terremoto fue mapeada por ALTEZ (2006) tomando como base el plano de Caracas del año 1810 (Figura 5.13). Este documento destaca que existe una fuerte relación entre la calidad y estado de las construcciones de la época y la distribución de los daños producidos por el terremoto.

Otras observaciones: Este sismo ha sido considerado como el evento de mayor energía liberada sucedido en la historia de Venezuela. Además, las consideraciones

sismogénicas del evento tuvieron connotación política, ya que el mismo ocurre en plena guerra de independencia.

- Sismo del 10 de septiembre de 1837, 2:00 p.m.

Epicentro y magnitud: FUNVISIS (1978) señala que este sismo tuvo epicentro en las coordenadas 10,3° latitud norte y 66,6° longitud oeste, aproximadamente a 45 km del Valle de Caracas y una magnitud estimada de 5.6.

Número de víctimas y daños materiales: según JICA (2003): “fue un fuerte terremoto en Caracas, destruyó Santa Teresa del Tuy y Santa Lucía, algunas casas se derrumbaron; hubo pocas víctimas, la mayoría de ellas resultó lesionada”

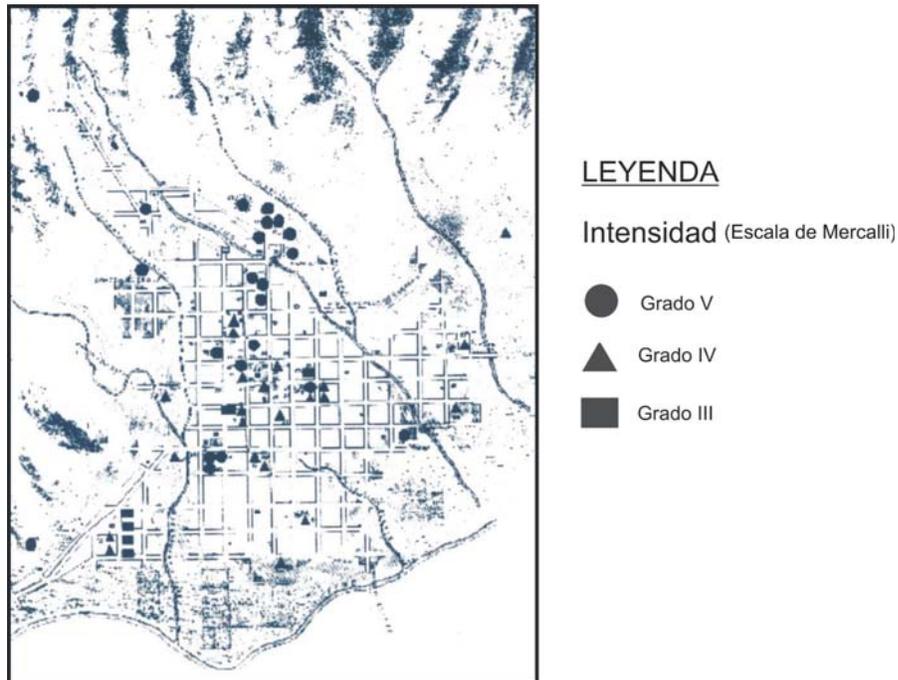


Figura 5.13. Plano de distribución e intensidad de daños producidos por el terremoto de 1812 en la Ciudad de Caracas; escala de Mercalli. Tomado de ALTEZ, 2006.

- Sismo de Cúa, 12 de abril de 1878, 8:40 p.m.

Epicentro y magnitud: El epicentro de este sismo se estimó a unos 35 km de la ciudad capital, específicamente en las coordenadas de latitud norte 10,2° y longitud

oeste 66,9°. La magnitud estimada fue de 6.1 y la intensidad en el orden de VII-VIII (Escala de Mercalli, SCHMITZ, 2005).

CENTENO (1940-1969), señaló que tres sismos premonitores ocurrieron minutos antes del principal. Fue sentido en la región central del país, afectando poblaciones del estado Miranda, así como la ciudad capital donde se agrietaron varios edificios.

Número de víctimas y daños materiales: JICA (2003) comenta: “Terremoto destructor del sur de Caracas que arruinó la ciudad de Cúa donde murieron de 300 a 400 personas bajo los escombros de un total de 3000 habitantes para la fecha.”

Efectos locales de origen geológico: según JICA (2003), “El trabajo de campo indicó que las casas en la parte baja de la ciudad sobre la planicie aluvial sufrieron relativamente poco daño, mientras que las que estaban en áreas altas de la ciudad, como colinas rocosas, fueron destruidas (Ernst, 1878). El número de víctimas se estimó en 600 (The Times, Londres 18 de mayo, 1878). En Caracas, las edificaciones sufrieron grietas. El movimiento del terreno duró de 8 a 10 segundos en Caracas”.

- Sismo de San Narciso, 29 de octubre de 1900, 04:07 p.m.

Epicentro y magnitud: este sismo tuvo una magnitud de 7.8 a 8.4 (Grases *et al*, 1999) y su intensidad se calculó en VIII (Escala de Mercalli). El epicentro del mismo se ubicó a 50 km de la ciudad de Caracas, específicamente en las coordenadas 10,9° latitud norte y 66,8° longitud oeste (SCHMITZ, 2005).

Daños materiales: Los destrozos fueron grandes y en mayor o menor cuantía se encontraron ruinas de edificaciones en las esquinas señaladas en la Figura 5.14. Entre las edificaciones públicas y eclesiásticas afectadas se encuentran las iglesias de San José, la Capilla de la Trinidad, las iglesias de La Pastora, La Vega, El Valle, Santa Capilla, Altagracia, Santa Teresa, la Capilla de El Carmen, y la Capilla de Corazón de Jesús. Al igual que el Palacio Federal, que sufrió el colapso de una cornisa, la Universidad (actual Palacio de las Academias) se vio algo afectada; el Palacio Municipal y el despacho del Ministro de Relaciones Exteriores quedaron en ruinas.

Otras observaciones: Según GRASES (1979), este terremoto que afectó tanto a Caracas como a las costas barloventeñas, aparece publicado por el Comité de Sismología de la Sociedad Británica para el Avance de la Ciencia, en un listado de sismos de gran magnitud que abarca el periodo 1899-1903, y es el primero de los señalados por la red mundial y publicado en el Catálogo de Edimburgo como instrumental, siendo a su vez el último de los sismos históricos. Aunque, según SALAS (1990), citado por RODRÍGUEZ (2005), para la fecha del evento nuestro país aun no poseía sismógrafos; pues los primeros fueron instalados a finales de 1901.

CENTENO (1940-1969), señala que el terremoto afectó Macuto, Guatire, Guarenas, Higuero y pueblos vecinos, y siendo ruinoso en la ciudad de Caracas. Le siguieron réplicas en las siguientes 55 horas después del evento principal; no obstante, JICA (2003), señala 250 manifestaciones en los siguientes 3 años.

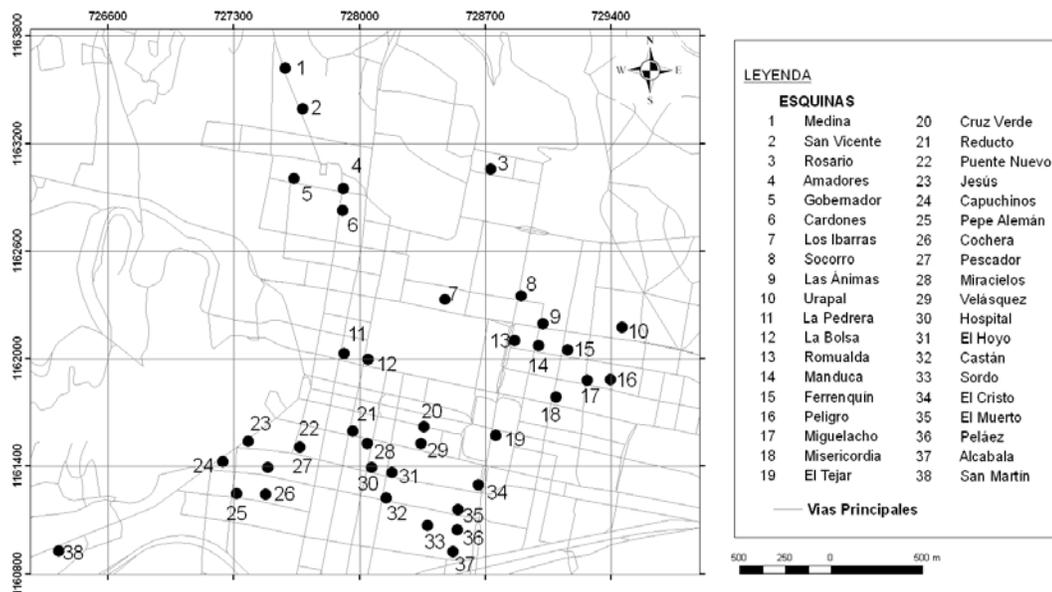


Figura 5.14. Esquinas afectadas por el sismo de 1900.

- Sismo Cuatricentenario, 29 de julio de 1967, 08:00 p.m.

Epicentro y magnitud: según SCHMITZ (2005), el epicentro de este sismo se ubicó en las coordenadas latitud norte 11° y longitud oeste $67,25^\circ$ a unos 50 km de la ciudad de Caracas. El mismo presentó una magnitud de 6.3 e intensidad VIII (Escala

de Mercalli). El evento se produjo en una zona ubicada entre Puerto Cabello al oeste, e Higuerote al este.

Número de víctimas y daños materiales: en las urbanizaciones de Los Palos Grandes y Altamira en Caracas colapsaron 4 edificios: Mijagual, Neverí, San José y Palace Corvin. Según GRASES (2000), "... la casi totalidad de la 300 víctimas del terremoto de Caracas del año 1967, fueron a consecuencia del derrumbe total o parcial en Caracas y Caraballeda de edificios relativamente modernos en ese entonces..." (RODRÍGUEZ, 2005).

Efectos locales de origen geológico: La gran desigualdad de daños en el valle causados por este evento sísmico y la concentración de los mismos en el sector de Los Palos Grandes (Figura 5.15), despertó la curiosidad de los investigadores de la WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INT. Los estudios geofísicos realizados por esta empresa en el año 1969 (Anexo 19), conducen a revisar el mapa de espesor de aluviones del año elaborado por la DELAWARE CORPORATION en 1950 (Anexo 18) y a localizar una profundidad anómala del tope de roca en el sector de Los Palos Grandes con un relleno de más de 300 m de espesor de sedimentos que coincide con la zona de mayor intensidad de daños sufridos en el referido evento.

El terremoto de 1967 tuvo como consecuencia benéfica la creación de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) por Decreto del Gobierno Nacional en el año 1972 (www.funvisis.org.ve/decreto_creacion.php). Este organismo interdisciplinario, hoy en día adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), promueve investigaciones y estudios especializados en sismología, geología sísmica e ingeniería sísmica, con el propósito de contribuir a la reducción del riesgo sísmico en el país.

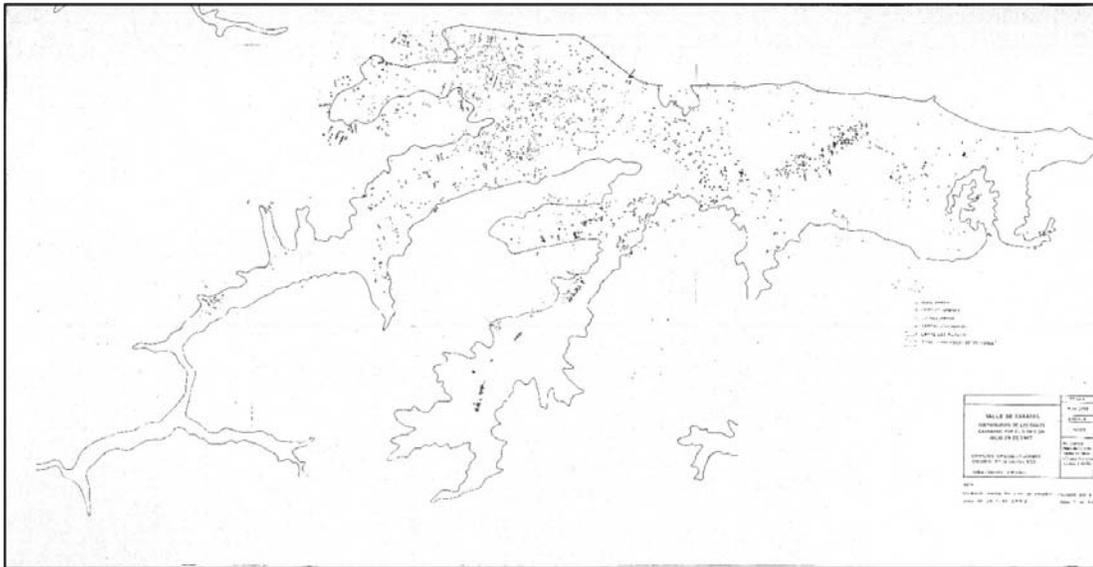


Figura 5.15. Mapa de distribución de daños en el valle aluvial de Caracas a raíz del terremoto de 1967 (WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS, 1969).

5.2.4 Sectores vulnerables de la ciudad capital

En el Valle de Caracas existen zonas con características geológicas que incrementan naturalmente la vulnerabilidad de las edificaciones, ante la amenaza sísmica como las que se describen a continuación:

5.2.4.1 El sector de Los Palos Grandes

El primer estudio significativo para el conocimiento geológico del Valle de Caracas es el que realiza la empresa DELAWARE CORPORATION en el año 1948 para el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS). Este trabajo presenta un mapa de espesores de sedimentos que señala la geometría de la cuenca del Valle de Caracas, y el sector con mayores espesores de sedimentos ubicado entonces en San Bernardino (Figura 5.16, Anexo 18).

Las destrucciones del Terremoto de Caracas en el sector de Los Palos Grande, en cuanto a víctimas y daños materiales, conducen a la empresa WESTON GEOPHYSICAL a realizar en el año 1969 un nuevo estudio para revisar la geometría de la cuenca. Con los datos obtenidos por la Delaware y datos adicionales de sísmica de

refracción, Weston ubicó los mayores espesores de sedimentos en el sector de Los Palos Grandes en la vertical de la Calle 4 (Figuras 5.17 y 5.18).

Los trabajos posteriores ratificaron los resultados obtenidos previamente por la Weston en Los Palos Grandes. KANTAK (2001), confirmó la geometría de la cuenca, y obtiene valores de espesor de sedimentos mayores de 320 m (Figuras 5.19 y 5.20). Posteriormente, el trabajo de MONCADA del año 2005, presenta espesores de 330 m (Figura 5.21, Anexo 20).

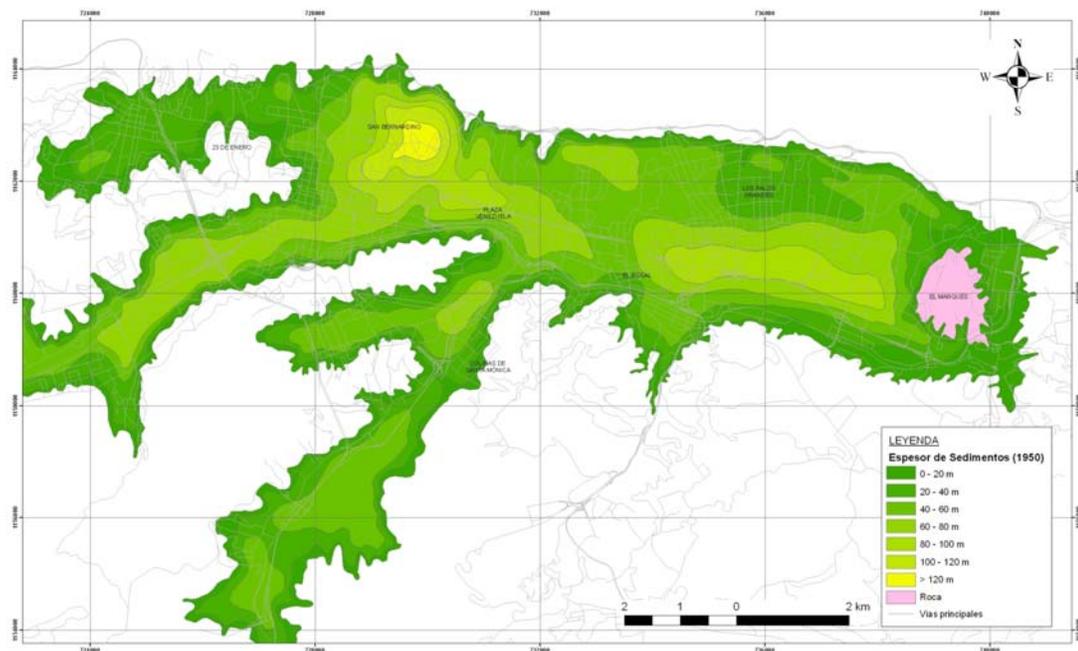


Figura 5.16. Mapa de Espesores de Sedimentos (DELAWARE CORPORATION, 1948).

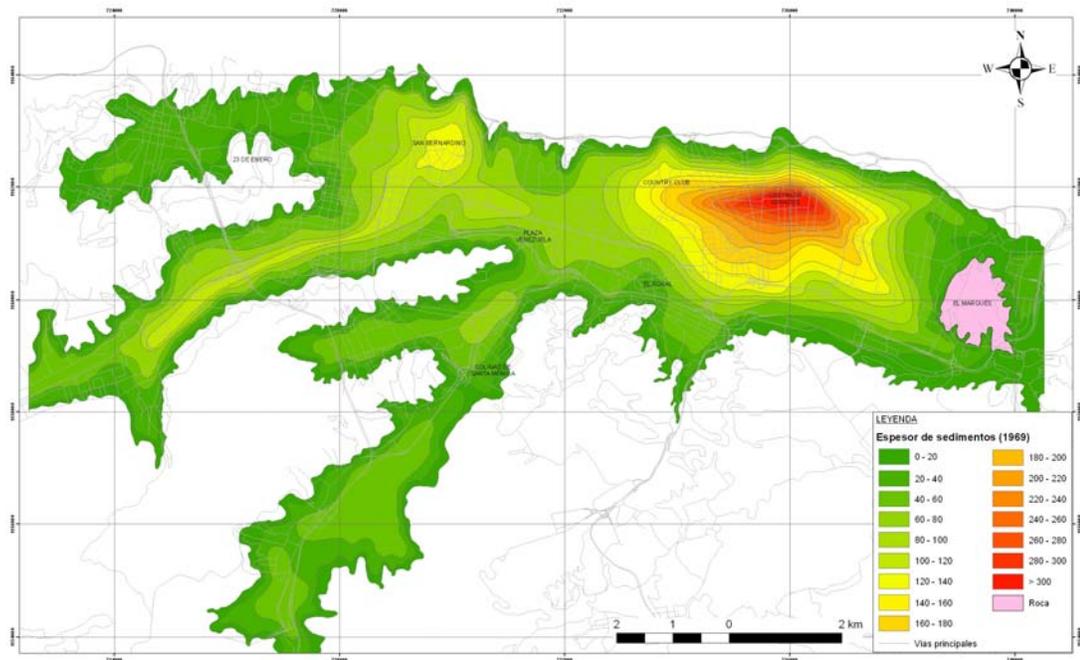


Figura 5.17. Mapa de Curvas de Espesores de Suelo (WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INC, 1969).

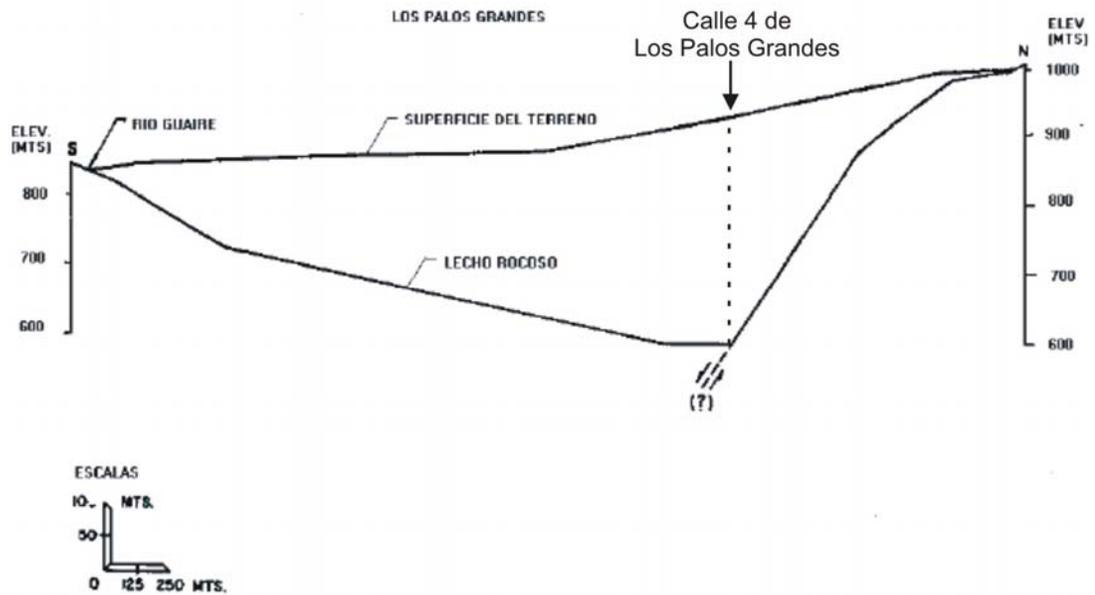


Figura 5.18. Perfil norte-sur de la depresión del ángulo de falla del sector de Los Palos Grandes con la inclinación a contrapendiente del basamento y el correlativo aumento de espesor de sedimentos hacia el norte. Modificado de WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS, 1969.

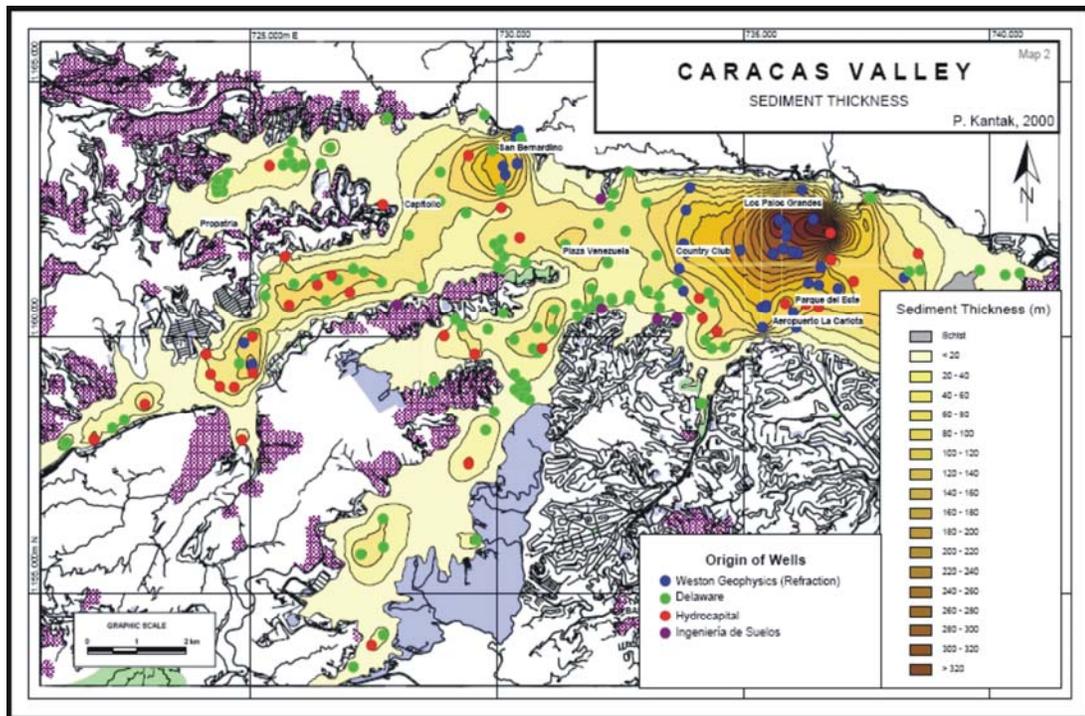


Figura 5.19. Mapa de Espesor de Sedimentos, distribución y origen de los pozos usados (KANTAK, 2001)

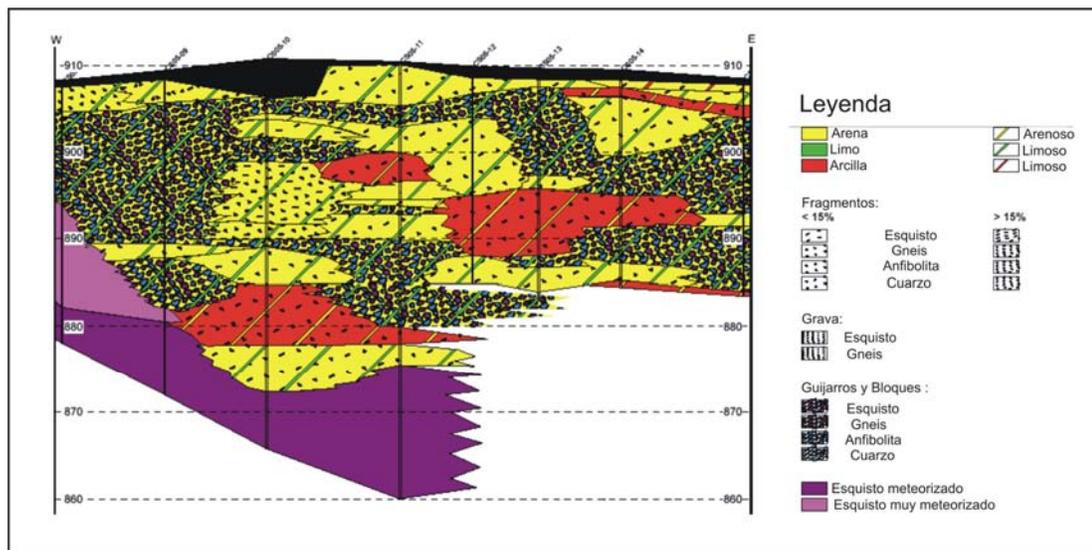


Figura 5.20. Perfil litológico de acuerdo a perforaciones geotécnicas ejecutadas por el Metro de Caracas C.A. en el Capitolio (KANTAK, 2001).

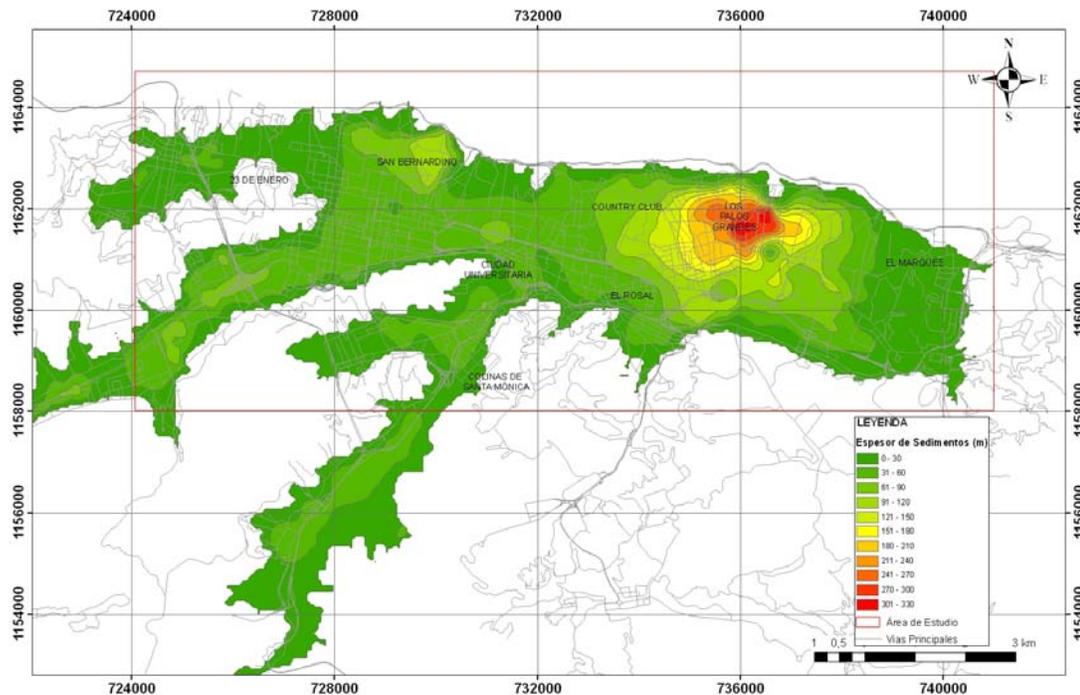


Figura 5.21. Mapa de Espesores de Sedimentos del Valle de Caracas (MONCADA, 2005).

5.2.4.2 Sectores con depósitos lacustres

La respuesta dinámica conflictiva de materiales lacustres en Venezuela ante eventos sísmicos fue evidenciada en Güigüe, el sur del Lago de Valencia, edo. Carabobo, a raíz del terremoto de 1967. Los suelos de la orilla lacustre de esta localidad sufrieron fenómenos de relajamiento gravitacional o “lateral spreading” sobre distancias significativas (DE SANTIS, AUDEMARD Y SINGER, 1985).

En la ciudad de Caracas, existen otros sectores potencialmente vulnerables correspondientes a zonas con depósitos lacustres: Zona Rental de Plaza Venezuela, Avenida Páez en El Paraíso, Avenida Los Ilustres y la Autopista de El Valle. Según SINGER & MUÑOZ (1977), en estos sectores se encuentran “sedimentos finamente laminados, rítmicos recurrentes, con facies litocromas de varvas lacustres ocre y café” que alcanzan entre 6 y 15 m de espesor y que no definen un nivel continuo de sedimentación lacustre; en efecto, esta sedimentación se atribuye a posibles represamientos locales ubicados en sitios de obturación aluvial ubicados a lo largo de la llanura aluvial de los ríos Guaire y Valle.

La cartografía geológica cuaternaria del Valle de Caracas presentada en esta tesis señala la extensión de los depósitos lacustres en la depresión Prado de María-San Pedro (Figura 5.22).

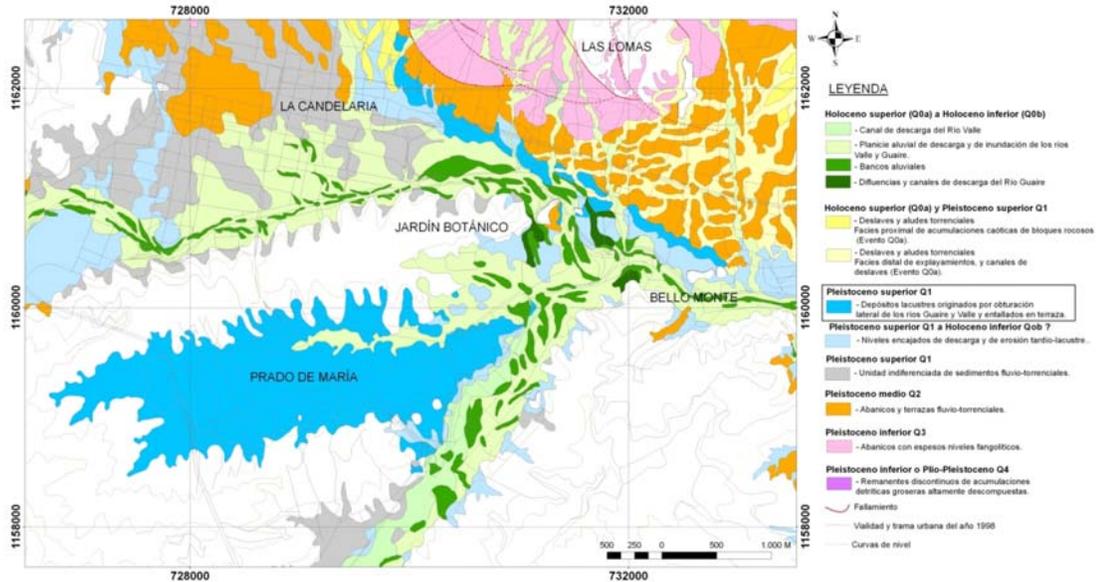


Figura 5.22. Ubicación de depósitos lacustres en el Valle de Caracas.

5.2.5 Intensidades esperadas para diversos tipos de escenarios sísmicos en el Valle de Caracas

En el marco de un proyecto de microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas, JICA (2003) calculó estadísticamente la respuesta sísmica del subsuelo esperada ante la ocurrencia de sismos históricos como los ocurridos en 1812, 1878 y 1967, y un sismo hipotético originado por la falla del Ávila. Los resultados fueron expresados en mapas de intensidades sísmicas esperadas en la Escala Modificada de Mercalli (IMM).

- Escenario sísmico de 1812: las intensidades aumentarían gradualmente en dirección noroeste por la ubicación del epicentro en la falla de San Sebastián, con los peores daños (intensidad = IX, IMM) al noroeste de la ciudad, en el cañón de Tacagua, a lo largo de los ríos Guaire y Valle, hasta la confluencia de estos drenajes; y al oeste de la avenida Cota Mil (norte de la Av. Baralt) (Figura 5.23).

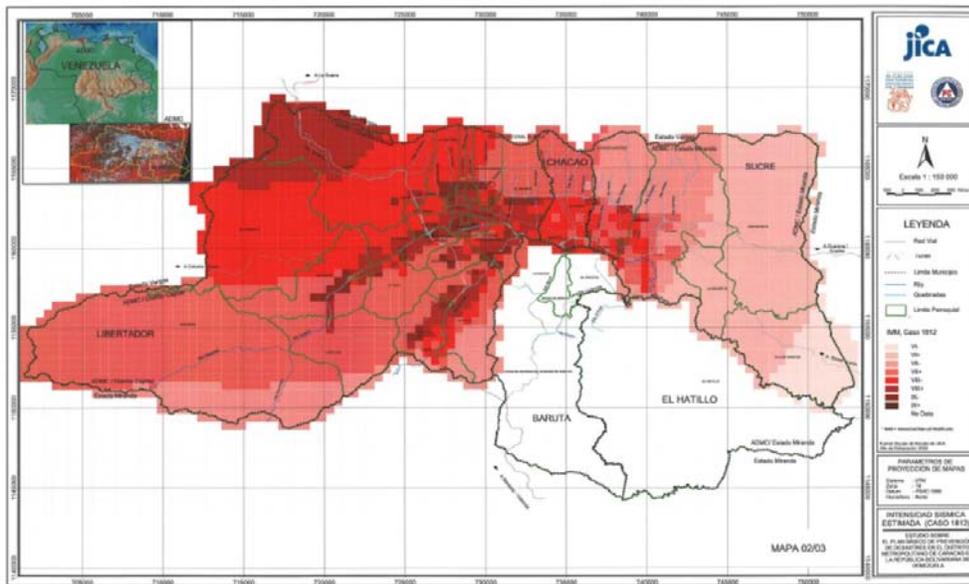


Figura 5.23. Mapa de intensidades sísmicas ejecutadas para un escenario sísmico tipo 1812 en el Área Metropolitana de Caracas (JICA, 2003).

- Escenario sísmico de 1878: los daños aumentarían progresivamente hacia el sur, conforme a la ubicación de este evento sísmico en la Falla de La Victoria, con una intensidad máxima de VII (IMM) en zonas como Coche, norte de Caurimare, Antímano y Petare (Figura 5.24).

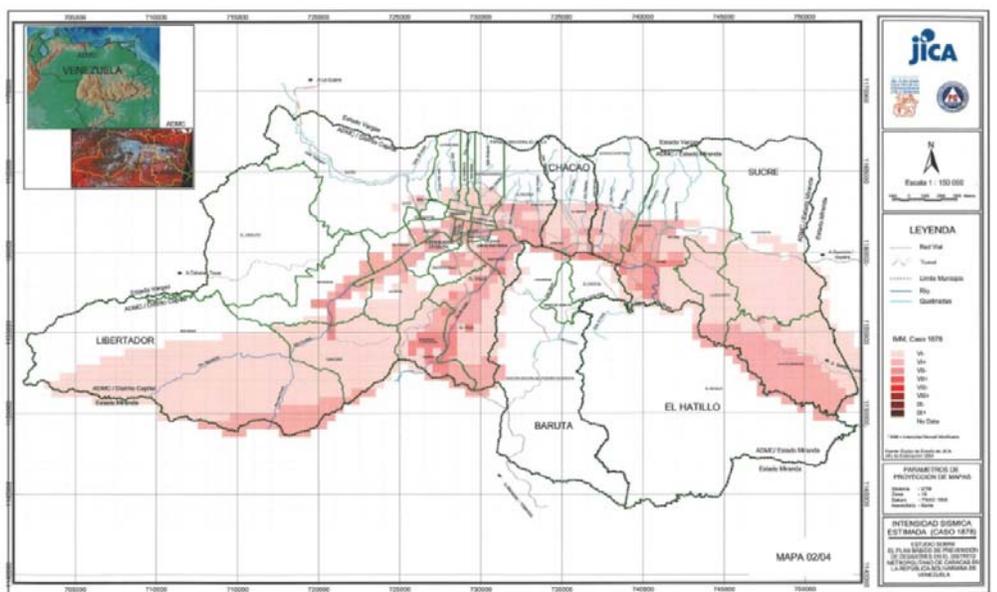


Figura 5.24. Mapa de intensidades sísmicas esperadas para un escenario sísmico tipo 1878 en el Área Metropolitana de Caracas (JICA, 2003).

- Escenario sísmico de 1967: los daños muestran un aumento gradual en dirección noroeste. Un evento como el señalado alcanzaría intensidades máximas de VIII (IMM), en zonas como Catia, El Paraíso, Quinta Crespo, San Martín, La Candelaria, Valle Abajo y Chacaíto (Figura 5.25).

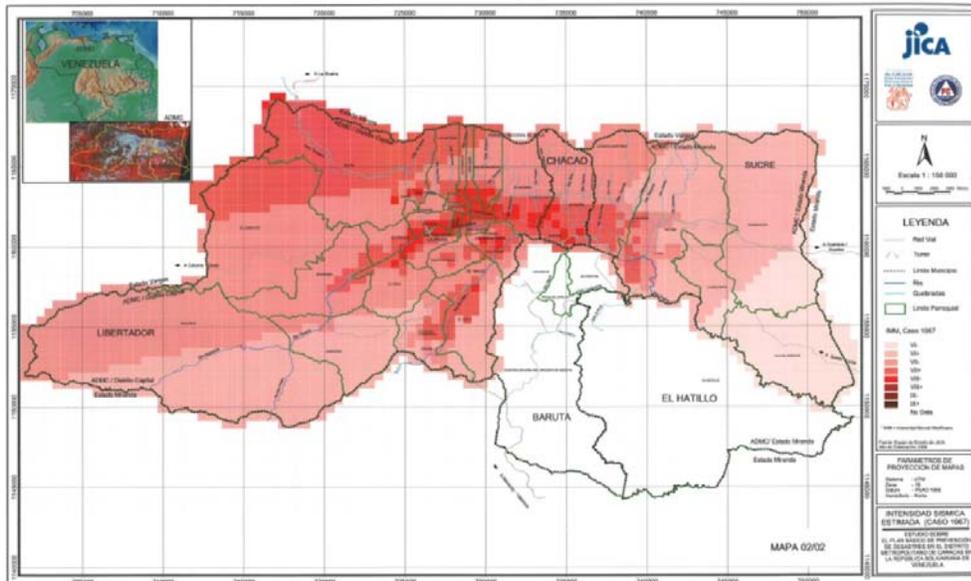


Figura 5.25. Mapa de intensidades sísmicas esperadas para un escenario sísmico tipo 1967 en el Área Metropolitana de Caracas (JICA, 2003).

- Escenario sísmico sobre la falla del Ávila: un evento de este género sería el peor debido a la cercanía del epicentro con respecto al área urbana de Caracas. Las intensidades mínimas esperadas en la parte aluvial del Valle alcanzarían VIII (IMM) (Figura 5.26).

Vale destacar que no existen registros históricos algunos de un sismo generado por la falla del Ávila desde la Colonia. No obstante, este caso fue tomado debido a que existen evidencias geológicas que demuestran que la falla del Ávila es activa.

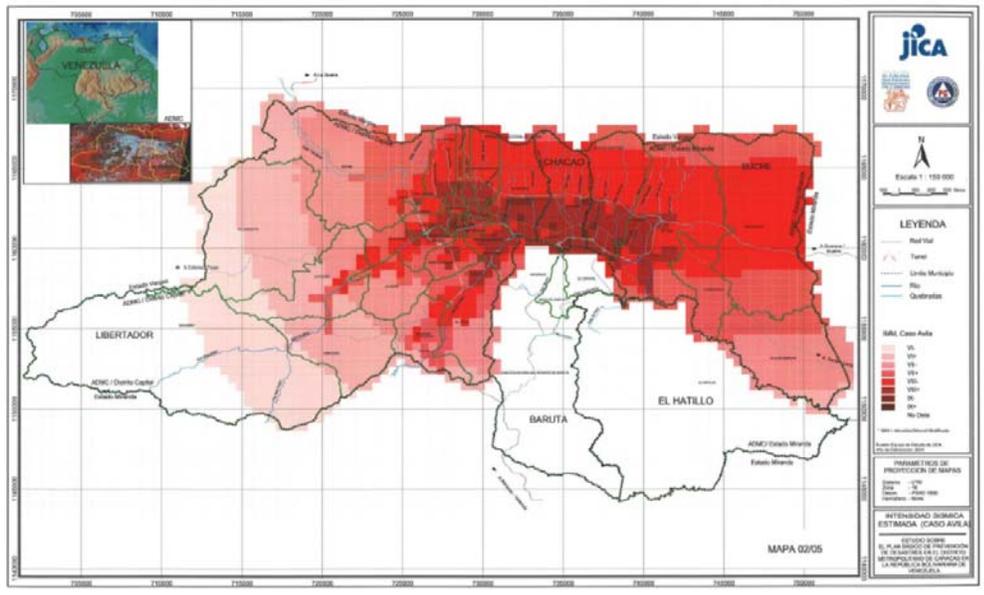


Figura 5.26. Mapa de intensidades sísmicas esperadas para el peor escenario correspondiente al sismo en la falla del Ávila, en Caracas (JICA, 2003).

5.3 ANÁLISIS DE PROBLEMAS PARTICULARES

5.3.1 Correlación entre deslizamientos y precipitaciones

El Inventario Nacional de Riesgos Geológicos (SINGER & ROJAS, 1983), destaca que entre los fenómenos geológicos más frecuentes que azotan la ciudad de Caracas se encuentran los derrumbes y deslizamientos de tierra, los cuales tienen su origen por lo esencial, en las colinas urbanizadas o las ocupadas por viviendas marginales. Gran parte de estas manifestaciones geológicas ocurren durante los períodos de lluvia anuales.

Con el propósito de determinar el umbral significativo de lluvia diaria susceptible de disparar manifestaciones significativas de inestabilidad de laderas, MÉNDEZ *et al* (1983) efectuaron un análisis de las correlaciones existentes entre precipitaciones atmosféricas y deslizamientos de tierra ocurridos en el Área Metropolitana de Caracas entre los años 1970 y 1981. Los resultados obtenidos, se expresan en la gráfica de la Figura 5.27, la cual destaca claramente dos máximos de ocurrencia de deslizamientos: el primero, sin la ocurrencia de lluvias antecedentes al principio del período húmedo a finales de abril con una caída de 50 mm/día de agua; y el segundo al final del período húmedo en septiembre, con una caída de agua de 70 mm/día.

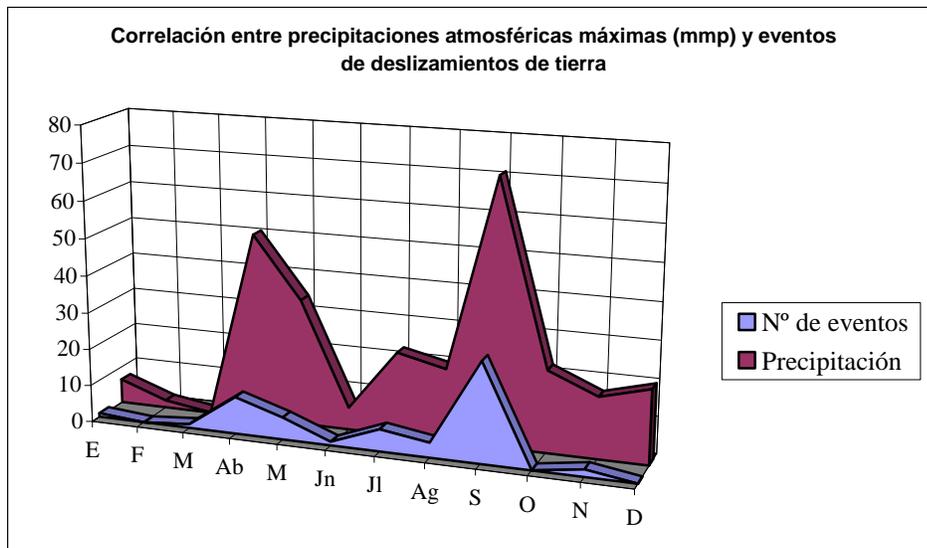


Figura 5.27. Umbrales diarios de precipitaciones atmosféricas como detonantes de deslizamientos. Modificado de documento inédito, producido por MÉNDEZ *et al*, 1983.

5.3.2 Manchas de inundación históricas del río Guaire

Otro tema de interés se refiere a la evaluación de los límites máximos correspondientes a las inundaciones históricas alcanzadas por las crecidas del río Guaire, para la evaluación de este tipo de geoamenaza y la calibración de modelos estadísticos de hidrología urbana realizados para la misma finalidad.

- Crecida del 6 a 7 de octubre de 1892

Uno de los desbordamientos del río Guaire más significativos en la historia de la ciudad de Caracas fue el producido al sur del casco viejo en octubre de 1892, donde las aguas del río llegaron a sectores donde nunca antes había llegado. Según VILA (1947) y CLEMENTE (1956), el Guaire inundó el sector de Puente de Hierro hasta las actuales esquinas de Peláez y Palmita al norte y hasta la desembocadura del túnel del Cementerio al sur, alcanzando así unos 400 m de ancho. La mancha de inundación aproximada se interpretó tomando en cuenta los mapas topográficos de 1884 y 1897, la geometría de la planicie de inundación del río Guaire Q_{0a} (Anexo 12) y los puntos alcanzados por la inundación según la bibliografía consultada (Figura 5.28).

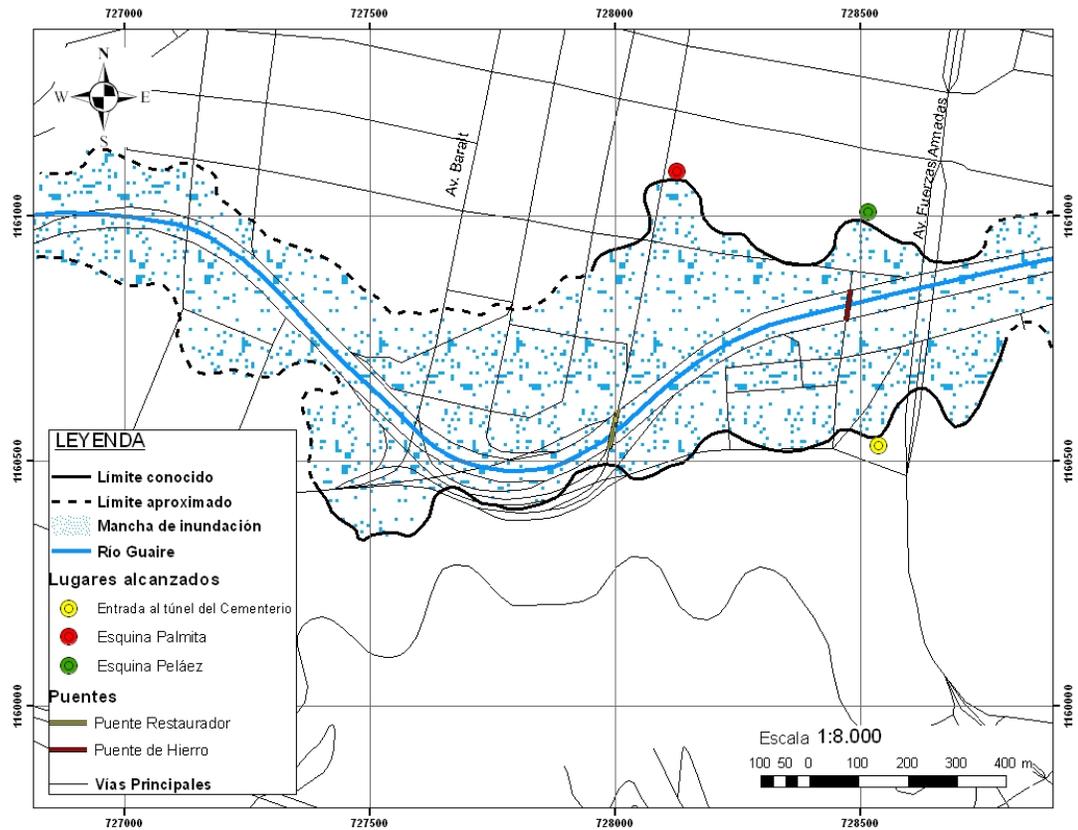


Figura 5.28. Mancha de inundación de la crecida del río Guaire de 1892 entre El Paraíso y San Agustín.

- Crecida del 4 de noviembre de 1949

Otra creciente significativa del río Guaire se produjo el 4 de noviembre de 1949, cuando el caudal del mismo se estimó por encima de los 200 m³ por segundo. Según SCHAEEL (1981), las zonas inundadas en el Valle de Caracas fueron: San Agustín del Norte, San Agustín del Sur, Puente de Hierro, El Paraíso (antiguo Hipódromo), Avenida San Martín, Maternidad Concepción Palacios, el Colegio San José de Tarbes, Quinta Crespo y Las Mercedes.

A partir de la extrapolación de datos proporcionados por Key Sánchez (1950) y SCHAEEL (1981), y de datos adicionales que toman en cuenta la geometría de la vega aluvial Q_0 en las fotografías aéreas 458, 459 y 460 de la Misión 66 y 388 y 389 de la Misión 8, se reconstruyó la mancha de esta inundación (Figura 5.29). SCHAEEL *op cit*, expresa que el agua alcanzó 80 cm de alto por encima del Puente de Hierro en San

Agustín y que las quebradas Caroata, Catuche y Anauco también se desbordaron aquel día de noviembre del año 1949.

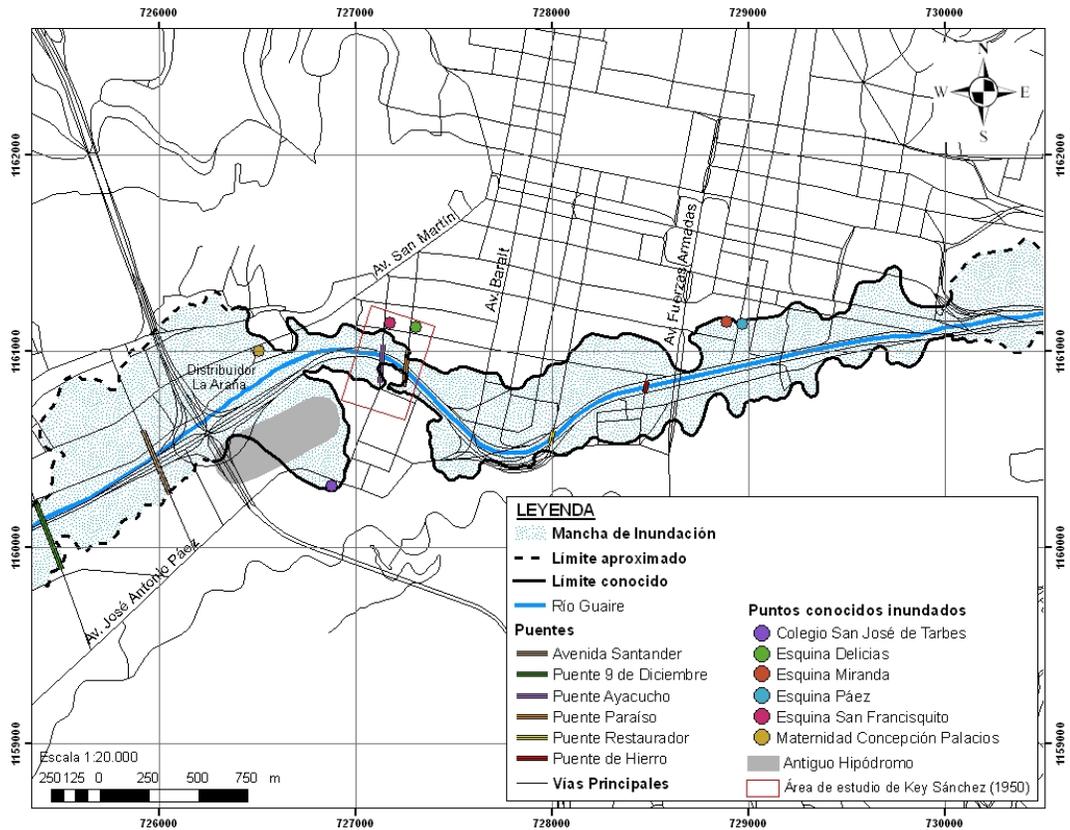


Figura 5.29. Reconstrucción de los límites de la mancha de inundación de la crecida de noviembre de 1949, entre Las Fuentes y Los Caobos.

De acuerdo a IRUJO (1951) y AYALA (1953), concedores de las crecidas excepcionales del río Guaire, la crecida de 1949 no debe considerarse como excepcional porque se pueden esperar cifras del orden de 900 m^3 por segundo en sectores como la entrada de Caracas desde Antímáno por el cambio de pendiente (Figura 3.33) y en Ciudad Universitaria por el aporte del río Valle.

La comparación de ambas manchas de inundación señala algunos hechos permanentes de interés inherentes a la geometría de la planicie aluvial inundable, como por ejemplo el ensanchamiento lateral llamativo del área inundable entre las Avdas. Baralt y Fuerzas Armadas, y el estrechamiento de la misma entre la Av. Baralt y San Juan.

CAPÍTULO VI

BASE DE DATOS GEOTEMÁTICA Y PROPUESTA GEOLÓGICA DE MICROZONAS

6.1. BASE DE DATOS GEOTEMÁTICA

La base de datos que se presenta a continuación es el resultado de la recopilación, evaluación e interpretación de la información geológica disponible de la ciudad de Caracas, y corresponde a la descripción de mapas indispensables para la microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas. Los mapas que se describen son:

- Mapa de unidades depositacionales y de fallas cuaternarias
- Mapas de espesor de sedimentos
- Mapa de perforaciones geotécnicas
- Mapas de pozos de agua
- Mapa de curvas isopiezas
- Mapa de enclaves urbanos
- Mapa de distribución de daños causados por el terremoto de 1967

6.1.1 Unidades Depositacionales Cuaternarias del Valle de Caracas

La secuencia cronológica de depósitos cuaternarios acumulados en la depresión tectónica correspondiente al llamado Valle de Caracas esta basada en los resultados de investigaciones anteriores (SINGER 1974, 1977) y permitió extender la cartografía del Cuaternario disponible para la mitad este del Valle al resto de la ciudad.

La identificación de los diversos cuerpos sedimentarios y de su organización secuencial esta basada en:

- la explotación de las fotografías aéreas a escala 1:25.000 de la Misión 8 (año 1936-1939) y de la Misión 66 a escala 1:60.000 del año 1947? a partir de criterios morfoestratigráficos.

- y en el manejo de criterios morfotectónicos para la identificación de las anomalías geométricas susceptibles de intervenir en la disposición de las unidades cuaternarias como resultado de la interferencia de deformaciones tectónicas con las mismas.

La información fotogeológica obtenida se completó con observaciones de campo obtenidas en excavaciones para la construcción de edificios y concernientes a las características depositacionales visuales de los cuerpos sedimentarios y a la datación relativa de los mismos, en base a criterios de alteración de los materiales calibrados en Venezuela por ZINCK (1970, 1981).

La distribución de los depósitos cuaternarios en el Valle de Caracas presenta un contraste este-oeste muy notorio, que se encuentra reflejado en el desarrollo norte-sur mucho más amplio de las unidades más antiguas Q_4 y Q_3 del Pleistoceno al oeste, en comparación del afloramiento mucho más reducido de las mismas hacia el cierre este de la depresión en El Marqués.

Este contraste llamativo, de origen tectónico, corresponde a un funcionamiento diferente y más complejo de la depresión de ángulo de falla constituida por el Valle de Caracas al oeste, debido a la incorporación del Pleistoceno inferior al levantamiento del bloque montañoso articulado por la falla del Ávila-Tacagua, bajo la forma de rampas laterales piemontinas controladas por fallas NW-SE y que son muy pronunciadas entre el núcleo rocoso de la Alta Florida y la quebrada Anauco. En cambio, al este, estas mismas unidades morfoestratigráficas se encuentran confinadas al pie del escarpe de falla avileño y en el cierre de la depresión, al desaparecer las mismas por cruzamiento en tijera, bajo las unidades más recientes como Q_2 .

La anomalía señalada traduce un juego más persistente del hundimiento relativo del compartimiento oriental del Valle de Caracas discutido por SINGER (1977), con respecto al compartimiento occidental, caracterizado por una inversión de su tendencia al hundimiento que progresa de manera norte-sur conforme a la vergencia de las rampas laterales Q_4 y Q_3 y que empuja la sedimentación de origen

lateral más reciente hacia el borde sur de la depresión, como ocurre en particular con Q_2 .

La separación cronológica de las unidades cuaternarias está basada en la combinación de criterios de diferenciación fotogeomorfológicos y de observaciones de campo concernientes a la edad relativa de los depósitos basada en el grado de alteración edáfica e infra-edáfica de los materiales.

La definición geocronológica de las unidades cuaternarias diferenciadas en base a los criterios señalados confronta a menudo complicaciones debido al carácter poligénico y por ende policrónico de los abanicos aluviales piemontinos cartografiados, cuya parte superior se encuentra retrabajada bajo la forma de rampas detríticas de origen coluvial, o generadas por procesos de explayamiento o de denudación, lo cual explica la frecuencia de los perfiles de edafosuelos descabezados, truncados y/o soterrados, cuando las unidades depositacionales no se encuentran desconectadas por la erosión de la fuente de sedimentación montañosa, como sucede en una longitud significativa del piedemonte entre San Bernardino y El Marqués. Entre la Alta Florida y Los Chorros además, las posibilidades de remoción por erosión de los perfiles edáficos-guía cuaternarios se encuentran facilitadas por el cruzamiento en tijera generalizado y la disposición convergente de los perfiles longitudinales de los abanicos aluviales hacia agua abajo.

Depósitos del Pleistoceno inferior (Q_4 y Q_3)

Los depósitos aluviales Q_4 constituyen remanentes aislados, confinados a lo largo de la zona de deformación tectónica controlada por la falla activa del Ávila-Tacagua, en la cual los mismos se encuentran incorporados bajo la forma de escamas tectónicas con vergencia al sur, imbricadas entre el escarpe rocoso montañoso y las unidades Q_3 , sobre los cuales se encuentran montadas.

Los afloramientos muy escasos de esta unidad Q_4 que fueron encontrados en El Marqués y en la parte alta de Sebucán, debajo de la Cota Mil, enseñan acumulaciones detríticas de materiales muy groseros y desordenados, embebidos en una matriz arcillosa. En todo el espesor de los perfiles observados, el material ha

sufrido una potente alteración geoquímica que ha reducido los clastos al estado de “fantasmas” blanquecinos, difíciles de distinguir en la matriz. Cuando el tope del perfil no se encuentra erosionado, presenta una potente laterita rojiza oscura a menudo con facies hidromórfica (Figura 6.1 A).

Los depósitos aluviales Q₃ se encuentran cruzados en tijera con la franja discontinua muy estrecha de escamas tectónicas Q₄. La extensión de los mismos hacia el sur presenta un mucho mayor desarrollo al oeste, entre la Alta Florida y San Bernardino, bajo la forma de un ancho sistema de abanicos aluviales piemontinos Q₃ deformados en rampas laterales imbricadas controladas por accidentes flexurales NNW-ESE que se conectan con la falla del Ávila-Tacagua.

El saliente rocoso de la Alta Florida se encuentra incorporado en este sistema de rampas laterales Q₃, cuyos elementos más externos se encuentran posiblemente montados sobre los depósitos Q₂ del Pleistoceno medio. Esta misma unidad Q₃ cierra ambas extremidades del Valle de Caracas por medio de rampas detríticas, fuertemente colgadas y disectadas por el entallamiento del drenaje entre El Marqués y el campus universitario de la UNIMET, o con disposiciones convergentes como ocurre en la depresión alveolar de Catia.

Los depósitos Q₃ se encuentran constituidos por alternancias de niveles fangolíticos altamente descompuestos, y de explayamientos más finos blanquecinos originados a partir de la remoción de perfiles de saprolitos desde los flancos del Ávila. El tope de la unidad depositacional Q₃ alcanza un desarrollo pedogenético similar al de los depósitos Q₄, con potentes perfiles de laterita de un color rojo intenso, a menudo hidromórfica (Figura 6.1 B).

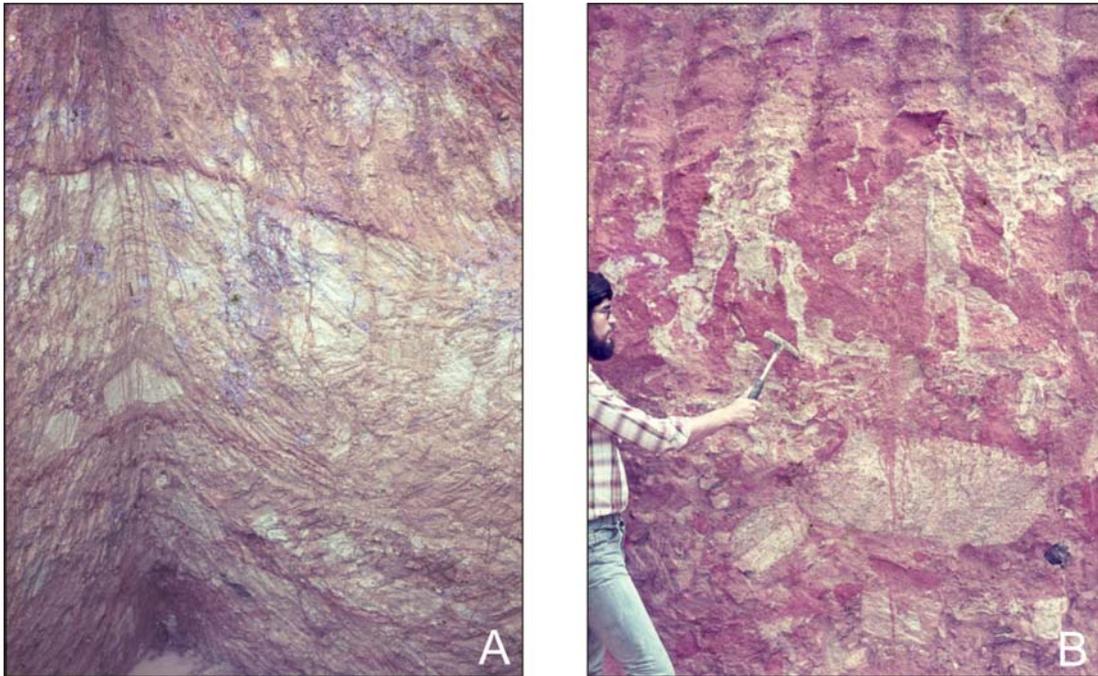


Figura 6.1. A: Pleistoceno inferior Q_4 (El Marqués) Deslaves torrenciales con los clastos reducidos al estado de “fantasmas” por la alteración geoquímica. B: Pleistoceno inferior Q_3 (San Bernardino) Materiales de deslaves con fuerte alteración rojiza y venas de arcilla blanca. Fotos: A. Singer.

Depósitos del Pleistoceno medio (Q_2)

La distribución de los depósitos aluviales Q_2 muestra un contraste muy llamativo, de origen tectónico, al este y al oeste del Valle de Caracas. Al oeste de La Florida, el empuje hacia el SSW ejercido por las rampas laterales inscritas en Q_3 confina a Q_2 en una estrecha franja que desaparece a su vez bajo los sedimentos discordantes de la terraza lacustre Q_1 , en la cual se encuentra encajada además la planicie aluvial holocena Q_0 del río Guaire. En cambio, al este, la tendencia persistente al hundimiento del Valle de Caracas, explica la presencia muy cercana al escarpe de falla del Ávila, de los depósitos Q_2 , cruzados en tijera con las unidades del Pleistoceno inferior.

La parte inferior de los perfiles de sedimentos Q_2 observados en excavaciones presenta una facies fluvio-torrencial marcada por la coexistencia de abundantes rodados con clastos más angulosos y bloques aislados.

Hacia la parte superior de los perfiles, estos materiales groseros se encuentran sustituidos por facies más finas de explayamientos areno-gravosos delgados que

alternan con intervalos fangolíticos de coladas de barro o con niveles limosos y granulares asociados al desarrollo de rampas coluviales, lo cual evidencia una acción muy importante de remoción en manto del tope de los depósitos Q_2 . En la masa de estos materiales retrabajados y de espesor muy variable, se observa a menudo la presencia de remanentes discontinuos de una laterita rosada desgarrada y de cantos rodados de arcilla, que indican la ocurrencia de un período intenso de truncamiento por acciones de arrastre torrencial desarrolladas en un contexto climático semi-árido, las cuales interrumpieron o entorpecieron temporalmente el proceso de alteración biogeoquímica en la parte superior de los depósitos Q_2 .

Por otra parte, los sedimentos Q_2 presentan un color característico ocre-beige a ocre amarillento como resultado de un proceso de ferruginización responsable de una consolidación incipiente de los niveles fangolíticos y arenosos, de la presencia de abundantes pisolitos en los niveles coluviales y del desarrollo de costras freáticas de hierro y manganeso a mayor profundidad en los niveles conglomeráticos cuyos elementos, desmineralizados y descoloridos, presentan una aureola de ferruginización, y son friables a mano.

Adicionalmente, el tope de los perfiles sedimentarios Q_2 , descabezados frecuentemente a nivel de los remanentes de laterita rosada o a veces más profundamente (Figura 6.2 B), se encuentra afectado por el desarrollo de una laterita ocre-anaranjada sobre la cual se encuentra sobrepuesto un latosuelo pardo grumoso y con abundantes agregados o pisolitos ferruginosos (Figura 6.2 A).

En conclusión, la sedimentación de los depósitos cuaternarios de edad Q_2 presenta un notorio control climático marcado por una acentuación de las condiciones secas de la morfogénesis al final del período. Este proceso de “aridificación” del clima propició el arrastre de volúmenes importantes de materiales detríticos originados a expensas de los depósitos Q_4 y Q_3 , y suelos residuales del flanco sur del Ávila, así como de los mismos depósitos Q_2 .

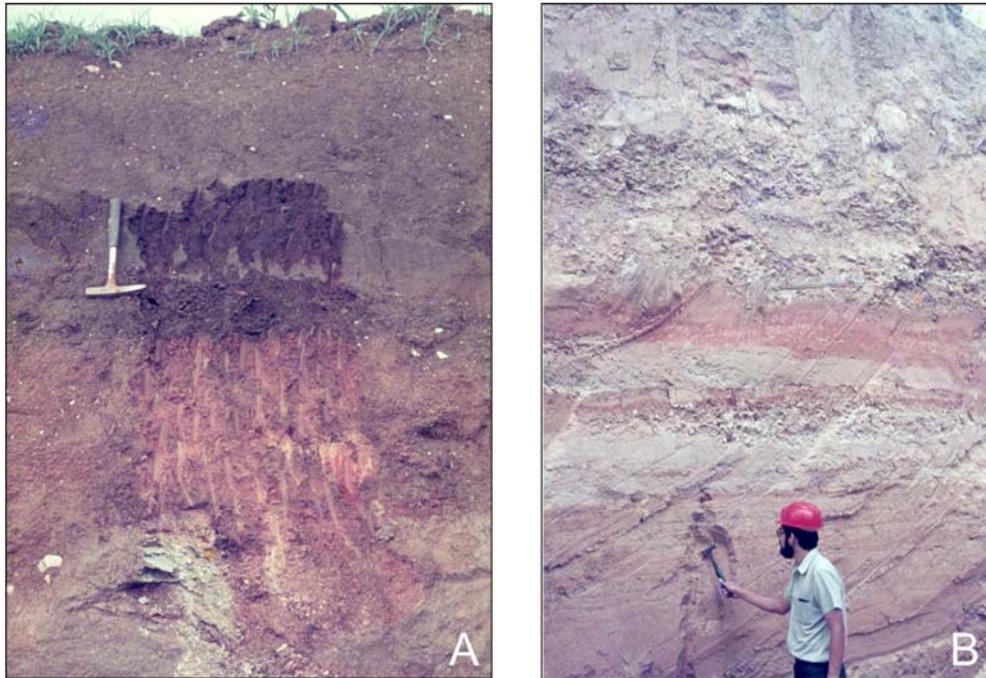


Figura 6.2 **A:** Pleistoceno medio Q_2 (El Marqués, parte baja) con latosuelos sobreimpuestos marrón pardo sobre ocre anaranjado-rosado. **B:** Pleistoceno medio Q_2 (El Rosal) con laterita rosada descabezada por los deslaves Q_{0a} . Fotos: A. Singer.

Depósitos del Pleistoceno superior (Q_1)

Estos depósitos presentan una extensión mucho menos continua que las anteriores unidades pleistocenas. Los depósitos Q_1 incluyen:

a) un episodio de aludes torrenciales identificados solamente en estratigrafía por encontrarse el mismo oculto bajo la cubierta de deslaves torrenciales más recientes y de edad holoceno superior Q_{0a} identificados en el este del Valle de Caracas (SINGER, 1974). En estratigrafía, este evento más antiguo de deslaves torrenciales se encuentra claramente separado del evento holoceno por un horizonte-guía edáfico constituido por un latosuelo pardo, localmente desgarrado y desarrollado sobre una paleomorfología de canales rellenos por los aludes de detritos holocenos.

Este mismo evento de deslaves Q_1 sepulta a su vez y desgarras el horizonte laterítico-guía diagnóstico ocre anaranjado de los depósitos Q_2 bajo un nivel de materiales de aludes detríticos asociados con una morfología diagnóstica de paleocanales de perfil asartenado y de varios metros de ancho. En la parte inferior de

estos materiales, se encuentran inmersos remanentes desgarrados de laterita anaranjada y parda arrancados en el tope de Q_2 .

b) un episodio de depositación lacustre identificado en los siguientes sectores de la ciudad:

- en la depresión lacustre del Cementerio (Prado de María-San Pedro), donde se ha observado en corte y en perforaciones espesores de más de 10 m de sedimentos limo-arcillosos varvados con binomios de colores litocromos anaranjado-marrón claro señalados por MUÑOZ & SINGER (1977). El tope de estos depósitos presenta una morfología ondulada característica de origen erosivo y originada por la descarga del drenaje del Valle de Caracas como consecuencia de la desorganización del mismo bajo el impacto de un evento de deslaves y aludes torrenciales ocurrido a final del Pleistoceno y/o en el Holoceno Q_{0b} (?). En dirección del río Valle, entre San Pedro y La Bandera, los depósitos lacustrinos se encuentran cortados en terraza por el entallamiento del drenaje previamente al desarrollo de la batea aluvial holocena.

- Depósitos lacustrinos varvados contemporáneos de los anteriores fueron puestos a la luz en los años 1950 a raíz de la excavación de las fundaciones del Edificio no terminado de la Zona Rental de la UCV (GALAVIS & GRILLET, 1957; MUÑOZ & SINGER, 1977) y de la extensión actual de estas excavaciones para la construcción de un centro comercial (Figura 6.3).

Los afloramientos generados por los cortes de estas excavaciones enseñan claramente el carácter discordante y transgresivo de estos depósitos lacustres contra los flancos de un estribo rocoso de la Formación Esquisto Las Mercedes soterrado bajo los aluviones (Figura 3.9), el cual corresponde a la prolongación oculta en el subsuelo de la colina de la antigua Hacienda Ibarra al norte del río Guaire. Tal relación estratigráfica conduce a interpretar el origen de esta formación sedimentaria como el resultado de un episodio de submersión lacustre de las áreas más bajas del Valle de Caracas como consecuencia de un proceso de obturación significativo de los ríos Guaire y Valle, ocurrido entre Plaza Venezuela y las colinas de Bello Monte, tal como se desprende de la presencia de estos mismos sedimentos lacustres a la altura del Hospital Periférico de Coche, cerca del Hipódromo.

En la morfología, esta formación sedimentaria se reconoce por la presencia de una terraza muy pronunciada y continua, que subsiste entre la Zona Rental de la UCV y Santa Rosa y que domina claramente la vega inundable del río Guaire ocupada por el Parque de Los Caobos. Una terraza parecida, pero más erosionada y removida por el proceso de urbanización del sector Valle-Coche, existía en el margen izquierdo del río Valle y se conserva todavía entre La Bandera y San Pedro y en la cercanía del Hipódromo.

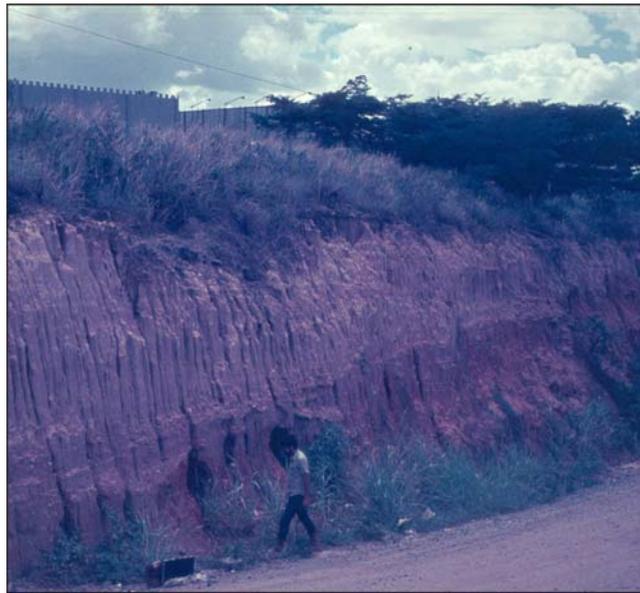


Figura 6.3. Pleistoceno superior Q_1 (Zona Rental UCV). Depósitos lacustres acuñaados contra un estribo rocoso soterrado de los Esquistos Las Mercedes. Fotos: A. Singer.

– Remanentes de terraza lacustre de la Avenida Páez de El Paraíso entre El Pinar y la ex-casa Guárico (antigua Villa Phelps). Remanentes de depósitos lacustres varvados contemporáneos de los anteriores fueron encontrados en excavaciones de fundaciones de edificios ubicados al contacto del estribo rocoso del Esquisto Las Mercedes y de la planicie aluvial de El Paraíso y en posición geomorfológica de terraza (MUÑOZ & SINGER, 1977) (Figura 6.4).

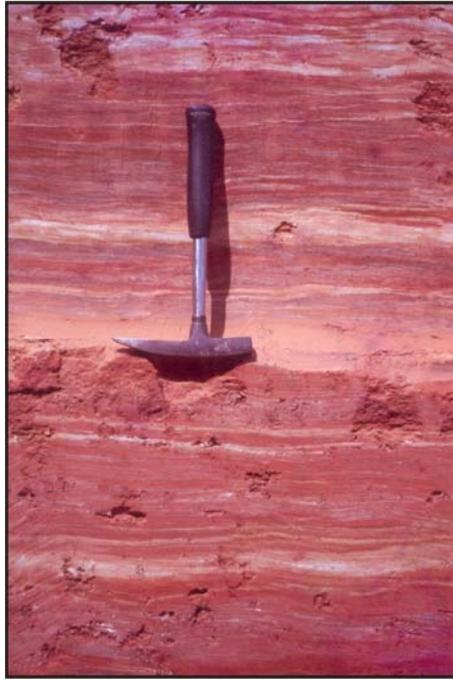


Figura 6.4. Pleistoceno superior Q_1 (El Paraíso) Depósitos lacustres con facies típica de varvas litocromas. Fotos: A. Singer.

Al respecto, es de interés señalar que los depósitos lacustres dominan por varios metros el nivel de la vega inundable de la Avenida Páez. Por otra parte, la base aparente de la misma terraza lacustre se encuentra por lo menos a 4 m debajo del nivel de referencia señalado, y adosada contra el Esquisto Las Mercedes, lo cual conduce a pensar que la llanura aluvial actual del río Guaire se encuentra encajada lateralmente dentro del cuerpo lacustre y se desarrolló a expensas del mismo, mediante un proceso muy complejo de socavaciones y sobreacumulaciones laterales inducidas por efectos convulsivos de represamiento y de chorro muy violentos responsables del recubrimiento de la terraza lacustre bajo cubiertas grises de materiales areno-gravosos de descarga y derrame abandonados por el río Guaire al final o después del episodio de acumulación lacustre. Esta dinámica de descarga se observa también en la Zona Rental de la UCV por medio de canales de arenas gravosas que erosionan el tope del depósito lacustre, previamente al descenso del nivel de base local que acompaña la formación de la vega aluvial actual del río Guaire.

Una disposición encajada parecida a la que se observa en El Paraíso, parece regir la relación estratigráfica de los depósitos más recientes de la llanura aluvial del río Valle con respecto al de San Pedro-La Bandera, tal como se desprende de datos de perforación geotécnicos obtenidos al este del actual trazado del río Valle, lo cual atestigua la importancia vertical del régimen de sumersión lacustre originado en el Valle de Caracas al final del Pleistoceno por represamiento del drenaje principal, así como las dificultades confrontadas por este último para entallarse en el cuerpo de la secuencia lacustre en ocasión de las descargas posteriores.

Los materiales originados por el episodio de truncamiento y remoción torrencial señalado anteriormente en el tope de los depósitos pleistocenos Q_2 (y los deslaves acarreados por los aludes torrenciales de edad relativa Q_1 ?) constituyen las probables fuentes del represamiento lateral del drenaje principal del Valle de Caracas y de la sumersión lacustre consecutiva de las áreas más bajas de esta depresión tectónica. Tal relación es sugerida por la litocromía muy notoria de la parte inferior de los depósitos lacustres varvados Q_1 con respecto al color de la laterita rosada removida de los perfiles erosionados de sedimentos Q_2 y de las lateritas ocre-anaranjada y parda que sellan el tope de esta misma unidad cuaternaria removida por los deslaves torrenciales Q_1 .

A fin de destacar la importancia que reviste el conocimiento geológico de los depósitos lacustres Q_1 para fines de microzonificación sísmica se presentan 2 perfiles geotécnicos tipo que indican la variación lateral del comportamiento de este material desde los bordes de la cuenca lacustre hacia los sectores de mayor espesor de estos sedimentos (Figura 6.5).

- Los niveles o “terrazas” de descarga tardío o post-lacustre.

Se atribuye al Pleistoceno superior Q_1 (o eventualmente el Holoceno inferior Q_{0b}) niveles de erosión y depositación fluvio-torrencial originada por la descarga consecutiva al evento de obturación lacustre descrito anteriormente. Estos niveles de descarga Q_1 (o Q_{0b} ?) se encuentran erosionando el tope de los depósitos lacustres y encajado en los mismos, tal como se vio anteriormente, y dominan de unos pocos metros la vega inundable más reciente de edad holocena. Estos mismos niveles de

erosión, originados por socavación lateral, suelen entallarse en la terminación distal de los depósitos Q_2 contra los cuales reposan en discordancia los depósitos lacustres Q_1 .

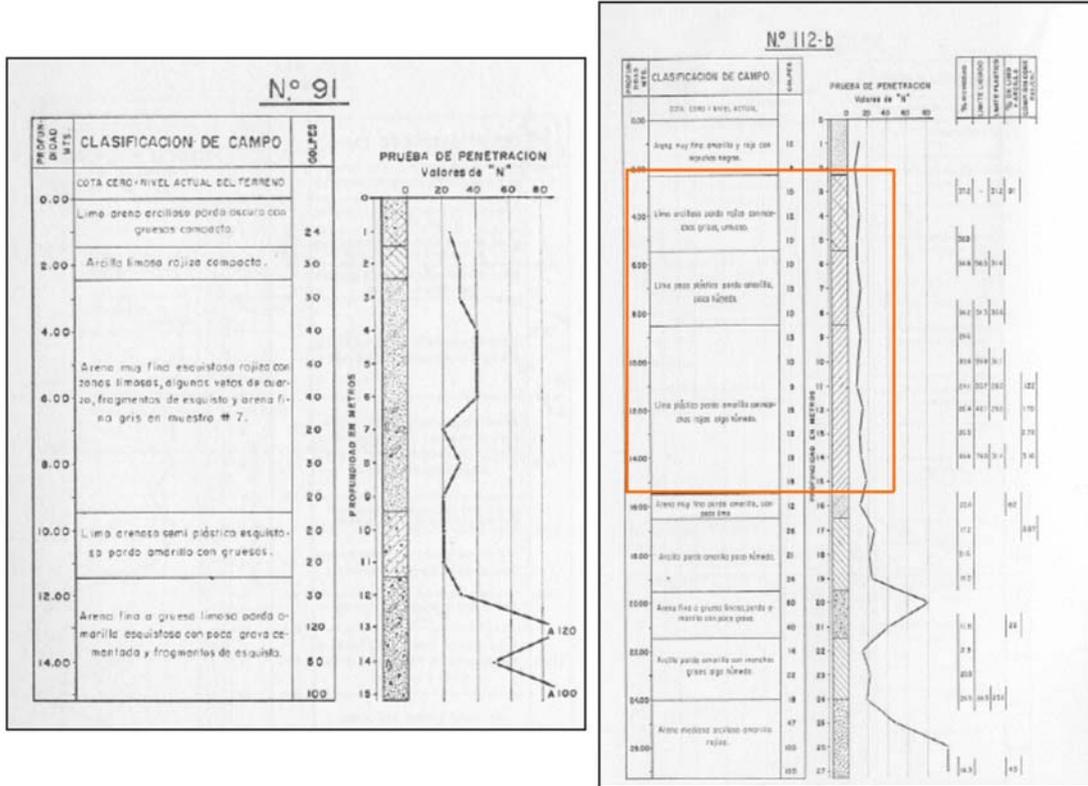


Figura 6.5. Perfiles geotécnicos tipo de depósitos lacustres. A la izquierda, sedimentos coluviotorrenciales del Pleistoceno Q_1 en el borde de la cuenca lacustre. A la derecha, sedimentos lacustres Q_1 entre La Bandera y San Pedro.

Depósitos Holocenos Q_0 :

Se incluye en los depósitos holocenos Q_0 :

- a) Un episodio de deslaves y aludes torrenciales explayados encima de los depósitos pleistocenos Q_1 y Q_2 en todo el este del Valle de Caracas y cartografiados una primera vez por SINGER en 1974 (Figura 6.6). De la misma manera que el evento de aludes torrenciales Q_1 encontrado en estratigrafía bajo la cubierta holocena, este nuevo episodio de sedimentación convulsiva produjo una profunda desorganización temporal del drenaje como resultado de mecanismos de represamiento mutuo y de

difluencias de los diversos flujos de deslaves ocurridos, así como una obturación lateral del río Guaire acompañada de descargas.

En la parte occidental de la depresión tectónica de Caracas, las evidencias de este último episodio de sedimentación muy violenta, se encuentran mucho más discretas, salvo en la salida de la quebrada Gamboa en San Bernardino, donde los flujos de deslaves se desmadraron a través del Hotel Ávila hacia Los Erasos y la Av. Vollmer así como en la salida de la quebrada Agua Salud en Lídice.

El resultado más espectacular de este evento holoceno de aludes torrenciales se refiere a la edificación de dos amplios deltas de transfluencia originados, el primero, entre Monte Cristo, Parque del Este y Los Cortijos de Lourdes por el río Tócome represado y desviado en Los Chorros por los deslaves de la quebrada La Julia, y el segundo entre Chapellín y Plaza Venezuela por la quebrada Chacaíto auto-desviada hacia el oeste por el abanico principal de deslaves que ella acumuló entre El Pedregal y Chacao. Estos dos sectores de transfluencia se encuentran señalados por una red muy profusa de canales de deslaves con perfil asartenado, repletos de sedimentos arenosos sueltos con bloques aislados, los cuales fueron observados en excavaciones erosionando los depósitos Q_2 más arcillosos, del lado norte de la Av. Libertador en el empalme de las avenidas Los Samanes y Acacias. Estos mismos canales, retradados por el pintor Marcelo Vidal en 1924 cuando Sabana Grande era campo abierto (Figura 3.35), originaron problemas geotécnicos significativos cuando se excavaron los falsos túneles de la Línea 1 del Metro en la misma Av. Sabana Grande (información Ing. R. Centeno).

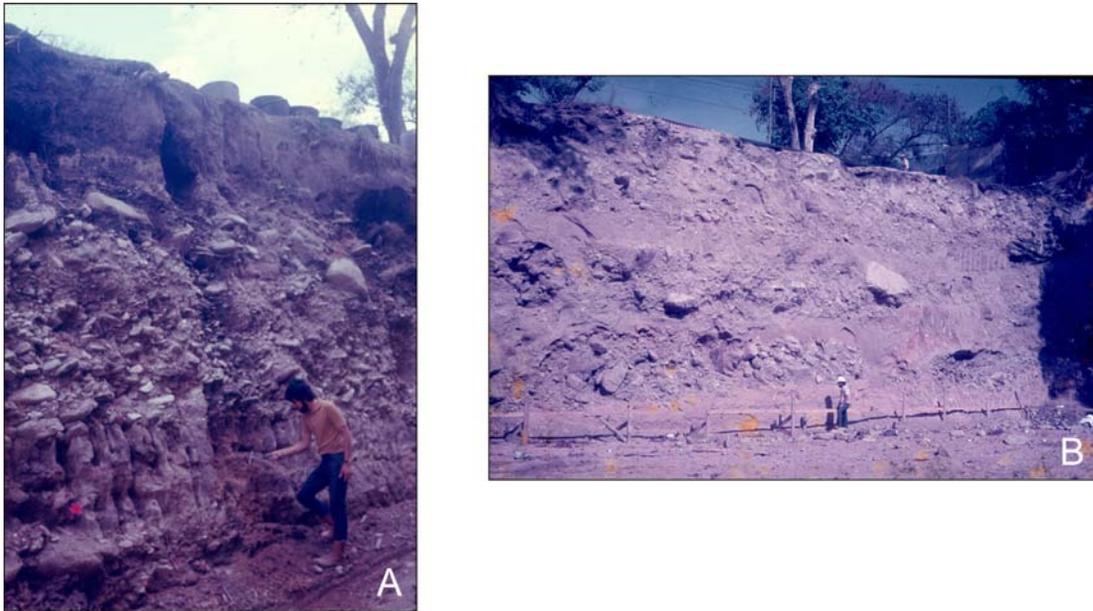


Figura 6.6 **A:** Holoceno superior Q_{0a} (Altamira) Explayamiento de deslaves torrenciales. **B:** Estructuras características de aludes torrenciales del Holoceno superior Q_{0a} con bloques “flotando” (El Pedregal). Fotos: A. Singer.

b) La antigua planicie aluvial inundable del río Guaire y de sus tributarios (río Valle, entre otros).

El calibre y las irregularidades geométricas de la llanura aluvial holocena resulta por lo esencial del impacto dinámico de los aludes torrenciales descritos arriba en el drenaje principal del Valle de Caracas, como lo evidencia la sucesión de estrangulamientos y ensanchamientos laterales muy pronunciados originados por efectos de represamiento local y de chorro impulsados por los aportes sedimentarios voluminosos provenientes del Ávila y que irrumpieron en forma relámpago en el lecho del río Guaire, en particular a la altura de las quebradas Caroata y Anauco. Entre Plaza Venezuela y Bello Monte, el volumen de los materiales de deslaves acarreados por los canales de transfluencia de la quebrada Chacaíto es de tal proporción, que el río Guaire, empujado hacia el sur obstaculizado por los salientes rocosos de la antigua Hacienda Ibarra (Casona UCV) y de la Zona Rental de la UCV, se abre en tres (3) anchos brazos, uno de los cuales atraviesa el actual recinto universitario al penetrar por el abra ubicada entre el Jardín Botánico y la Casona, y cierra el paso del río Valle, obligado de esta manera a desviarse hacia el interior del

mismo campus universitario a la altura de la Plaza Las Tres Gracias. De esta manera, la actual zona de confluencia de ambos drenajes, se encuentra convertida en un amplio sector de ahogamiento aluvial, que contribuye a explicar la formación de la garganta epigénica fósil repleta de sedimentos, en el cual se abrió paso posteriormente el río Guaire por sobreimposición entre los salientes rocosos de la Hacienda Ibarra y la Zona Rental y a través de los depósitos lacustres adosados contra los mismos (Figura 3.10). La amplitud del sector de represamiento lateral que ocurre en el río Guaire entre Plaza Venezuela y las colinas más cercanas de Bello Monte, tiene un reflejo directo en la hipertrofia de los fenómenos de socavación lateral inducidos por efectos de chorro a raíz de las descargas posteriores, como se puede apreciar entre Bello Monte y Las Mercedes-Chuao.

La existencia de datos arqueológicos provenientes de yacimientos prehispánicos encontrados en estratigrafía en paleosuelos soterrados bajo los depósitos aluviales consecutivos al episodio de deslaves, represamientos y descargas del Holoceno y bajo profundidades de sedimentos entre 1 y 5 m, permite ubicar cronológicamente al referido evento de sedimentación en la planicie aluvial entre 1.100 y 1.500 DC. A mayores profundidades, del orden de 7 m, arcillas orgánicas con suelos tipo gley depositadas en cubetas de decantación de la llanura aluvial del Nuevo Circo, arrojaron una edad C14 de 10.460 ± 60 años BP (com. Frank Audemard), lo cual indica la importancia -en términos de espesores y velocidades de sedimentación- del referido evento de deslaves y aludes torrenciales como factor temporal de aceleración de la sedimentogénesis y morfogénesis en el Valle de Caracas, conforme a lo planteado anteriormente por SINGER (1977).

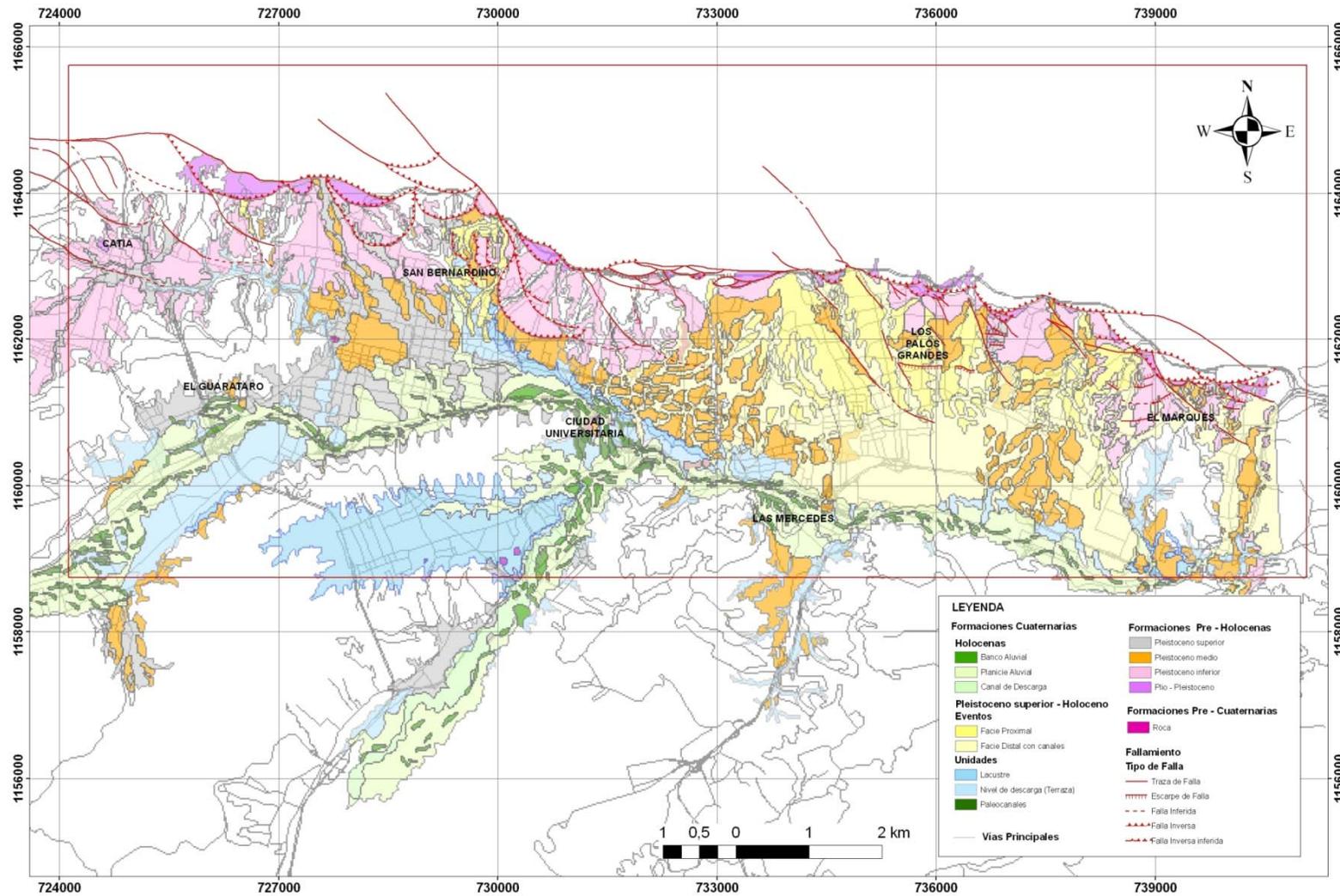


Figura 6.7. Mapa de unidades depositacionales cuaternarias del Valle de Caracas (SINGER, ZAMBRANO, OROPEZA & TAGLIAFERRO, 2006). Para mayores detalles, consultar el Anexo 12.

6.1.2 Mapas de espesores de sedimentos (1950, 1969, 2002 y 2005)

Las técnicas de investigación geofísica y la ejecución de perforaciones profundas, han mejorado el conocimiento de la geometría de la cuenca del Valle de Caracas. Las variaciones más llamativas en cuanto a profundidad del tope de roca se han observado en los sectores de Los Palos Grandes y San Bernardino.

El primer mapa de espesores de sedimentos del Valle de Caracas fue realizado por la empresa DELAWARE en el año 1950, y señala espesores máximos en el sector de San Bernardino (> 120 m) (Figura 6.8, Anexo 18).

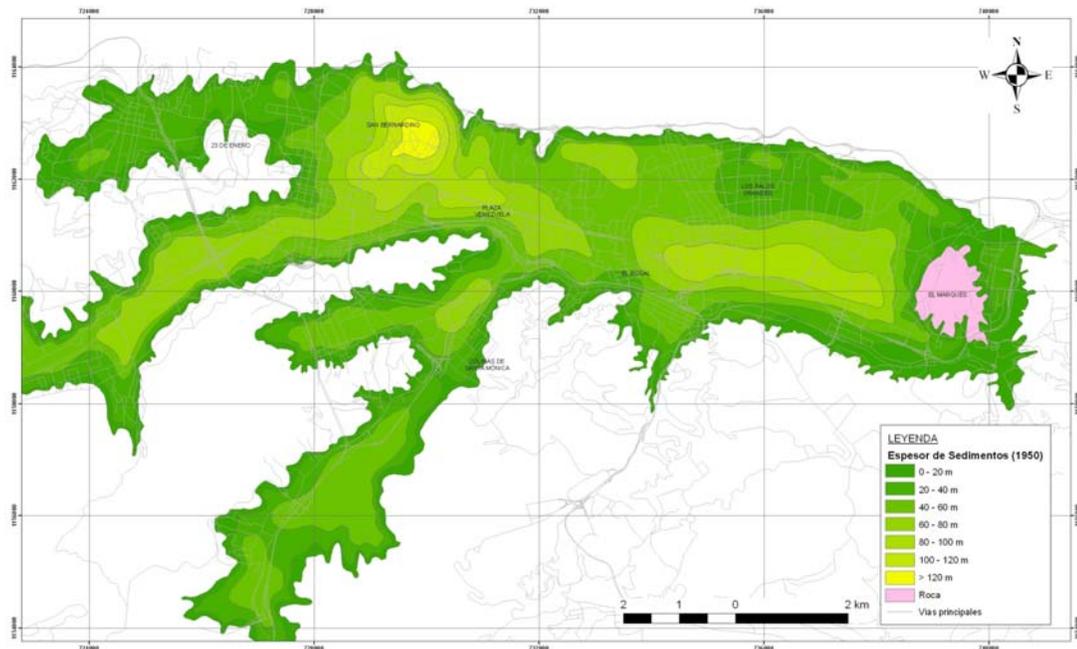


Figura 6.8. Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (DELAWARE CORPORATION, 1950)

En 1969, y como consecuencia de los daños anormalmente severos causados por el sismo de 1967 en el sector de Los Palos Grandes, la empresa WESTON realizó nuevos estudios geofísicos para determinar la profundidad del tope de roca. Los resultados obtenidos revelaron un espesor anómalo superior a los 300 m en el sector de Los Palos Grandes y la forma romboédrica de la cuenca, alargada en dirección E-O. Además, señalan espesores de sedimentos de hasta 140 m en el sector de San Bernardino y una delgada franja entre los sectores La Vega y Quinta Crespo con más de 100 m de espesor (Figura 6.9, Anexo 19).

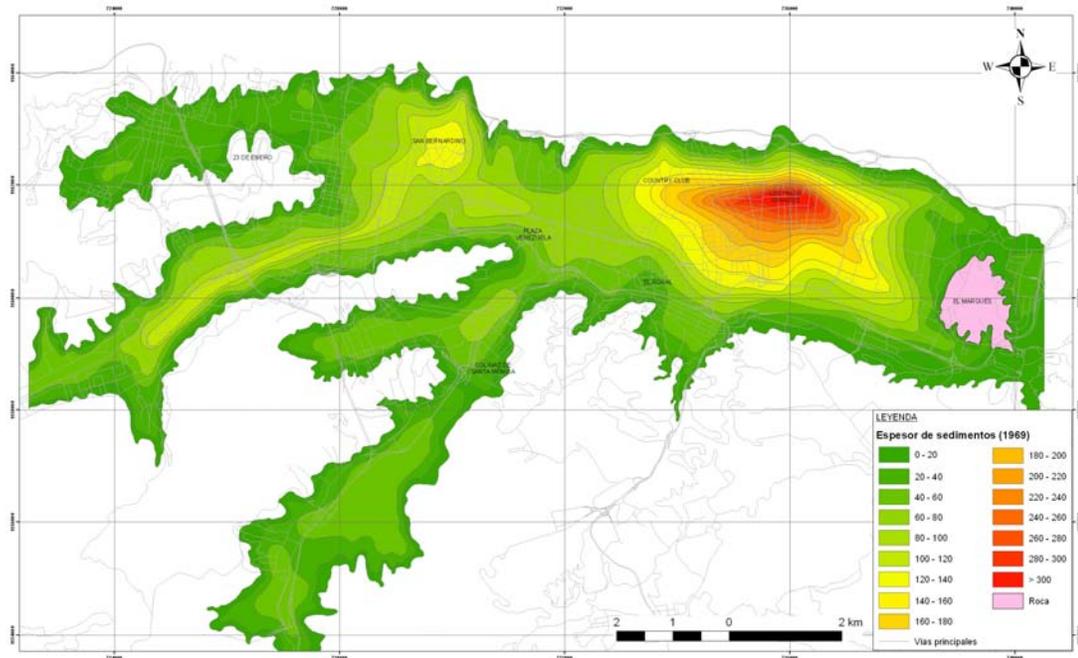


Figura 6.9. Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (WESTON GEOPHYSICAL, 1969)

Igualmente, los estudios realizados por KANTAK en el año 2001, señalan espesores anómalos en las cuencas de Los Palos Grandes y San Bernardino, > 320 m y 140 m respectivamente. Adicionalmente, proporcionan variaciones en las formas de ambas cuencas (Figura 6.10).

- La cuenca de Los Palos Grandes se ensancha hacia el sur, donde alcanza hasta 120 m en la Base Aérea La Carlota
- La cuenca de San Bernardino presenta una forma ovalada con su eje mayor en posición N-S; además, comparativamente con los mapas del 1950 y 1969, la misma se ubica más al norte

El mapa de espesores más reciente, realizado por MONCADA en el año 2005, confirma los espesores excepcionales de más de 330 m en la cuenca de Los Palos Grandes y de 120 m en la cuenca de San Bernardino (Figura 6.11, Anexo 20); ambos datos similares a los obtenidos por KANTAK en el año 2001.

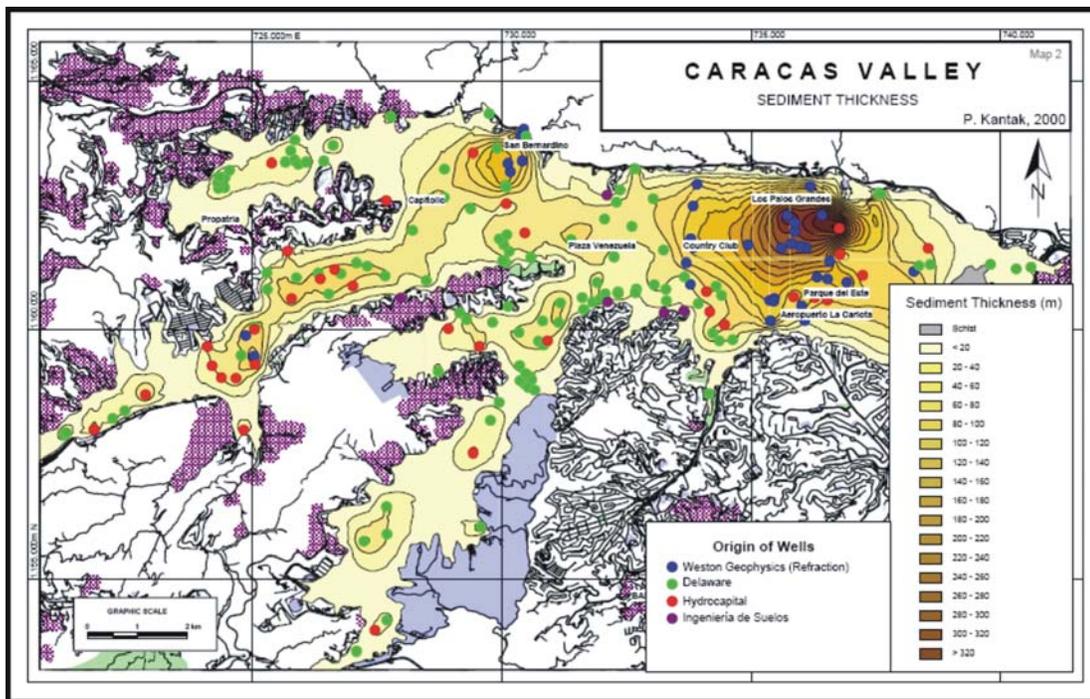


Figura 6.10. Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (KANTAK, 2001)

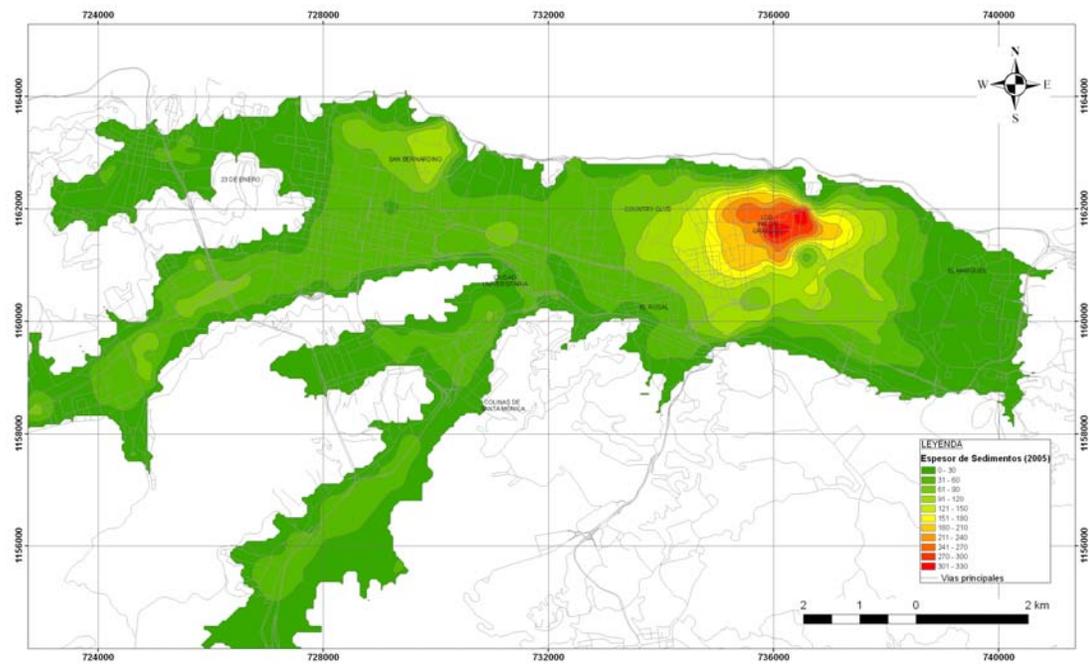


Figura 6.11. Mapa de espesores de sedimentos del Valle Caracas (MONCADA, 2005)

No obstante, perforaciones profundas recientes realizadas por FUNVISIS en las zonas de mayor profundidad del tope de roca en los años 2006-07, señalan profundidades superiores a las señaladas en todos los mapas levantados desde 1950.

- En la cuenca de San Bernardino, la perforación ubicada en el Hotel Ávila alcanzó 205 m sin alcanzar tope de roca (com. personal M. Tagliaferro, FUNVISIS).
- En la cuenca de Los Palos Grandes, las perforaciones efectuadas en el colegio Don Simón de Los Chorros y en la sede principal de INPARQUES (Parque del Este) alcanzaron el tope de roca a 217 m y 128 m respectivamente (Figura 6.12) (AGUILAR & CARABALLO, 2007).

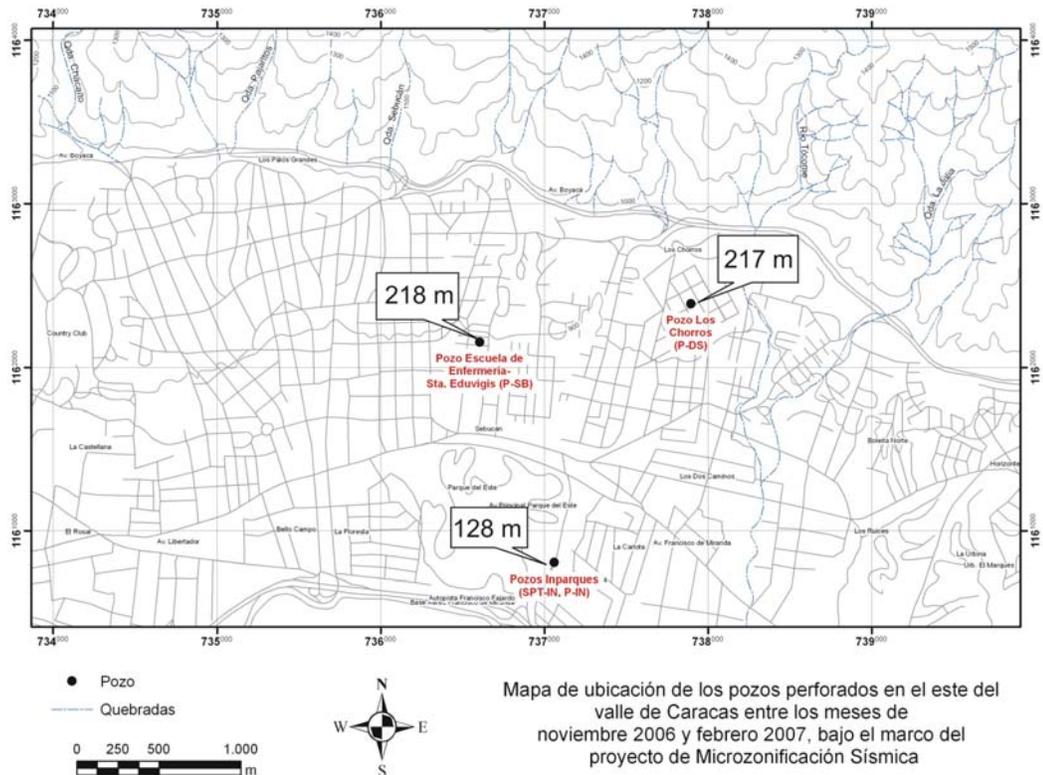


Figura 6.12. Perforaciones profundas realizadas por FUNVISIS, al este del Valle Caracas. Modificado de AGUILAR & CARABALLO, 2007.

La importancia de estos mapas geométricos para fines de microzonificación sísmica radica en que el espesor de sedimentos puede amplificar o atenuar las ondas sísmicas.

Al respecto, la distribución de los depósitos aluviales presenta una diferencia notable de oeste a este, donde los mayores espesores se encuentran ubicados al este del Valle, debido a un comportamiento diferente de la depresión de ángulo de falla constituida por el Valle de Caracas, probablemente debido a una subsidencia local más pronunciada de la misma.

6.1.3 Mapa de perforaciones geotécnicas

Las perforaciones efectuadas para fines geotécnicos constituyen una fuente de información muy valiosa para el conocimiento de las características de los cuerpos que constituyen el subsuelo, en este caso, del Valle de Caracas, en particular en los primeros 30 m de espesor.

Proyecto Banco de Datos Geotécnicos (Proyecto SIGAMC, 2003)

El Proyecto SIGAMC (Sistema de Información Geográfica Aplicado al Subsuelo del Área Metropolitana de Caracas) realizado en el año 2003, presentó como objetivo principal recolectar y almacenar en formato digital la mayor cantidad posible de información sobre perforaciones geotécnicas realizadas en el Área Metropolitana de Caracas desde los años 40 hasta la actualidad.

En el plano realizado para el año 2003, se ubicaron un total de 7563 perforaciones distribuidas heterogéneamente, con mayor concentración en el casco viejo, principales avenidas y zonas este y sureste del Valle; y escasas perforaciones en sectores como Catia, el Aeropuerto La Carlota, el Parque del Este y el Country Club (Figura 6.13, Anexo 17).

Gran porcentaje de estas perforaciones provienen de los estudios de suelos realizados para la construcción de los túneles del Metro de Caracas (Líneas 1 y 2).

Como ejemplo de la utilidad de este banco de datos se presenta una gráfica que muestra un histograma de la variación cuantitativa de las perforaciones hechas en aluvi3n y en roca en el Valle de Caracas entre los años 1948 y 2003 (Figura 6.14).

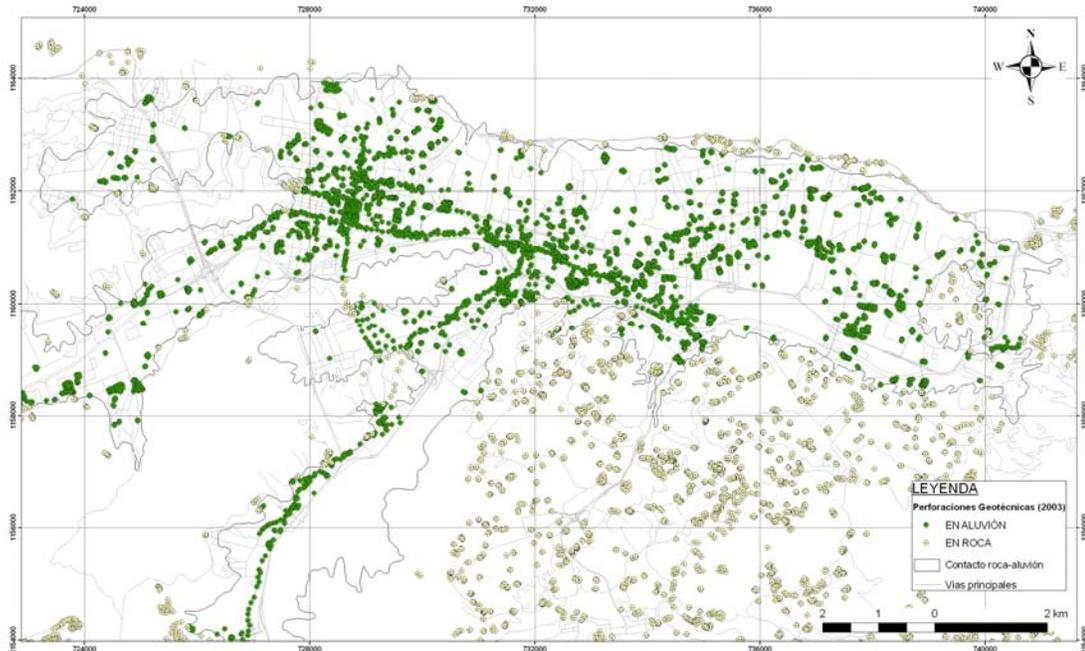


Figura 6.13. Mapa de perforaciones geotécnicas del Valle Caracas y alrededores (Fuente: Ministerio de Ciencias y Tecnología, 2003)

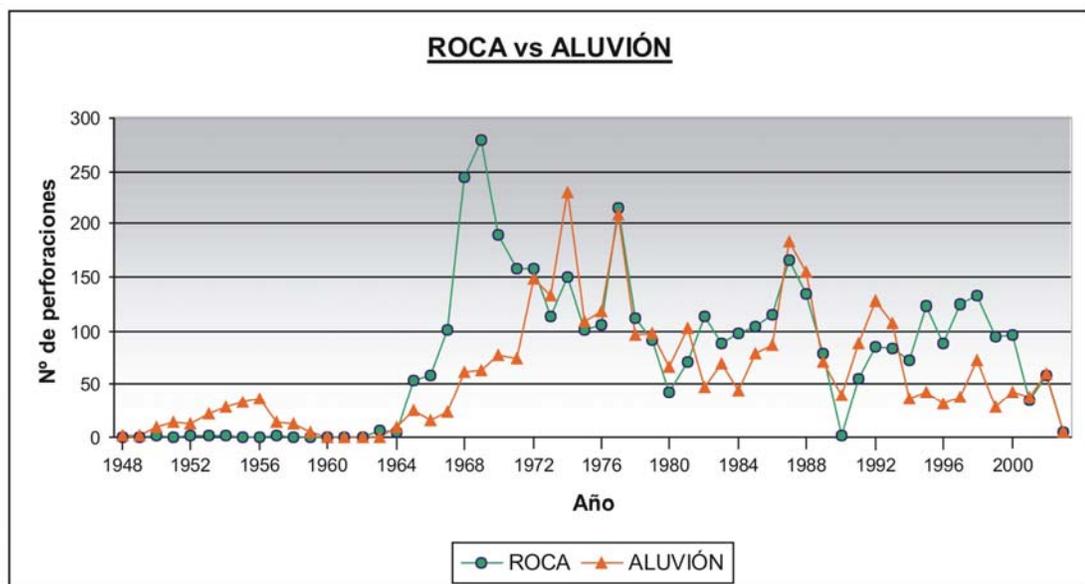


Figura 6.14. Histograma de perforaciones en el Valle y colinas de Caracas entre los años 1948 y 2003.

A grandes rasgos, esta gráfica señala la tendencia al descenso en el número de perforaciones en el Valle y colinas de Caracas como posible reflejo de la saturación de los espacios abiertos por el proceso de urbanismo. De particular interés son los picos principales de esta curva como posibles marcadores de incrementos temporales de la presión de urbanismo sobre el suelo como resultado de cambios de zonificación.

6.1.4 Mapas de pozos de agua (1950 y 2001)

El primer mapa de pozos de agua de Caracas fue realizado por la empresa DELAWARE como encomienda del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) en el año 1950 y como parte del estudio del acuífero del Valle de Caracas. Este plano presenta la distribución de más de 500 pozos de agua, de los cuales el 66,4% se encontraba activo para la época. Destaca la gran concentración de los mismos en los aluviones de la Qda. Anauco (Figura 6.15, Anexo 13).

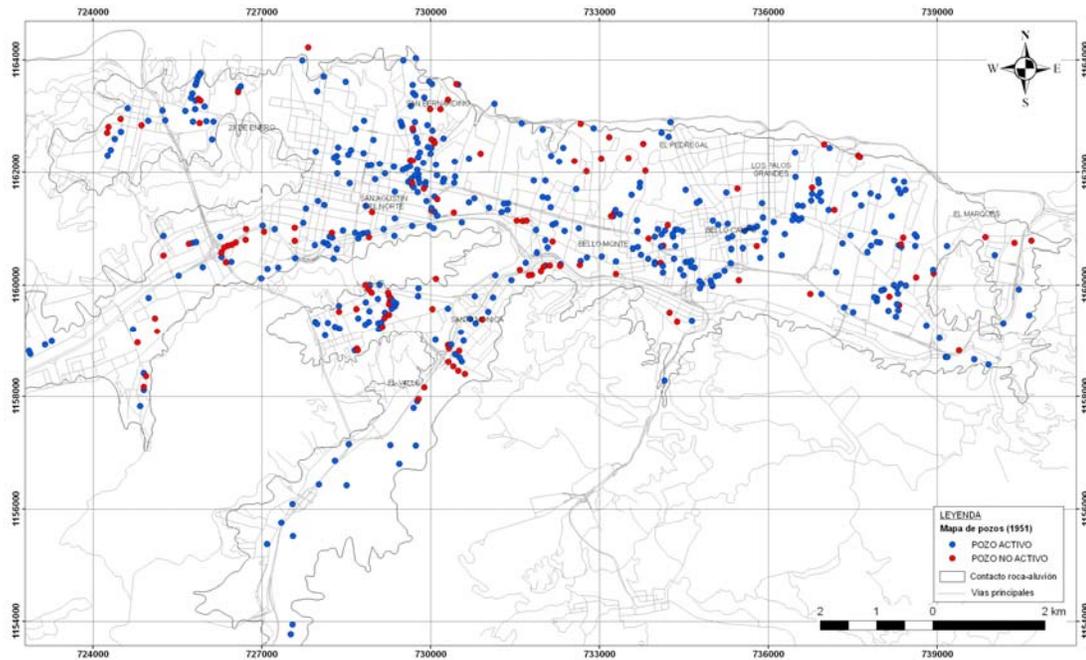


Figura 6.15. Mapa de pozos de agua del Valle de Caracas (DELAWARE CORPORATION, 1950).

El mapa de la Figura 6.16 (Anexo 14), representa el mapa de pozos de agua más reciente, realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAMB) en el año 2001,

con el objeto de inventariar los pozos existentes en el Valle de Caracas. Comparativamente con el mapa de pozos de agua del año 1950, este mapa presenta una distribución de pozos similar, pero con mucha menor densidad; en efecto, sólo se inventariaron 274 pozos, de los cuales el 50% se encontraba activo. Destaca la presencia de nuevos pozos de agua a lo largo de la Qda. Baruta y en el Parque del Este.

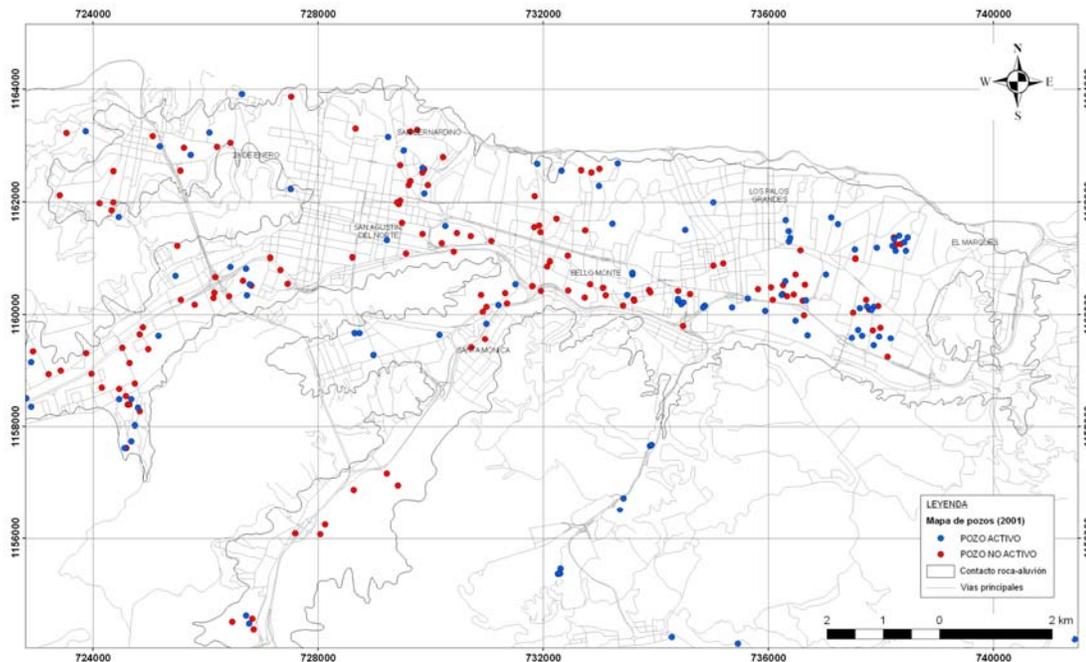


Figura 6.16. Mapa de pozos de agua del Valle de Caracas Fuente: Ministerio del Ambiente, 2001.

6.1.5 Mapas de curvas isopiezas del Valle de Caracas (1950 y 2001)

El mapa de la Figura 6.17 presenta las curvas isopiezas existentes para el año 1950, definidas a partir del referido inventario realizado por la empresa DELAWARE en el año 1950. Estas líneas señalan una dirección del flujo del oeste hacia el este.

Según los resultados obtenidos por la referida empresa, el 71,4% del espacio disponible para almacenar agua se encontraba lleno, lo que representaba para la fecha ± 10 veces la capacidad total del dique de La Mariposa.

Además, Delaware hace referencia a algunos pozos de agua que mostraron un descenso considerable en el nivel de la mesa de agua en un período de tiempo relativamente corto, y recomienda ajustar los datos obtenidos con el ciclo hidrológico anual con el objeto de compensar el efecto de las estaciones climáticas.

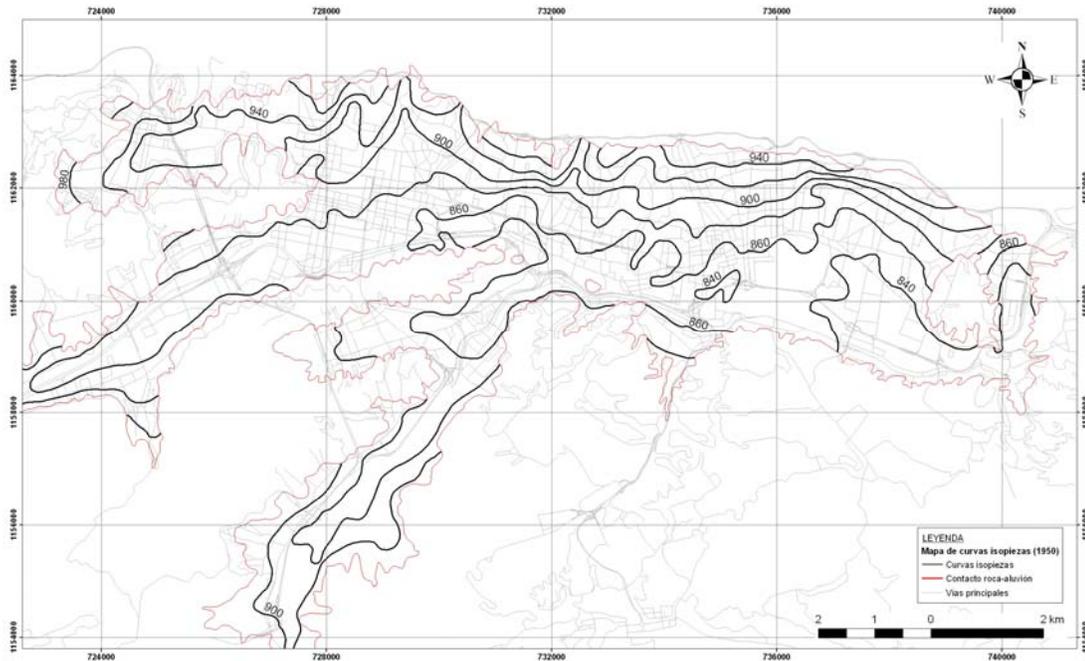


Figura 6.17. Mapa de curvas isopiezas del Valle de Caracas (DELAWARE CORPORATION, 1950).

El mapa de la Figura 6.18 presenta las curvas isopiezas existentes para el año 2001, definidas a partir del inventario realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAMB) en el año 2001. Al igual que el mapa anterior, las curvas isopiezas muestran una tendencia del flujo del oeste hacia el este.

Es importante señalar que en la depresión del Cementerio no se indican curvas isopiezas, a pesar de que en el inventario de pozos realizado por el MINAMB en el año 2001 existen pozos activos. La carencia de curvas isopiezas en el referido sector se debió, posiblemente, a la insuficiencia de datos para el cálculo de las mismas.

En el mapa de aguas subterráneas del Valle de Caracas de JICA (2003-04), las curvas isopiezas son idénticas a las de la empresa DELAWARE CORPORATION (1950);

lo cual parece indicar que desde este estudio, no se ha generado información nueva significativa desde el punto de vista hidrogeológico para el Valle de Caracas.

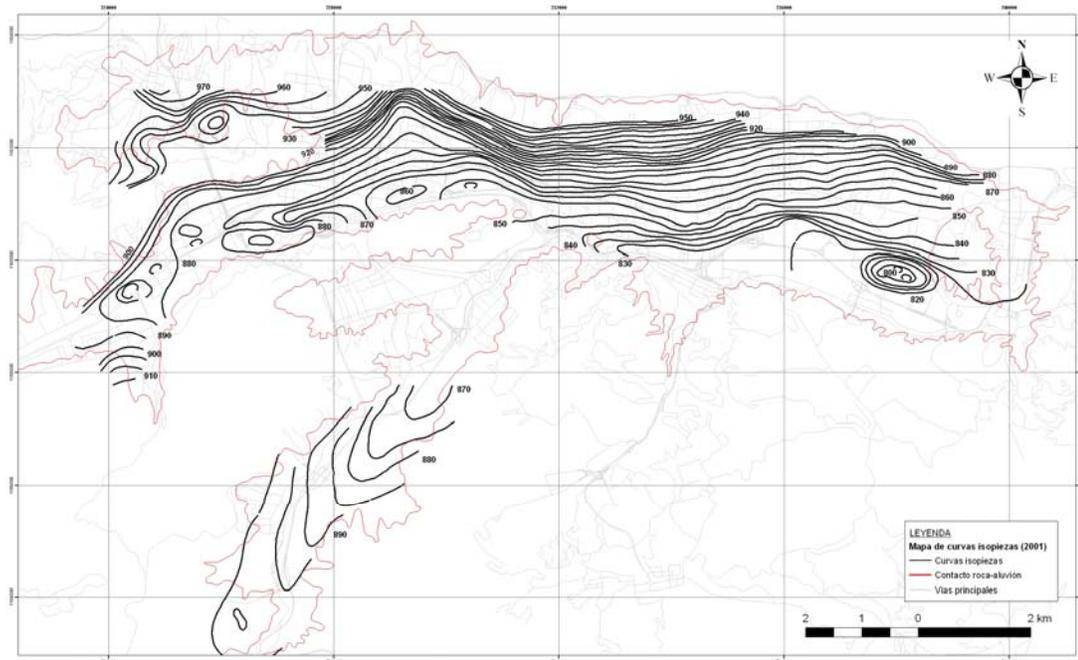


Figura 6.18. Mapa de curvas isopiezas del Valle de Caracas. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2001.

Otros datos de interés sobre el nivel de la mesa de agua del Valle de Caracas

- En 1965, LASSER señala un descenso de 25 m en el nivel de la mesa de agua del Valle de Caracas en un período de 35 años (1930-1965).
- En 1972, ARANGUREN & ITRIAGO señalan la recuperación para los años de 1961, 1970 y 1971, del acuífero del Valle de Caracas, comparativamente al nivel alcanzado en el año 1950.

6.1.6 Mapa de enclaves urbanos (1977)

El mapa de la Figura 6.19 (Anexo 21), presenta los enclaves urbanos y patrón de incomunicación de las urbanizaciones de la ciudad de Caracas para el año 1977. Este mapa realizado por GALLARDO, destaca el peligro que representa la posible obturación de las vías de acceso que puedan generar la incomunicación o aislamientos de los sectores más enclavados.

En el mapa se observa que la mayoría de las urbanizaciones fueron acondicionadas mediante modificaciones topográficas de la morfología natural, a excepción de las zonas de viviendas informales que se han adaptado a la topografía. Además, se aprecian dos patrones de diseño bien diferenciados en las urbanizaciones ubicadas al sur y al norte del río Guaire.

- En la parte sur, el patrón de diseño resulta de la adaptación del mismo a la configuración geométrica de microcuencas de drenaje modificadas por movimientos de tierra (Figura 3.31).
- En la parte norte, el patrón de diseño resulta del acondicionamiento del mismo, de acuerdo al trazado de las quebradas N-S.

La carencia o déficit de vías de comunicación destacado por el referido documento aumenta potencialmente el riesgo de estos enclaves urbanos ante la ocurrencia de emergencias hidrometeorológicas y sísmicas en caso de quedar los mismos aislados.

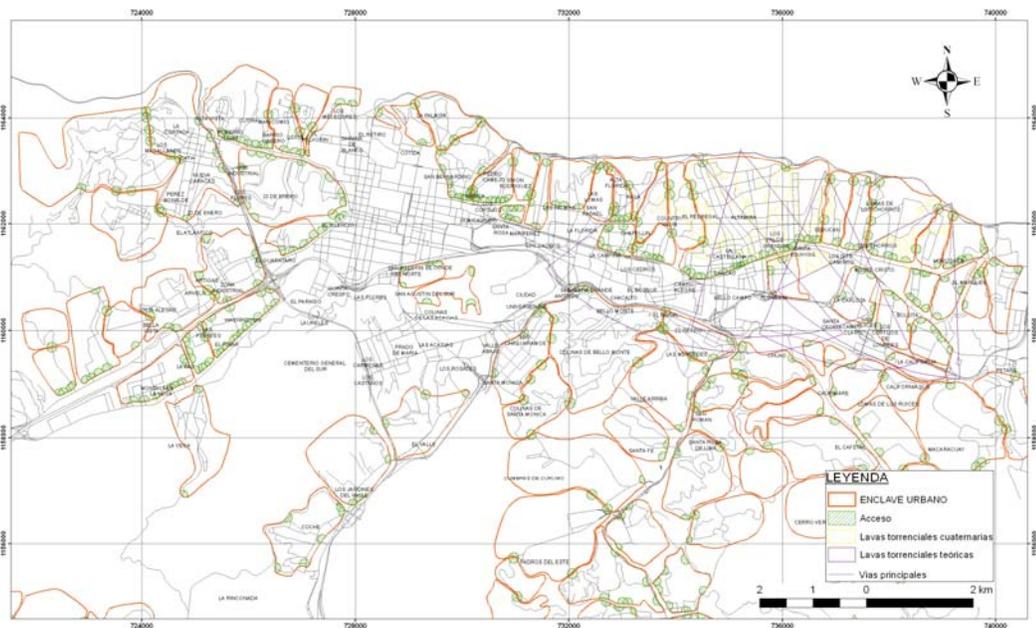


Figura 6.19. Mapa de enclaves urbanos y patrón de incomunicación vial controlado por el trazado de las quebradas del Valle de Caracas y las microcuencas de drenaje para el año 1977. En punteado se indica la extensión de los tramos del Valle de Caracas que fueron barridos por los aludes torrenciales prehispánicos cartografiados por SINGER (1974) (GALLARDO, 1977).

6.1.7 Mapa de distribución de daños causados por el terremoto de 1967

El mapa de la Figura 6.20, representa la distribución general de los daños ocurridos en la ciudad de Caracas como consecuencia del terremoto de 1967. El escaso desarrollo urbanístico en algunos sectores del este del Valle explica la mayor distribución de daños en el oeste.

No obstante, destaca la concentración de daños en el sector de Los Palos Grandes, comparativamente con otras manchas de daños de aspecto difuso como el Casco central, Quinta Crespo, La Florida, El Paraíso, El Cementerio y San Pedro; éstos 3 últimos, probablemente relacionados con la presencia potencialmente conflictiva de sedimentos lacustres en zonas de construcciones unifamiliares. También destaca el señalamiento de una “zona derrumbada” en El Conde, sobre la cual no se dispone de mayor información.

De una manera general, este mapa de distribución de daños da una radiografía de los sectores más vulnerables de la ciudad de Caracas ante la ocurrencia de un evento sísmico como el del año 1967.

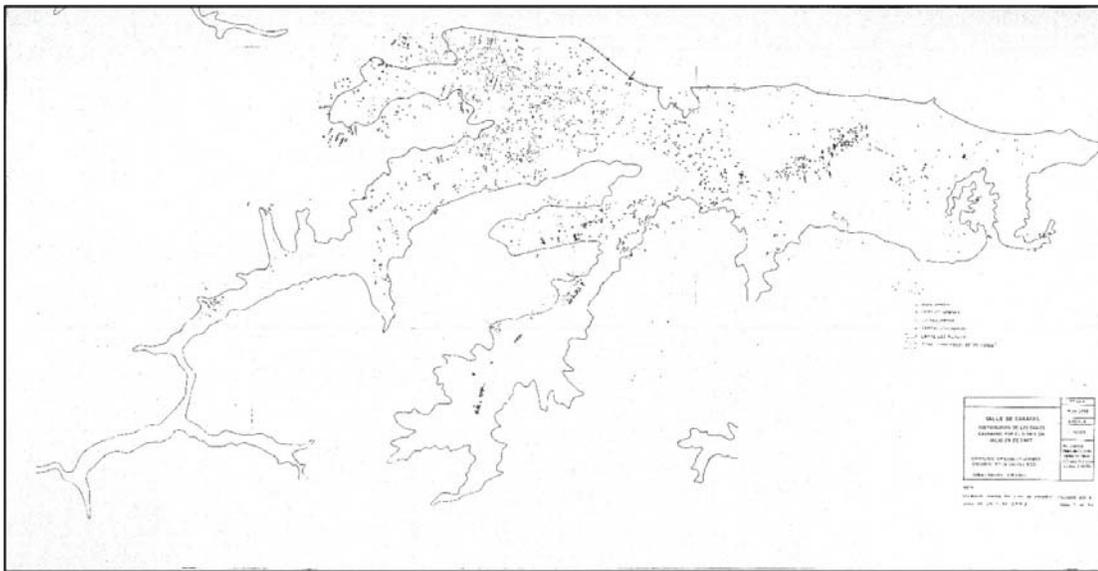


Figura 6.20. Mapa de distribución de daños causados en el Valle de Caracas por el sismo de 1967 Oficina Metropolitana de Planeamiento Urbano (OMPU), 1968.

6.3 PROPUESTA GEOLÓGICA DE MICROZONAS

Las microzonas propuestas se definen como áreas de características geológicas y geomorfológicas homogéneas, susceptibles de presentar por lo tanto una respuesta diferenciada ante un evento sísmico (FUNVISIS, 2005). La propuesta geológica de microzonas incluida en esta tesis constituye la culminación del trabajo de geología urbana emprendido para fines de microzonificación sísmica.

Para la separación de microzonas se utilizó fundamentalmente el mapa de unidades cuaternarias (Anexo 12) presentado al inicio de este capítulo.

Para la caracterización de cada microzona geológica (Figura 6.21, Anexo 22), se evaluaron los siguientes parámetros considerados como significativos:

- *Características litológicas en superficie*: corresponden con la descripción litológica general de las unidades geológicas cuaternarias del Anexo 12.
- *Profundidad del tope de roca*: se refiere a la profundidad promedio del basamento rocoso según el mapa de espesores de sedimentos de MONCADA (2005). De una manera muy general, a mayor espesor de sedimentos, mayor es el período de vibración de las ondas y por lo tanto, mayor la amplificación de las ondas.
- *Profundidad de la mesa de agua*: se refiere a la profundidad estimada del tope de la mesa de agua según el mapa de isopiezas de DELAWARE CORPORATION (1950) y en virtud de la importancia concedida a la misma en los trabajos de microzonificación sísmica por MEDVEDEV (1962, 1972) en la ex-URSS.
- *Enclaves Urbanos*: se refiere a núcleos poblacionales con problemas de comunicación por las condiciones de confinamiento naturales del Valle y colinas de Caracas (microcuencas de drenaje, trazado de quebradas, etc.).
- *Concentración de daños sísmicos*: causados por el evento sísmico del año 1967 según el mapa de la Figura 6.20.
- *Fuentes de deformaciones permanentes*: se refiere a la posibilidad de ocurrencia de las siguientes manifestaciones geológicas de rupturas de superficie originadas por:
 - Fallamiento activo

- Licuación de suelos
- Trayectoria de aludes torrenciales y deslizamientos de tierra, etc.
- Asentamientos del terreno
- *Sitios potencialmente conflictivos*: sitios con mayor vulnerabilidad ante la ocurrencia de un evento sísmico (bordes de cuenca y otras geometrías desfavorables, espesor de la columna de sedimentos lacustres, pie y cresta de taludes, topes de cerro, etc.).

La [Tabla 2](#) presenta la evaluación de los parámetros geológicos para la caracterización de cada microzona separada.

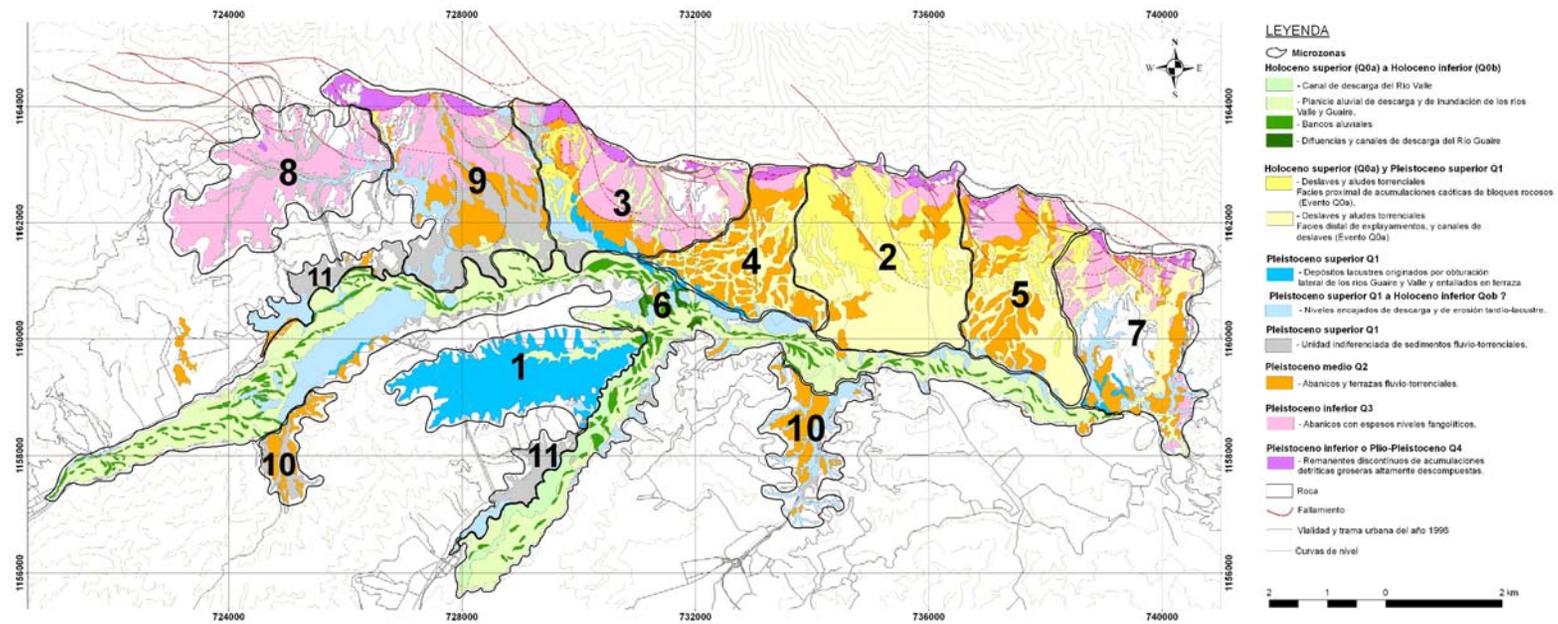


Figura 6.21. Propuesta geológica de microzonas

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones que siguen destacan los alcances más significativos de esta tesis:

1. En Venezuela, la geología urbana no se desarrolla todavía como tema de investigación científica, no obstante el significado de la misma como insumo de importancia vital tanto para las poblaciones aglomeradas en las mismas, como para las inversiones e infraestructuras concentradas en estos ámbitos de extensión relativamente reducida. Tal hecho insólito conlleva la existencia de vacíos de información cada vez más aberrantes en los mapas geológicos convencionales que abarcan las principales ciudades del país. En tal sentido, esta tesis pretende ilustrar las posibilidades que ofrece el cultivo de esta disciplina escogiendo como caso piloto más favorable a la ciudad de Caracas, para fines de microzonificación sísmica.
2. Al respecto, es notoria la existencia de bancos de datos urbanos no aprovechados o subaprovechados para conducir estudios de geología urbana, como es el caso de la información generada a partir de profusas perforaciones geotécnicas, con la cual se podría mejorar la caracterización litológica de las unidades geológicas aluviales que constituyen el asiento de la ciudad, y por ende valorizar el contenido de la cartografía de las unidades cuaternarias generada por medio de esta tesis para diversos fines y en particular para los propósitos de microzonificación sísmica.
3. En ambiente de ciudad, la obtención de datos de campo depende por lo esencial de la generación de afloramientos artificiales de existencia temporal en excavaciones para fines constructivos, lo cual implica un constante y

sistemático seguimiento geológico de los mismos; al respecto, no se aprovecharon oportunidades invaluable para el conocimiento geológico del subsuelo como las que ofrecieron la construcción de las obras subterráneas del Metro de Caracas; con respecto a este tema, el subsuelo de la ciudad de Caracas carece de un inventario cartográfico confiable de las obras subterráneas excavadas en el mismo desde la Colonia, y los cuales constituyen vicios potenciales tanto en condiciones estáticas como dinámicas.

4. Por ser capital del país, Caracas presenta una larga historia que remonta al año 1567 y con gran caudal de información documental muy dispersa pero de interés para el conocimiento la geología aluvial, como es el caso de la arqueología prehispánica y colonial en su condición de potencial marcador del proceso de sedimentación en un valle aluvial confinado, como lo evidencia en particular el cotejo estratigráfico de los escasos yacimientos prehispánicos que cubren una ventana de tiempo del orden de 3000 años
5. De una manera general, la información de interés geológico no convencional y de carácter indirecto disponible localmente e ilustrada en esta tesis, constituye un insumo potencial subaprovechado para la geología urbana, como es el caso de la memoria cultural colonial, independentista y contemporánea de la ciudad, la cual abarca una ventana de tiempo del orden de 500 años, altamente significativa en ingeniería de geoamenazas y correspondiente evaluación de riesgos para optimizar el diseño de obras de urbanismo superficiales y subterráneas.
6. Al respecto, las manifestaciones de deslaves y aludes torrenciales constituyen uno de las geoamenazas destructoras más recurrentes, como lo evidencia la presencia de las mismas a todo lo largo del registro sedimentario del Valle de Caracas, y más particularmente en la ventana de tiempo que corresponde a la ocupación humana prehispánica del mismo.

7. Esta tesis culmina con una propuesta geológica de 11 (once) microzonas sísmicas como subproducto del mapa geológico de unidades cuaternarias del Valle de Caracas a escala 1:25.000 incluido en este manuscrito y cuya discriminación se efectuó mediante la ponderación de 7 descriptores significativos (litología, tope de roca, mesa de agua, enclaves urbanos, daños sísmicos, deformaciones permanentes y geositios vulnerables)

7.2 RECOMENDACIONES

1. Actualizar periódicamente la base de datos de geología urbana con fuentes existentes aún desconocidas y nuevas de interés geológico para mejorar el conocimiento de la geología del Valle de Caracas, en función del uso múltiple de la misma, y en particular para la planificación de su desarrollo urbano.
2. Proceder a investigaciones más detalladas de geología urbana y microzonificación sismogeotécnica en cada una de las microzonas discriminadas en este trabajo, de manera de optimizar el conocimiento de la interacción sitio-suelo-estructura en el Valle de Caracas ante diversos tipos de escenarios sísmicos, en particular en los sectores de litologías potencialmente conflictivas (sedimentos lacustres, etc.).
3. Hacer realidad la recomendación hecha por el Ing. Geólogo Víctor López a mediados del siglo XX, y fundador de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, cuando recomienda el seguimiento geológico sistemático de las excavaciones artificiales hechas en los sedimentos del Valle de Caracas, para mejorar el conocimiento de su subsuelo. Este trabajo puede resultar muy fértil en investigaciones pluridisciplinarias, por ejemplo, de geología del Reciente, de geoarqueología, de arqueogeología y de paleosismología.
4. Este trabajo especial de grado representa el primer esfuerzo para la constitución de una base de datos de geología urbana del Valle de Caracas, realizada para fines de microzonificación sísmica, pero de interés para otros fines de aplicación (geología del cuaternario, cartografía geotécnica, planeamiento urbano, evaluación de geoamenazas, contaminación hidrogeoquímica del subsuelo por efluentes industriales y cloacas, etc.).

5. Realizar un inventario cartográfico de las modificaciones topográficas en el Valle y colinas de Caracas, a partir de la comparación secuencial de planos antiguos, mapas topográficos y misiones aerofotográficas, así como de las formaciones superficiales generadas a través del referido proceso artificial de cambio (rellenos, cortes, etc.)

6. Actualizar la discriminación de los enclaves urbanos evidenciados y de las fuentes topográficas de incomunicación interna de la ciudad de Caracas, por ejemplo, al ponderar la influencia de las mismas en las isocronas de desplazamiento del tráfico automotor, confeccionadas por los urbanistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN JICA. (2003-04). **Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela.** Inédito. Distrito Metropolitano de Caracas. Caracas. 2 tomos.
- AGUERREVERE, P. I. (1925). **Un estudio sobre los Terremotos.** Revista Colegio de Ingenieros de Venezuela. Caracas. N° 30: 93-98.
- AGUERREVERE, P. I. (1949). **Informe preliminar sobre las condiciones de agua del Subsuelo en el Valle de Caracas.** Inédito. Ministerio de Fomento. Caracas. 4 p.
- AGUERREVERE, S. E. & ZULOAGA, G. (1937). **Geological notes on the Central part of the Cordillera de la Costa.** Boletín de Geología y Minas. Ministerio de Fomento. 1. N° 2-3-4: 3-22.
- AGUERREVERE, S. E. & ZULOAGA, G. (1937). **Observaciones geológicas de la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela.** Boletín de Geología y Minas. Caracas, 1 (2-4):8-24.
- AGUERREVERE, S. E. & ZULOAGA, G. (1938). **Nomenclatura de las formaciones de la parte central de la Cordillera de la Costa.** Boletín de Geología y Minas, Caracas, 2(2-4): 281-284.
- AGUILAR, I. & CARABALLO, E. (2007). **Caracterización geoquímica de los abanicos aluviales del este del Valle de Caracas a partir de pozos en Sebucán, Los Chorros y Parque del Este.** Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 170 p.
- ALONSO G., J. (1975). **La zonificación sísmica como elemento imprescindible en el planeamiento urbano.** Segundo Congreso Nacional de Arquitectos. Mérida. 59 p.
- ALTÉZ, R. (2004). **Estudio sobre el Plan Básico de Prevención de Desastres para el Área del Distrito Metropolitano de Caracas en Venezuela.** Documento 1: Evaluación detallada del Terremoto de 1812 en Caracas. (Informe para JICA) (S/P).
- ALTÉZ, R. (2005). **Los sismos del 26 de marzo de 1812 en Venezuela: nuevos aportes y evidencias sobre estos eventos.** Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, UCV. Vol.43, no.2, p.11-34.

- ALTÉZ, R. (2006). **El desastre de 1812 en Venezuela: sismos, vulnerabilidades y una patria no tan boba**. Fundación EMPRESAS POLAR. Publicaciones UCAB. Caracas. 522 p.
- AMODIO, E., NAVARRRETE, R. & RODRIGUEZ, A. (1997). **El Camino de los Españoles. Aproximaciones históricas y arqueológicas al camino real Caracas-La Guaira en la época colonial**. Instituto del Patrimonio Cultural. Editorial Arte. Caracas. 179 p.
- ARANGUREN, C. & ITRIAGO, H. (1972). **Variación del nivel freático en el Valle de Caracas**. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 36 p y Anexos.
- ARCILA FARIAS, E. (1961). **Historia de la Ingeniería en Venezuela**. Tomo 2. Colegio de Ingenieros, Año Centenario 1861-1961. Editorial Arte. Caracas. 2v.
- ARENDS, J. (1986). **Ciencia y tecnología en la época de Simón Bolívar**. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas. 177 p.
- ARMAS, A. (1977). **La tierra de Venezuela y los cielos de sus santos**. Ediciones Llanoven. Caracas. 180 p.
- ARNAL, E. (1961). **Algunas consideraciones sobre los asentamientos observados en las quintas de El Paraíso**. Boletín de la Sociedad Venezolana de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones, (2): 16- 20.
- AROCHA, J. (1991). **Fundamentos de Cartografía**. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. 5^{ta} Edición. Caracas. 278 p.
- AUDEMARD, F (1986). **Los sismos de agosto de 1986y su relación con la Falla de Santa Rosa**; informe interno CEDI-FUNVISIS
- AUDEMARD, F., MACHETTE, M., COX, J., DART, R., & HALLER, K. (2000). **Map of quaternary faults of Venezuela, scale 1:2.000.000, jointly with map and database of quaternary faults in Venezuela and its offshore regions**. U.S. Geological Survey Open-File Report 00-0018.
- AUDEMARD, F., KANTAK, P., & SCHMITZ, M. (2002). **Geologic Profile of the Caracas Valley, with emphasis on Recent Sediment, for Seismic Microzoning Purposes**. III Coloquio sobre Microzonificación Sísmica. 156-58.

- AUDEMARD, F. (2006). **Surface rupture of the Cariaco July 09 1997 Earthquake on the El Pilar fault, northeastern, Venezuela.** Tectonophysics. 424, 19-39.
- AUDEMARD, F., SINGER, A. & SOULAS, J. P. and the Neotectonics section of the FUNVISIS Earth Sciences Department. (2006). **Quaternary faults and stress regime.** Revista Asoc. Ven. Argentina. 61 (4): 480-491.
- AYALA, J. (1953). **Un nuevo aspecto de la canalización del Guaire (1).** Boletín Colegio Venezolano de Ingenieros. N° 203, 21-23.
- BANCO CENTRAL DE VENEZUELA. (1958). **Colección Histórico-Económica Venezolana.** Sociedad Económica de Amigos del País. Memorias y Estudios 1829-1839. Volumen I. Caracas. 2 v.
- BARRETO, M., MISLE, E., HERNÁNDEZ S, RIVERO, A., GALLEGOS, E., MARQUEZ, H., ABRIZO, M., LOVER DE-SOLA, R., VEGAS, T. (1986). **El Valle y sus cercanías.** Fundación para la Cultura y las Artes del Distrito Federal (FUNDARTE). Colección, Serie "Caracas toma Caracas". Caracas. 114 p.
- BASABE, P., NEUMANN, A. & SINGER A. (2001). **PROYECTO PREVENE. Aporte a la Prevención de Desastres "Naturales" en Venezuela.** Informe Final. Cooperación Venezuela-Suiza-PNUD. 239 p.
- BELLIZZIA A., MIRANDA L., PÉREZ A. & SCHWARCK A. (1954). **Observaciones acerca de la falla al oeste del Hospital Clínico, Ciudad Universitaria, Caracas.** Inédito. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. Caracas. 3 p.
- BEZADA, M. & SCHUBERT, C. (1987). **Cronología Cuaternaria en Venezuela: Algunos problemas metodológicos y pedológicos.** Acta Científica Venezolana. 38: 1-12.
- BLOOM, A. L. (1978). **Geomorphology.** Prentice Hall, New Jersey. 510 p,
- BOUSSINGAULT, J. B. (1985). **Memorias.** Banco de la República. Tomo 1, 1802-1823. Bogotá, Colombia. 409 p.
- BREWER-CARÍAS, A. (2006). **La ciudad ordenada.** Editorial. Caracas. 545 p.
- BURGOS, J. (1969). **Circular de la Sociedad Venezolana de Geólogos, N° 37,** enero-febrero, p. 33 y portada.

- CALZADILLA, J. (1978). **El Ávila. Guaraira Repano**. Ernesto Ermitaño Editor. 1º Edición. Caracas. 94 p.
- CAMACHO, J. V. (1927). **Estudio preliminar para surtir de agua potable los acueductos de Caracas**. Editorial Patria. Caracas. 22 p.
- CANTISANO, M. (1989). **Estudio geológico y geotécnico de la cuenca de la quebrada Mamera, Distrito Federal**. Memorias VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto. 4: 1047-1069.
- CASTANY, G. (1975). **Prospección y Explotación de las aguas subterráneas**. Ediciones Omega. Primera Edición. Barcelona, España. 720 p.
- CENTENO-GRAÜ, M. (1940-1969) **Estudios sismológicos**. Dirección de Cartografía Nacional. Ministerio de Obras Públicas. Caracas. 365 p.
- CERESIS. (1985). **Catálogo de terremotos para América del Sur**. Venezuela. Centro Regional de Sismología para América del Sur. Proyecto SISRA 8: 289.
- CLEMENTE TRAVIESO, C. (1956). **Las esquinas de Caracas**. Editorial CEC, S.A. Caracas. 286 p.
- CILENTO, A. (2002). **Sobre la vulnerabilidad urbana de Caracas**. Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales, (v 8, 3): 103-118.
- CLUFF, L. & FERRER, D. (1970). **Observaciones de ingeniería de suelos e ingeniería geológica del sismo de Caracas**. Boletín Sociedad Venezolana de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones. (35): 49-56.
- COMISIÓN PRESIDENCIAL DEL SISMO DE 1967. (s.f.). Valle de Caracas. Investigaciones Sísmicas del Subsuelo. **Mapa a escala 1:20.000 de las curvas de mismos espesores de suelo**. Dirección de Cartografía Nacional.
- CONSULTORES CHB C. A. (1994). **Antecedentes cartográficos y territoriales de Venezuela**. Inédito. 100 p.
- CONTRERAS, O. & URBANI, F. (1992). **Las Rocas Metaígneas de Tócome, P. N. El Ávila**. Acta Científica Venezolana, 43 (supl. 1): 125.
- COTTON, C. A. (1950). **Tectonic scarps and fault valleys**. Geol. Soc. American Bull. V 81. 717-758 p.
- CRUXENT, J., & ROUSE, I. (1982). **Arqueología cronológica de Venezuela**. Unidad Prehispánica de la Asociación de Juan Lovera. Caracas. 2 v.

- DALLMUS, K. & THOMS, H. (1952). **Geología e Hidrología de la parte central del valle de Caracas**. Inédito. Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS). Caracas. 23 p.
- DE SOLA R., I. (1967). **Contribución al estudio de los planos de Caracas: La Ciudad y La Provincia, 1567-1967**. Ediciones del Comité de Obras Culturales del Cuatricentenario de Caracas. Caracas. 281 p.
- DE SANTIS, F., AUDEMARD, F. & SINGER, A. (1985). **Manifestaciones de "lateral spread" en el delta lacustre de Guigue, Costa sur del Lago de Valencia, durante el terremoto de Caracas del 29-07-1967**. Memorias VII Congreso Geológico Venezolano. Barquisimeto. III: 1124-1136.
- DELGADO, C. (2004). **Caracas ayer, hoy y siempre**. Proyecto Cultural Namar. Ediciones Épocas y Costumbrismos. Caracas. 213 p.
- DENGO, G. (1951). **Geología de la región de Caracas**. Boletín Geológico, Caracas, 1 (1): 39-115. Versión en inglés: Geology of the Caracas region, Venezuela. Geol. Soc. Amer. Bull., 64(1): 7-40, 1953.
- DENGO, G. (1951). **Mapa geológico de la región de Caracas**, escala 1:50.000. Boletín Geológico, Caracas, 1 (1): 39-115. Versión en inglés: Geology of the Caracas region, Venezuela. Geol. Soc. Amer. Bull., 64(1): 7-40, 1953.
- DENGO, G. (1959). **Mapa Geológico de la Región de Caracas**. Edición reducida a escala 1:100.000 del mapa de 1951. III Congreso Geológico Venezolano, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología.
- DIVISIÓN DE AEROFOTOGRAVIMETRÍA. (1978). **Índice de vuelos aerofotográficos por Entidades Federales (1936-1978)**. Inédito. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Dirección de Cartografía Nacional. Caracas. 61 p.
- DUARTE, C. & GASPARINI, G. (1980). **Historia de la Catedral de Caracas**. Grupo Univensa. Caracas. 238 p.
- ERNST, A. (1886). **El terremoto del 26 de marzo de 1812 en la costa norte de Suramérica**. Obras completas, Tomo VII. Ciencias de la Tierra. Presidencia de la República. 481-495 (traducción al español del original.)
- FAIGL, C. J. & MÉNDEZ, M. G. (2005). **Túnel de 1,2 km atraviesa Sabana Grande**. El Nacional.
- FAJARDO, A. (1992). **Cinco siglos de cartografía en Venezuela**. Homenaje a la Cartografía Nacional en su 57º Aniversario. Caracas. 124 p.

- FANTI, O., FRONTADO, A. & VECCHIO, A. (1980). **Tectónica y Sismicidad del área de Caracas y sus alrededores**. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 105 p y Anexos.
- FREILE, A. **Informe sobre las posibilidades de arcilla e instalaciones de fábricas Hacienda Santo Domingo, El Valle, Departamento Federal**. Informe interno. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. 7 p.
- FELIZIANI, P. et al. (1985). **Estudio Geotécnico del Área Metropolitana de Caracas. Sector Central**. VI Congreso Geológico Venezolano.
- FUNDACIÓN POLAR. (2000). **Visiones y testimonios**. Coordinación y edición al cuidado de Asdrúbal Baptista. Caracas. 535 p.
- FUNVISIS. (1978). **Segunda Fase del Estudio del Sismo ocurrido en Caracas el 29 de Julio de 1967**. Volumen A. Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo. Ministerio de Obras Públicas. Caracas. 517 p.
- FUNVISIS. (1984). **Estudios de riesgo sísmico Ferrocarril Caracas-Litoral**. Informe final. 2 volúmenes.
- FUNVISIS. (1988). **Estudio de amenaza sísmica para las urbanizaciones La Punta y Mata Redonda al sur de Maracay**. 2 volúmenes.
- FUNVISIS. (1993). **Evaluación neotectónica preliminar de la galería superior del estribo Caracas del Viaducto N° 1 de la autopista Caracas-La Guaira**. 19 p y Anexos.
- FUNVISIS. (1995). **Estudio geológico, neotectónico e hidrogeológico del sitio de Planta Cantinas y sus alrededores inmediatos (Qda. Tacagua, parte alta)**. Proyecto LAGOVEN-CANTINAS. 70-E-407. Informe Final. 220 p y Anexos.
- FUNVISIS. (1997). **Evaluación preliminar del sismo de Cariaco del 9 de julio de 1997, Estado Sucre, Venezuela**. Informe Interno.
- FUNVISIS. (2005). **Informe de avance al 31 de Mayo de 2005 del Proyecto de microzonificación sísmica de las ciudades Caracas y Barquisimeto**. Inédito. Fundación Venezolana de Investigaciones Científicas. 470 p.
- GALAVÍS, F. & GRILLET, J. R. (1957). **Inspección practicada en la excavación del Edificio Rental de la Ciudad Universitaria**. Inédito. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. Caracas. 2 p.
- GALLARDO, C. (1977). **Incidencia de las condiciones de inestabilidad geológica y los problemas de la accesibilidad vial: antecedentes para la**

- microzonificación sísmica de Caracas.** Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS. 13 p.
- GALLARDO, C. (1977). **Mapa de Enclaves Urbanos y Esquema de Incomunicación de las urbanizaciones, escala 1:20.000.** Plan de Emergencia de Caracas. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS.
- GARCÍA DE LA CONCHA, J. (1962). **Reminiscencias y costumbres de la vieja Caracas.** Editorial Grafos. Caracas. 236 p.
- GARCÍA FRANCOS, S. (1924). **Terremotos y aparatos para registrarlos.** Ediciones CALPE. Madrid. 387 p.
- GARCÍA, K. (2006). **Elaboración de un mapa de velocidades de ondas de corte de los primeros 30 m de profundidad en la ciudad de Caracas basado en el análisis de ondas superficiales.** Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 122 p.
- GARCÍA, L. URBANI, F. & CONTRERAS, O. (1995). **Geología de la cuenca del río Tócome, Parque Nacional El Ávila, Caracas, Venezuela.** Boletín Geológico, Caracas. Publicación especial. 10: 279-286.
- GASPARINI & POSANI (1969). **Caracas a través de su arquitectura.** Ediciones Fina Gómez. Caracas. 570 p.
- GASPARINI, G. (1991). **Formación urbana de Venezuela. Siglo XVI.** Armitaño Editores. Serie Encuentro. Caracas, 251 p.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., ITURRALDE, J. & PICARD, X. (1980). **Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas.** Ediciones Foninves, 2 tomos. Caracas. 1021 p.
- GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. (2002). **Ingeniería Geológica.** Pearson Educación. Madrid. 744 p.
- GRASES, J. (1999) **Terremotos destructores del Caribe (1502-1990).** UNESCO-RELACIS. Montevideo. 132 p.
- GRASES, J. (2000). **La peligrosidad sísmica de Venezuela y sus mapas (1898-1998).** Desastres Sísmicos en desarrollo. Centro de Ingeniería Sísmica. Inst. de Mat. y Modelos Estruct., Fac. de Ing., Universidad Central de Venezuela. M. Lafuente, C. Genatios, E. Castilla, F. Garcés, A. Marinilli, E. Andeliz y Maggi, G. Editores. AS-61/AS-76. 77 p.

- IRIARTE, D. (1971). **Historia de la aviación civil en Venezuela**. Oficina Central de Información. 2^{da} Edición. Caracas. 630 p.
- IRUJO, J. I. (1951). **Control de Inundaciones. Corrección del Río Guaire**. Boletín Colegio Venezolano de Ingenieros. N° 180, 23-29.
- JAM, P. (1958). **Una estación arqueológica en el Valle de Caracas**. Antropológica, (5): 44-48.
- KANTAK, P. (2001). **Sediments thickness, an east-west cross section, shallow seismic velocities, and microtremor measurements in the Caracas Valley**. Inédito. Universidad de Bonn, Alemania. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. 268 p.
- KANTAK, P. (2001). **Espesores de los sedimentos y principales unidades geológicas del valle de Caracas**. Taller Internacional "Estudios de métodos y acciones para contrarrestar los efectos producidos por terremotos de Caracas (1999 - 2001)". Serie Técnica N° 1, 99-104.
- KAY, G. F. (1916). **Gumbotil, a new term in Pleistocene geology**. Science N. S. 44.
- KEY AYALA, S. (1976). **Los Nombres de las esquinas de Caracas: tradiciones y tradicionalistas**. Ediciones de la Presidencia de la República. Caracas. 24 p.
- KEY SANCHEZ, F. (1950). **Algunas consideraciones con respecto a la determinación del acarreo sólido y su magnitud en algunos ríos de Venezuela**. Boletín Colegio Venezolano de Ingenieros. N° 177.
- KLINDT, P. (1941). **Contribución al estudio de las aguas subterráneas en Caracas**. Inédito. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. 12 p.
- KOVACH, A., HURLEY, P. M. & FAIRBAIN, H. W. (1979). **Preliminary Rb/Sr whole rock dating of basement rocks from the Coast Range**. Boletín de la Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo. 20(1-3): 86-89.
- LAFORST, R. (1956). **Estructuras geológicas de la Región de Caracas**. Inédito. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. Caracas. 6 p.
- LASSER, T. (1965). **Nuestras aguas**. El Farol. (3).
- LAWSON, A. C. (1908). **The California Earthquake of April 18, 1906**. Report of the State Earthquake Investigation Commission. Carnegie Institution of Washington 87. Vol 1.

- LEIZAOLA, R. (1999). **Tío Veneno. Crónica de un curioso de El Pedregal.** Monte Ávila Editores. Latinoamérica. Caracas, 408 p.
- LEVERETT, F. (1910). **Comparison of the North American and European glacial deposits.** Gletsch. 4.
- LINAREZ, Y. (2005). **Nuevo rostro para la Casa Amarilla.** El Nacional. B-18.
- LLUBERES, M. Y P., COORDINADORES. (1979). **Estudio de Espacios Abiertos de la Región Capital. Geología y Geotécnia.** Inédito. Instituto de Urbanismo y de Estudios Regionales, Universidad Central de Venezuela; Volumen N° 2 + Anexos II y III.
- LOPE BELLO, N. G. (1976). **El Ambiente de Caracas. Una introducción a la Ecología Urbana.** Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Editorial Arte. Caracas.
- LÓPEZ, V. (1939). **Origen de los Derrumbamientos de Tierra.** Revista del Ministerio de Fomento. (Año 2, n 8). Tipografía Americana. Caracas. 284-289.
- LÓPEZ, V. (1965). **Rasgos geográficos y Fisiográficos del Valle de Caracas.** Inédito. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Caracas. 7 p.
- MALDONADO-BOURGOIN (1994). **La Casa Amarilla. Enclave histórico de Venezuela.** Ediciones de la Presidencia de la República. Ediciones del Ministerio de Relaciones Exteriores. 401 p.
- MANARA, B. (1998). **El Ávila: Biografía de una montaña.** Monte Ávila Editores Lationamaericana. Fundación Cultural Chacao. 256 p.
- MANZANO, L. (1951). **Crónicas de antaño.** Ávila Gráfica, S.A. Caracas. 242 p.
- MANZANO, L. (1954). **La Ronda del Anauco.** Imprenta Nacional. Caracas. 208 p.
- MARCANO, E. (1993). **La crisis del agua en Caracas: elementos para el análisis de la política urbana.** Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. 253 p.
- MÁRQUEZ, R. & SINGER, A. (1977). **Zonificación preventiva de riesgo geológico para el ordenamiento geotécnico del sector urbano Colinas de Santa Mónica, Distrito Federal.** Memorias V Congreso Geológico Venezolano. Tomo IV: 1749-1757.

- MARTINEZ, R. (2006). **Consideraciones preliminares con respecto a incluir los estudios de microzonificación sísmica en la planificación y control urbano en Venezuela.** Instituto de Materiales y Modelos Estructurales. UCV. Vol. 44, no.1, p.1-15.
- MEDVEDEV, S.V. (1962). **Engineering Seismology.** Moscow.
- MEDVEDEV, S.V. (1972). **Recommendations for Seismic Microzoning.** Moscow.
- MÉNDEZ, B. (1997). **Características sedimentarias del Cuaternario en Venezuela. Unidades sedimentarias y su relación con las glaciaciones e interglaciaciones.** Memorias VIII Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos. Tomo 2. 101-106.
- MÉNDEZ, B. & SCHERER, W. (1997). **Tabla de correlación del Cuaternario en Venezuela.** Memorias VIII Congreso Geológico Venezolano. Sociedad Venezolana de Geólogos. Tomo 2. 107-113.
- MENDEZ, M., MENDEZ, J., MEDINA, M., UGUETO, G., CORREA, J., VALDÉS, C. & SINGER, A. (1983). **Distribución anual de los deslizamientos de tierra en el Área Metropolitana de Caracas (1970/1981). Ensayo de correlación con las precipitaciones atmosféricas.** Acta Científica Venezolana. XXXIII Convención ASOVAC. Vol. 34, N° 1.
- MENDEZ, M. G. (23-10-2005). **Nuevo rostro para la Casa Amarilla.** El Nacional. Año LXIII (22325), B-18.
- MEYER, R. (1987). **Paléoaérites et paléosols – L’empreinte du continent dans les séries sédimentaires.** BRGM. Manuels et Méthodes 13. 163 p.
- MONCADA, A. (2005). **Modelado Gravimétrico del Basamento del Municipio Libertador Distrito Metropolitano de Caracas.** Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 116 p.
- MINISTERIO DE AMBIENTE. (2001). **Inventario de aguas subterráneas.** Dirección de Cuencas Hidrográfica. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. Grupo de Aguas Subterráneas. 289 p y 5 mapas.
- MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. (2003). **Proyecto Banco de Datos Geotécnicos (Proyecto SIGAMC).** Caracas. Geología 2000. 30 p.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. (1978). Comisión Presidencial para le Estudio del Sismo. Segunda Fase del Estudio del Sismo. **Segunda Fase del Estudio del Sismo de Caracas, el 29 de Julio de 1967.** Caracas. FUNVISIS. Vol. A.

- MONTENEGRO, J. E. (1951). **Escritos patrimoniales**. Instituto Municipal de Publicaciones de Caracas. Caracas. 321 p.
- MONTENEGRO, J. E. (1988). **El Palacio Arzobispal en la crónica caraquense**. Colección medio siglo de la Contraloría General de la República. Serie Archivo Histórico. 190 p.
- MONTENEGRO, J. E. (1991). **Los siete relojes de la Catedral**. Talleres de Gráficas La Bodoniana. Caracas. 240 p.
- MUÑOZ, N. & SINGER A. (1977). **Varvas lacustres pre-holocenas con índices de asentamientos y deformaciones tectónicas recientes del Valle de Caracas**. I Seminario de Riesgo Geológico. Caracas. 3 p.
- NAVARRO, E., OSTOS, M. & YORIS, F. (1989). **Revisión y redefinición de unidades litoestratigráficas y síntesis de un modelo tectónico para la evolución de la parte norte-central de Venezuela durante el Jurásico Medio-Paleógeno**. Acta Científica Venezolana, 39: 427-436.
- NAVARRO, N. Mons. (1967). **La catedral de Caracas y sus funciones de culto**. Ediciones Cuatricentenario de Caracas. 9. 134 p
- NÚÑEZ, E. B. (1988). **La Ciudad de los techos rojos. Calles y esquinas de Caracas**. Editorial Monte Ávila. Caracas. 283 p.
- OSTOS, M. (1981). **Geología de una zona ubicada entre la autopista Caracas-La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila, Distrito Federal**. Inédito, Universidad Central de Venezuela, Trabajo de Ascenso, 279 p.
- OSTOS, M. (1987a). **Texturas de cizalla en la Formación Peña de Mora, Cordillera de la Costa, Venezuela**. Memorias 1ra Jornadas de Investigación de Ingeniería UCV, Caracas, 102-105.
- OSTOS, M. (1987b). **Transporte tectónico de la Formación Peña de Mora, parte central de la Cordillera de la Costa, Distrito Federal**. Memorias 1ras Jornadas de Investigación de Ingeniería, UCV. Caracas, 106-109.
- OSTOS, M., NAVARRO, E. & URBANI, F. (1989). **Edad Rb/Sr del augengneis de Peña de Mora, Cordillera de la Costa**. Memorias VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto, 1: 127-136.
- OSTOS, M. & URBANI, F. (1999). **El Complejo Ávila, Cordillera de La Costa, Venezuela**. Revista GEOS, UCV, Caracas, (29): 205-217.

- PAIGE, S. (1930). **The earthquake at Cumaná, Venezuela, January 17, 1929.** Bull. Seism. Soc. of America. 200: 1, 1-10.
- PAL, R. (1988). **Memorias de un viaje por América.** Fundación de Promoción Cultural de Venezuela. Editorial Exlibris. Caracas.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1901-09). **Die Alpen im Eiszeitalter.** 3 Bde. Leipzig.
- PÉREZ, F. (1973). **Notas sobre algunos túneles y minas abandonados del Área Metropolitana.** Boletín Sociedad Venezolana de Espeleología. 4 (2): 147-152.
- PÉREZ, L. (1989). **El Geólogo Urbano y el uso del suelo.** Boletín Sociedad Venezolana de Geólogos. (35): 7-12.
- PÉREZ, R. (1983). **Problemática ambiental de Caracas y sus áreas de influencia.** Revista Colegio de Ingenieros, LX (327): 45-51.
- PÉREZ GUERRA, G., PÉREZ GUERRA, J. B. & PÉREZ LA SALVIA, H. (1961). **El subsuelo de Caracas.** Datos de exploración. Editorial Arte. Caracas. 221 p.
- PÉREZ GUERRA, G. (1970). **Estudios y proyectos de fundaciones y muros de contención del PARQUE CENTRAL.** Boletín Colegio Venezolano de Ingenieros. N° 124, 28-31.
- PÉREZ L., F. (1973). **Notas sobre algunos túneles y minas abandonados del Área Metropolitana.** Boletín Sociedad Venezolana de Espeleología. 4 (2): 147-152.
- PROYECTO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUD. (2001). **Proyecto PREVENE. Aporte a la Prevención de Desastres “Naturales” en Venezuela.** Cooperación: Venezuela – Suiza PNUD. Informe Final. 239 p.
- RAMIREZ, C & DIAZ QUINTERO, A. (1972). **Geología y cartografía geotécnica de Caracas y sus alrededores.** Inédito. Ciclo de Charlas de Geotecnia y Estructuras. Colegio de Ingenieros de Venezuela. 54 p.
- REID, H. F. (1910). **The mechanics of the earthquake.** The California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Earthquake Investigation Commission. Carnegie Institution of Washington 87. Vol 2.
- RODRIGUEZ, J. A. (2006). **Historia Cronológica de los terremotos en el Área Metropolitana de Caracas.** Inédito. FUNVISIS. 16 p.

- RÖHL, E. (1940). **La Silla de Caracas y el Pico Naiquatá**. Historia de sus mediciones. Inédito. Lit. y Tip. del Comercio. Caracas. 26 p.
- ROJAS, C. (1983). **Unidades geocronológicas del Cuaternario venezolano**. Síntesis cartográfica a escala 1.000.000. Acta Científica Venezolana. 34 (1): 513.
- ROYO Y GÓMEZ (1956). **Nuevos datos sobre el Cenozoico Superior de las proximidades de Caracas**. Comisión Geológica I. IV Convención ASOVAC. N° 4, 14 p.
- SABINO, I. & URBANI, F. (1995). **Geología del flanco sur del pico Naiguatá, Parque nacional El Ávila, estado Miranda, Venezuela**. Boletín Geológico. Caracas, Publicación especial. 10: 287-296.
- SALCEDO, D. (1983). **Problemática geotécnica de desarrollos urbanos en el Área Metropolitana de Caracas**. Revista Colegio de Ingenieros de Venezuela, LX (327): 24-32.
- SANABRIA, T. J. (1995). **Aproximación a su obra**. Galería de Arte Nacional. Caracas. 224 p.
- SÁNCHEZ, J. (2001). **Modelaje gravimétrico del basamento de la cuenca de Los Palos Grandes**. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 94 p.
- SANOJA, M. & VARGAS-ARENAS, I. (2002). **El agua y el poder: Caracas y la formación del Estado colonial caraqueño: 1567-1700**. Banco Central de Venezuela. Caracas. 224 p.
- SCHAEL, J. G. (11-03-1976). **Pasadizos secretos de la Antigua Caracas**. El Universal. Año LXVI (23.974), 2-1.
- SCHAEL, J. G. (20-06-1981). **Arrastres Torrenciales**. El Universal. Año LXVI (23.974), 2-1.
- SCHUBERT, C. (1977). **Evidencias de Levantamiento Reciente de la Costa Norte-Central (Cordillera de la Costa)**. Acta Científica Venezolana, 28 (6).
- SCHUBERT, C. & VIVAS, L. (1993). **El Cuaternario de la Cordillera de Mérida, Andes Venezolanos**. Universidad de Los Andes y Fundación Polar. 345 p.
- SCHWARCK, A. (1949). **Consulta sobre la existencia de depósitos de arcilla de buena calidad comprendido en un radio de 25 a 30 kilómetros de**

- Caracas.** Inédito. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Instituto Nacional de Minería y Geología. Caracas. 2 p.
- SEIDERS, V. M. (1965). **Geología de Miranda central, Venezuela.** Boletín Geológico. Caracas, 6(12): 298-461.
- SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION OF DELAWARE. (1950). **Informe sobre la investigación de las aguas del subsuelo del Valle de Caracas.** Inédito. Instituto de Obras Sanitarias. 189 p.
- SERVICIO AUTÓNOMO DE GEOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA NACIONAL. (1991). **Índice de vuelos aerofotográficos por Entidades Federales (1975-1990).** Inédito. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Dirección de Cartografía. 158 p.
- SIEVERS, W. (1884). **Das Erdbeben von 26. März 1812 an der Nordküste Südamerikas. Mitheil.** Geogr. Ges. Zu Hamburg. 265-271.
- SINGER, A. (1974). **Acumulaciones torrenciales catastróficas, de posible origen sísmico, y movimientos neotectónicos de subsidencia en la parte oriental del Valle de Caracas.** Memorias I Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Caracas, 11-3 y GEOS 22: 64-65, 1977.
- SINGER, A. (1977a). **Tectónica reciente, morfogénesis sísmica y riesgo geológico en el graben de Caracas, Venezuela.** Memorias V Congreso Venezolano de Geología, IV: 1861-1902.
- SINGER, A. (1977b). **Síntesis regional de la evolución geomorfológica de la Cordillera de la Costa en el área de Caracas.** Memorias V Congreso Geológico Venezolano. Tomo V. 55-62 y 68-76.
- SINGER, A. & CENTENO, R. (1981). **Informe relativo a los siniestros hidrogeotécnicos ocurridos en Altavista Junio-Julio 1981: condiciones geológicas y aspectos de Ingeniería Civil.** Inédito. Departamento Ciencias de la Tierra. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS. 21 p.
- SINGER, A. & ROJAS, C. (1982). **Mapa "Inventario Nacional de Riesgos Geológicos".** 1 hoja a colores.
- SINGER, A., ROJAS, C. & LUGO, M. (1983). **Inventario Nacional de Riesgos Geológicos.** Estado Preliminar. Inédito. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. 126 p.

- SINGER, A. (1983a). **Geomorfología, arqueología y aspectos de geología del Reciente**. Boletín Informativo Asociación Venezolana de Arqueología. 2:2, 6-44.
- SINGER, A. (1983b). **Diferenciación neotectónica del relieve actual de la Cordillera de la Costa (Venezuela). Evidencias y modelos de evolución**. Acta Científica Venezolana. 32 (1): 213.
- SINGER, A. (1983c). **Inventarios de riesgos geológicos y seguridad geotécnica**. Memorias II Jornadas Geológicas Venezolanas. "Problemática geotécnica del Valle de Caracas y sus implicaciones legales y sociales". 39-56.
- SINGER, A., FELIZIANI, P. & SALCEDO, D. (1985). **Geología Urbana de Caracas**. Memorias VI Congreso Geológico Venezolano. Caracas. Tomo 10: 7043-7124.
- SINGER, A. & AUDEMARD, F. (1999). **Aportes de FUNVISIS al desarrollo de la geología de fallas activas y de la paleosismología para los estudios de amenaza y riesgo sísmico**. En Grases, J. Coordinador: Diseños sismorresistente. Especificaciones y criterios empleados en Venezuela. V XXXIII. Academia de Ciencias Físicas. Matemáticas y Naturales. Caracas. 25-38.
- SINGER, A. (2007). **Urbanismo, vulnerabilidad y gestión de riesgos ¿Cómo devolverles a las comunidades vulnerables el rol que les corresponde como componente fundamental de las políticas públicas de reducción de riesgo a nivel local?** (En imprenta).
- SLEMMONS, D. B. (1977). **State of the art for assessing earthquake hazards in the United States**. Report 6. Faults earthquake magnitude. Miscellaneous Paper. U.S. Army Corps of Engineers, s 73-1, 129 p
- SMITH, R. (1948) **Geology and economic possibilities of limestone deposits in the Caracas area**. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Inédito. Instituto Nacional de Minería y Geología. Caracas, 7p.
- SMITH, R. (1952). **Geología de la región de Los Teques-Cúa**. Boletín Geológico, Caracas, 2(6): 333-406. Versión en inglés: Geology of the Los Teques-Cúa region, Venezuela. Bull. Geol. Soc. Amer., 64(1): 41-64.
- SOTO, J. F. (1931). **La sismología en Venezuela**. Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. N°2. 37-89.
- STACCIOLI, Firma. (1947). **Alfarería Mecánica**. Corporación Venezolana de Fomento. Inédito. 9 p.

- STIROS, S. & JONES, R. E. (1996). **Archeoseismology**. Fitch Laboratory occasional paper 7. 268 p.
- TALLENAY, J. (1954). **Recuerdos de Venezuela**. Ediciones del Ministerio de Educación, Dirección de Cultura y Bellas Artes. Caracas. 263 p.
- TAMAYO, F. (1943). **Notas de Ecología Venezolana. Proceso de Despoblación y Reposición Vegetal de las Colinas de Caracas**. Escuela Técnica Industrial. Talleres de Artes Gráficas. Caracas. 23 p.
- TAMAYO, F. (1962). **Camino para ir a Venezuela**. Inédito. Universidad de Los Andes. Mérida. 263 p.
- THOMS, H. W. (1961). **Water for industry**. Boletín Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo (AVGMP). Vol 4: N° 3: 83-93 (p 90).
- TRAVIESO, C. (1956). **Las Esquinas de Caracas: sus leyendas, sus recuerdos**. Editorial Ancora. Caracas. 258 p.
- TRICART, J. (1977). **Précis de géomorphologie. 2. Géomorphologie dynamique générale**. SEDES. París. 345 p.
- TRONCONE V., C. (2005). **Fallas de terreno en la ciudad capitalina. Alerta en Plaza Venezuela**. El Universal. 4-3.
- UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. (1967-1972). **Estudio de Caracas**. Caracas. 8 v.
- URBANI, F. (1982). **Comentarios sobre algunas edades de las rocas de la parte central de la Cordillera de la Costa**. GEOS, UCV. Caracas, (27): 77-85.
- URBANI, F. & OSTOS, M. (1989). **El Complejo Ávila. Cordillera de la Costa. Venezuela**. GEOS, UCV. Caracas, (29): 205-217.
- URBANI, F. (2002). **Revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela**. Revista GEOS 35. 94 p.
- URBANI, F. & RODRIGUEZ, J. (2004). **Atlas Geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela**. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas FUNVISIS. Caracas. 146 p.
- UTRERA, C. F. (1938). **Nuestra Señora de las Mercedes, su templo y culto en la ciudad de Caracas, ciudad Trujillo**. Santo domingo. 146 p.

- VALERY, R. (1978). **La Nomenclatura Caraqueña**. Ernesto Ermitaño Editor. Caracas, 406 p.
- VALERY, R., VALLMITJANA, A., & MORALES, A. (1990). **Estudio de Caracas: Evolución del patrón urbano desde la fundación de la ciudad hasta el período petrolero 1567-1936**. Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 108 p.
- VARESCHI, V. (1955-56). **Monografías Geobotánicas de Venezuela I. Rasgos Geobotánicas sobre el Pico Naiguatá**. Acta Científica Venezolana, (6, 5 y 6): 180-201.
- VELASCO, R. (09-11-1992). Archivo de Miraflores. Colección de Telegramas.
- VILA, M. A. (1947). **Monografía Geográfica del Valle de Caracas**. Publicaciones del Grupo de Caracas de la Sociedad Interamericana de Antropología y Geografía. Caracas. 122 p.
- VILLANUEVA, C. R. (1966). **Caracas en tres tiempos con tres ensayos de Mariano Picón Salas**. Comisión Nacional del Cuatricentenario de la Fundación de Caracas. 208p.
- VIVAS, L. (1984). **El Cuaternario**. La Imprenta. Mérida. 266 p.
- VON FEDAK, M. & ROJAS, G. (2007). **Fuerza de Santiago de León de Caracas**. Editorial Oscar Toodmann, Caracas 143 p.
- WEHRMANN, M. (1972). **Geología de la región de Caracas-Colonia Tovar**. Boletín de Geología, Caracas, Publicación especial. 5, 4: 2093-2121.
- WEHRMANN, M. (1972). **Mapa geológico de la región de Guatire-Colonia Tovar**, escala 1:100.000. Memoria del IV Congreso Geológico Venezolano. Publicación especial 5,4: 2092-2121.
- WEISBORD, N. L. (1957). **Notes on the geology of the Cabo Blanco area, Venezuela**. Bull. Amer. Paleont. V 38, N° 165: 25p.
- WESTON GEOPHYSICAL ENGINEERS INTERNACIONAL INC., WESTON. MASSACHUSETTS, USA. (1969). **Investigaciones Sísmicas en el Valle de Caracas y el Litoral Central**. Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo de Caracas de 1967. 25 p y Anexos.

ZAWISZA, L. (1989). **Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela, Siglo XIX**. Tomo 3. Ediciones de la Presidencia la República. Imprenta Nacional. Caracas.

ZINCK, A. (1970). **Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales**. Ministerio de Obras Públicas MOP. Barcelona. 79 p.

ZINCK, A. & URRIOLOA, P. (1970). **Origen y evolución de la Formación Mesa. Un enfoque edafológico**. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Obras Hidráulicas. Revisión de Edafología. Barcelona. 70 p.

ZINCK, A. (1972). **Suelos y estratigrafía cuaternaria. Ejemplos venezolanos**. Memorias II Congreso Latinoamericano de Geología. Tomo 2. 1025-1026.

ZINCK, A. (1980). **Valles de Venezuela**. Cuadernos LAGOVEN. 150 p.

ZINCK, A. (1981). **Definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos**. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, CIDIAT. Mérida. 114 p.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS DE MATERIAL CONSULTADO EN INTERNET:

RODRÍGUEZ, J. (2007). **Nuestra señora del Rosario, siglo XVII**. Disponible: <http://artecolonialvenezuela.blogspot.com/2007/04/nuestra-seora-del-rosario-siglo-xvii.html>. [Consulta: 2007, mayo 15].

RODRÍGUEZ, O. (s/f).
http://groups.msn.com/VIEJASFOTOSACTUALES/lagrancaracas.msnw?action=get_message&mview=0&ID_Message=10577&LastModified=4675583285082816134. [Consulta: 2006, noviembre 20].

Autor desconocido.

http://groups.msn.com/VIEJASFOTOSACTUALES/lagrancaracas.msnw?action=get_message&mview=0&ID_Message=10268&LastModified=4675630533711415352. [Consulta: 2006, noviembre 25].

Anexos