



DESCRIPCIÓN DE ZONAS HOMOGÉNEAS MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL ÁREA URBANA DE MEDELLÍN

Documentos de soporte para dar cumplimiento a la directiva del Departamento Administrativo de Planeación en relación con el cumplimiento de la NSR-2010 enviada el 25 de abril de 2011 a las entidades públicas y descentralizadas y las Empresas Comerciales del Estado

Mayo de 2011
Departamento Administrativo de Planeación
Medellín

INTRODUCCIÓN

El pasado 15 de diciembre de 2010 entró en vigencia el nuevo reglamento de construcciones sismoresistentes NSR-2010. Dicha norma, que modifica la anterior NSR-98, establece las especificaciones técnicas para dar cumplimiento a la Ley 400 de 1997, por la cual se adoptan las normas sobre construcciones sismo resistentes en el país.

De acuerdo con la norma, las *edificaciones indispensables y de atención en la comunidad*, son aquellos equipamientos urbanos de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo y cuya operación no debe ser trasladada rápidamente a un lugar alternativo; o las edificaciones, y sus accesos, indispensables después de un terremoto para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas. Por la función que cumplen, dichas edificaciones deben tener parámetros de construcción y diseño sismoresistentes particulares.

Se encuentran clasificados en esta categoría:

Grupo IV – Edificaciones indispensables (Capítulo A.2.5.1.1, NSR-2010) : Son aquellos equipamientos urbanos de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo. Incluyen:

- a. Todas las edificaciones que componen hospitales, clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencia.
- b. Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación, de radiodifusión.
- c. Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencias.
- d. Edificaciones centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos.
- e. Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público
- f. Estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que tomen parte de sus sistemas contra incendio y los accesos peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e arriba descritos.

Grupo III – Edificaciones de atención a la comunidad (Capítulo A.2.5.1.2, NSR-2010): Comprende las edificaciones, y sus accesos, indispensables después de un terremoto para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas exceptuando las incluidas en el grupo IV. Incluyen:

- a. Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.
- b. Garajes de vehículos de emergencias.
- c. Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias

- d. Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza
- e. Aquellas del grupo II para las que el propietario quiera contar con seguridad adicional
- f. Aquellas otras de la administración municipal designe como tales.

En vista de la responsabilidad que tienen las entidades públicas y descentralizadas y las Empresas Comerciales del Estado en la construcción de infraestructura pública que cabe dentro de las categorías mencionadas, debe hacerse explícito en todos los términos de referencia de contratación, seguimiento e interventoría de las obras, el imperativo de cumplir con estas exigencias, así como con las exigencias de seguridad relativas a los requisitos de protección contra incendios, vías de evacuación, seguridad de elementos no estructurales, estudios geotécnicos y demás especificaciones de la norma.

Por otra parte, con base en el Estudio de microzonificación sísmica para Medellín, la ciudad se encuentra dividida en 14 zonas homogéneas, que caracterizan el comportamiento particular de los diferentes tipos de suelos frente a los sismos. En ese sentido, el Departamento Administrativo de Planeación establece como directiva que las entidades públicas y descentralizadas o las Empresas Comerciales del Estado se ciñan para sus diseños a los parámetros establecidos para cada una de estas zonas en el mencionado estudio, según la localización del equipamiento o infraestructura de vivienda, y no al estándar que establece la NSR-2010 en las secciones A.2.4 y A.2.6.

ANTECEDENTES DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

La sección A.2.9.1 del Decreto Nacional 926 de 2010 (NSR-2010) faculta a las autoridades municipales para expedir directrices y reglamentaciones cuando se adelanten estudios de microzonificación sísmica que cumplan con los requisitos establecidos en la sección A.2.9.3 de dicha norma.

Mediante los contratos 3231 de 1995, C2112 de 1997 y CSA 121 de 1998, suscritos por el Sistema Municipal de Prevención y Atención de Desastres- SIMPAD- y la Universidad EAFIT, en representación del Grupo de Sismología de Medellín, se contrató la ejecución del estudio de instrumentación y microzonificación sísmica del área urbana de Medellín.¹

El Grupo de Sismología de Medellín, conformado por profesionales del Centro de Proyectos e investigaciones sísmicas de la Universidad Nacional de Colombia-sede Medellín y la Escuela de Administración y Finanzas y Tecnología - EAFIT y de las firmas de ingenieros Integral Ingenieros Consultores, Soluciones Geotécnicas Integral - Solingral S. A, Asociación de Ingenieros Estructurales de Antioquia-Inteinsa, con el propósito específico de trabajar de manera permanente por la reducción del riesgo sísmico que afecta nuestro entorno. De acuerdo con los estudios de microzonificación sísmica de Medellín y del Valle de Aburrá, la ciudad de Medellín se encuentra localizada en un ambiente tectónico complejo, resultado de la interacción de tres placas tectónicas que la expone a una actividad sísmica importante, que difiere significativamente en función de la localización geográfica dentro del Valle, con intensidades que pueden llegar a ser catastróficas para la ciudad y para la región.

¹ Municipio de Medellín. 1999. *Instrumentación y microzonificación sísmica del área urbana de Medellín*. Alcaldía de Medellín. SIMPAD-Universidad EAFIT-Integra- Ingeominas- Universidad Nacional. 135p.

Cuando se adelanten estudios de microzonificación sísmica que cumplan con el alcance dado en la sección A.2.9.3 de la norma NSR-2010, las autoridades municipales están facultadas para expedir una reglamentación substitutiva de carácter obligatorio, que reemplace lo indicado en las secciones A.2.4 y A.2.6 de dicho reglamento para ciudades con más de 100.000 habitantes ubicadas en zonas de amenaza sísmica intermedia o alta.

La microzonificación sísmica de Medellín, es el resultado de un gran esfuerzo del Municipio por entender y caracterizar adecuadamente los efectos locales diferenciales en el movimiento sísmico en la superficie del suelo que se puedan presentar en Medellín, con el convencimiento de que es parte fundamental de la estrategia que se debe adelantar para reducir el riesgo sísmico de la ciudad, medido este último en términos de pérdida de vidas y pérdidas materiales.

Esta microzonificación está basada en la información disponible en el momento de ejecución del proyecto, procesada de acuerdo con procedimientos establecidos con base en el estado del arte del conocimiento sobre el fenómeno sísmico. Resulta claro, entonces, que la microzonificación sísmica es un proceso dinámico y que debe actualizarse en la medida en que se recolecte información local pertinente y en que se mejore en el conocimiento del fenómeno sísmico.

Esta nueva información puede ser el resultado de la recopilación de estudios especiales puntuales en obras específicas a lo largo del tiempo, de estudios ordenados *ex profeso* por la Administración Municipal, de información aportada por ingenieros usuarios de la microzonificación, o del estudio de la producción de nuevos conocimientos acerca del fenómeno sísmico.

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA SUSTITUTIVA DE LAS SECCIONES A.2.4 Y A.2.6 DEL DECRETO NACIONAL 926 DE 2010

La nomenclatura a la que se hace referencia en los perfiles típicos de cada zona homogénea se interpreta con el siguiente cuadro de convenciones (Ver plano anexo):

CONVENCIONES

Qal	Depósitos Aluviales
Qat	Depósitos Aluvio Torrenciales
Qc	Depósitos Coluviales
Qfr	Flujos de Escombros y/o lodos recientes
Qff	Flujos de Escombros y/o lodos frescos
Qfm	Flujos de Escombros y/o lodos maduros
Qfs	Suelo residual de Flujos
KdA - SdA	Stock de Altavista
KgD - SgD	Gabro de San Diego
KpaM-SKpa	Anfibolitas Margen Izquierda
KcE - ScE	Stock de las Estancias
KuM - Sum	Dunitas de Medellín
KaM - SaM	Anfibolitas Margen Derecha
KPnl - SKPn	Neis de la Iguaná

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS HOMOGÉNEAS²

Zona Homogénea 1: Noroccidental

Comprende básicamente la comuna noroccidental de la ciudad de Medellín, limitada al norte por la quebrada La Madera, que a su vez separa los municipios de Medellín y Bello. Al oriente limita con el río Medellín hasta la calle 93, cruzando en diagonal hasta aproximadamente la calle 89 con la carrera 65 (E = 834 629 m, N = 1 186 578 m), y siguiendo hasta la calle 80 con carrera 67 (E= 834 327 m, N = 1 186 278 m), sin incluir el Cementerio Universal. Continúa por la carrera 67 hasta la transversal 78. Al sur, parte de la transversal 78 con la transversal 73 (E = 833 770 m, N = 1 185 692 m), sigue hacia la calle 65 hasta el cruce con la carrera 80 y se extiende por la quebrada La Iguaná.

Comprende el sector del Doce de Octubre con los barrios Santander, Doce de Octubre No. 1 y No. 2, Pedregal, Los Arrayanes, El Triunfo, El Progreso No. 2, Mirador del Doce, Kennedy, San Martín de Porres, La Esperanza. Igualmente, incluye el sector de Castilla con los barrios Florencia, Téjelo, Las Brisas, Toscana, Boyacá, Héctor Abad Gómez, Plaza de Ferias, Girardot, Belalcázar, Tricentenario, Castilla, Francisco Antonio Zea, Alfonso López, parte de El Progreso y El Oleoducto. Se encuentra además en esta zona homogénea el sector de Robledo con los barrios Córdoba, Luis López de Mesa, Bosques

² Simpad. (1999). *Instrumentación y microzonificación sísmica del área urbana de la ciudad de Medellín, Informe final* (No. Contrato C112 de 1997). Medellín: Facultad nacional de minas, Universidad Eafit, Ingeominas, Integral.

Simpad. (1999). *Reevaluación de la amenaza sísmica del área urbana de la ciudad de Medellín* (No. Contrato C112 de 1997). Medellín: Facultad nacional de minas, Universidad Eafit, Ingeominas, Integral.



Alcaldía de Medellín

de San Pablo, Pilarica, Facultad de Minas, Altamira, Bello Horizonte, El Diamante, Aures No. 1 y No. 2, Picachito, Picacho, Palenque No. 1 y No. 2, Villa Flora, La Pola, El Cucaracho, Robledo, Porvenir, Fuente Clara y Santa Margarita.

Los terrenos de esta zona están constituidos básicamente por una serie de depósitos del tipo coluvial, predominantemente flujos de lodos y/o escombros. Adicionalmente, presenta afloramientos locales de anfibolita y neis.

El relieve de esta parte del flanco del valle está caracterizado por una morfología desde irregular a ondulada, con una pendiente suave en su parte inferior cercana al río Medellín. A medida que se asciende sobre la ladera, la morfología se torna moderada, rasgo que se conserva hasta llegar a la parte alta media del flanco del valle, a la altura de la vía que conduce de Medellín a San Pedro.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 1:

ZONA 1	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
NOR-OCCIDENTAL	1	Qal	0-5	Cubre un área muy pequeña, no es representativo
		Qfm	0-15	
		SKPa	0-10	
		KPaM	10-15	
	2	Qat	1	
		Qfm	20	
		SKPn	20	
		SKPa	10	
		KPaM	-	
	3	Qat	5-40	
		SKPa-SKPn	0-20	
		KPnI		
	4	Qc	0-10	Cubre un área muy pequeña, no es representativo
		Qal	0-40	
		SKPn	5-20	
		KPn		
	5	Qc	0-10	
		Qfm	5-30	
		SKPa-SKPn	0-20	
		KPaM		
	6	Qc-Qff	0-10	
		SKPa-SKPn	0-30	
		KPa-KPn		
	7	Qfm	30-80	Estación Pedregal (SPE)
		KPa-KPn		
	8	Qfm	10	
		Qal-Qat	10	
		SKPa-SKPn	10	
		KPa-KPn	-	
	9	SKPa	10-20	
		SKPn	10-25	
		KPnI		
	10	Qfm	15	Estación Aures (EAU). Con mayor contenido de finos que el flujo encontrada en la estación SPE
KPaM		-		
11	SKpa	30	Estación Alejandría (ALE)	
	KPaM	-		

Zona Homogénea 2: Centro occidental

Limita al norte con la Zona Homogénea 1 hasta la intersección de la calle 65 con la transversal 73, e incluye el cerro el Volador entre la carrera 65 y la quebrada la Iguaná. Al sur la calle 48A sirve como límite desde las coordenadas E = 829 229 m, N = 1 184 085 m, siguiendo por las coordenadas E = 830 729 m, N = 1 184 225 m hasta las coordenadas E = 831 234 m, N = 1 184 478 m y cruza hasta la intersección de la carrera 80 con la quebrada la Iguaná, continuando por ésta hasta la carrera 65.

La zona homogénea 2 comprende el sector de San Javier con los barrios El Morro, La Quebra, Juan XXIII, Metropolitano, Santa Rosa de Lima, Blanquizal, El Coco, El Pesebre, El Paraíso, Calasanz parte alta, y parte de los barrios Ferrini, Alcázares, La Pradera y Antonio Nariño la parte sur del sector de Robledo con el barrio San Germán y el cerro El Volador además del barrio Olaya Herrera. Adicionalmente, comprende el cerro Nutibara.

Los terrenos de esta zona están constituidos por rocas metamórficas correspondientes al Neis de La Iguaná que afloran de manera continua hacia los sectores norte y centro occidental de la zona. También hacen parte de esta zona homogénea los suelos de anfibolita presentes en los cerros El Volador y Nutibara.

Esta zona comprende gran parte del sector final de la cuchilla Loma Hermosa Blanquizal, que sirve de marco a la planicie aluvial. Presenta un relieve muy variable: Lomos redondeados e irregulares hacia los sectores norte y occidental; colinas bajas, suaves y redondeadas hacia el sector sur; y planicie hacia el sector suroriental.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 2:



Alcaldía de Medellín

ZONA 2	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
RESIDUAL DE NEIS	1	SKPn	18-40	Estación Centro de Control (ECC), Estación blanquizal (BLA)
		KPnl		
	2	SKPa	20	
		SKPn	20	
		KPnl	-	
	3	Qc	0-15	
		SKPa	5-30	
		KPaM	-	
	4	Qc	5	
		SKPa	20	
		SdA	20	
		KdA	-	
	5	Qc	0-10	
		SKPn	10-25	
		KPnl	-	
	6	Qff	5	
		SKPa	15	
		SKPa	10	
		SdA	30	
		KdA	-	
	7	Qfm	0-10	
		Qal	10-35	
		SKPn	0-15	
		KPnl	-	
	8	Qfm-Qfs	0-15	
		Qal	0-20	
		KPaM-KPnl	-	
	9	SKPa	35	
		SKPn	15	
		KPnl	-	
10	SKPa	20	Cubre un área muy pequeña, no es representativo	
	SdA	30		
	KdA	-		

Zona homogénea 3: Suroccidental

Esta zona se encuentra limitada al norte por la quebrada La Leonarda hasta la carrera 120 (coordenadas E = 828 611 m, N = 1 184 153 m), siguiendo por el límite del área urbana de la ciudad de Medellín. Continúa por la calle 47C hasta la carrera 102, cruzando diagonalmente hasta la calle 45 con carrera 99 (coordenadas E = 829 849 m, N = 1 183 900 m), y sigue aproximadamente por la quebrada la Hueso hasta la intersección de la calle 44C con la carrera 92 (coordenadas E = 830 539 m, N = 1 183 696 m). Al oriente se extiende desde la calle 44C con la carrera 92, cruza de norte a sur hasta la calle 33 con carrera 84 (coordenadas E = 830 599 m, N = 1 182 200 m), a partir de este punto se tiene un límite occidental por la carrera 81 (coordenadas E = 831 299 m, N = 1 182 100 m), hasta la diagonal 75B (coordenadas E = 831 577 m, N = 1 179 700 m). Cruza luego de norte a sur hasta la calle 1S (coordenadas E = 831 549 m, N = 1 179 000 m). Incluye toda la zona del Rodeo y continúa aproximadamente por la carrera 52 (Av. Guayabal) hasta la calle 12 A S (coordenadas E = 832 549 m, N = 1 177 250 m), después de la cual cruza hacia el occidente hasta el límite de la ciudad con el municipio de Itagüí.

La zona homogénea de granodiorita cubre parte del sector de San Javier con los barrios Antonio Nariño, El Salado, San Javier No. 1, Los Nuevos Conquistadores, La Independencia, Veinte de Julio, Belencito, Betania, El Salado y El Corazón. Del sector de La América comprende los barrios Campo Alegre, La Alborada, Santa Mónica, Santa Teresita, parte de El Danubio y Barrio Cristóbal. Del sector de Laureles cubre parte del barrio La Castellana. Adicionalmente, comprende parte del sector de Belén, Las Mercedes, Las Violetas, Nueva Villa del Aburrá, Los Alpes, Altavista, La Gloria, loma de Los Bernal, El Rincón, La Hondonada y parte de la Mota. Finalmente, del sector de Guayabal comprende los barrios El Rodeo, La Colina y el sector de Campos de Paz.

Los terrenos de esta zona están constituidos principalmente por suelos residuales de granodiorita del Stock de Altavista y en menor proporción por depósitos no consolidados del Cuaternario.

El relieve es variable, con colinas y lomos de tope redondeado hasta vertientes suaves. Se presentan también lomos amplios, con declives suaves hasta casi planos, modelados sobre los depósitos cuaternarios mencionados.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 3:

ZONA 3	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
RESIDUAL STOCK DE ALTAVISTA	1	Qc	5	
		SdA	30	
		KdA	-	
	2	Qff	5	
		Qal	5	
		SdA	15	
	3	KdA	-	
		Qff	5	
		Qfm	5	
		SdA	20	
	4	KdA	-	
		Qfm	5	
		Qal	5	
		SdA	20	
	5	KdA	-	
		Qfm-Qfs	15	
		SdA	30	
	6	KdA	-	
SdA		10-50	Estaciones Padre Manyanet (MAN) y Universidad de Medellín (UDM)	

Zona Homogénea 4: Flujos del sector occidental

La zona homogénea de depósitos aluviales finos al norte está limitada por la quebrada La Hueso hasta la carrera 71 (coordenadas E = 832 611 m, N = 1 183 504 m), baja hasta la circular 1ª (coordenadas E = 832 562 m, N = 1 182 539 m), continúa por la avenida Nutibara (transversal 39B), cruza aproximadamente en diagonal hasta la calle 29 con carrera 75 (coordenadas E = 832 028 m, N = 1 180 950 m), sigue por el sector de la clínica Las Américas, sin incluirla (coordenadas E = 832 175 m, N = 1 179 079 m), y cruza aproximadamente hasta la calle 2S con carrera 65A (coordenadas E = 832 726 m, N = 1 178 446 m). La zona homogénea 3 limita esta zona por los costados occidental y sur.

En el sector de La América comprende los barrios La Floresta, Los Pinos, La América, Simón Bolívar, parte de El Danubio y Barrio Cristóbal. Adicionalmente, en el sector Laureles Estadio, cubre los barrios El Velódromo, Florida Nueva, Lorena, Laureles, Las Acacias, gran parte de La Castellana y Bolivariana. En el sector de Belén, comprende los barrios El Nogal, Los Almendros, Mira Valle, Belén (Parque), La Palma, parte de San Bernardo, Las Playas, La Gloria, Diego Echavarría, y parte baja de La Mota. Finalmente en el sector de Guayabal una pequeña zona del Aeroparque Juan Pablo II y Cristo Rey.

Los terrenos de esta zona están constituidos principalmente por depósitos aluviales cubiertos por flujos maduros de espesor moderado a bajo (20 m a 5 m). El relieve de esta zona es de pendientes suaves.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 4:

ZONA 4	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACION ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
FLUJOS SECTOR OCCIDENTAL	1	Qc	5	
		Qfm-Qfs	5	
		SdA	20	
		KdA	-	
	2	Qfm	33-60	Estación Amigo Policía (POL)
		SdA	20	
		KdA	-	
	3	Qfm-Qfs	15	
		Qal	20	
		KdA	-	

Zona Homogénea 5: Depósitos aluviales finos (margen izquierda río Medellín)

Se encuentra limitada al norte por las Zonas Homogéneas 2, 3, y 4 al norte y al occidente. Está delimitada al sur por el municipio de Itagüí. Al oriente se extiende desde la intersección de la quebrada La Iguaña con la carrera 65 (coordenadas E = 833 696 m, N = 1 184 161 m) hasta la desembocadura de la quebrada La Hueso en el río Medellín (coordenadas E = 833 783 m, N = 1 183 226 m), por el cual sigue hasta el cerro Nutibara, excluyéndolo (coordenadas E = 834 005 m, N = 1 181 726 m). Continúa desde el extremo sur del cerro, por la carrera 55 (coordenadas E = 833 774 m, N = 1 181 286 m), paralela al Río Medellín, hasta el límite con Itagüí (coordenadas E = 833 109 m, N = 1 176 937 m), a una distancia de aproximadamente 400 m del río.

En el sector de San Javier comprende parte de los barrios Los Alcázares, San Javier No. 1 y No. 2, La Pradera, y del sector de la América cubre los barrios Calasanz, Santa Lucía y parte de Ferrini. A esta zona pertenecen además, barrios como Los Colores, Estadio, Cuarta Brigada, Unidad Deportiva Atanasio Girardot, Naranjal, San Joaquín, UPB, Conquistadores, parte de Carlos E. Restrepo, Suramericana, Bolivariana y Laureles. En el sector de Belén, los barrios Rosales, Fátima, Granada, la clínica Las Américas, parte de los barrios San Bernardo, Las Playas y Diego Echavarría. Se encuentran también en esta zona barrios del sector de Guayabal como Tenche, Trinidad, Santa Fe, Aeroparque Juan Pablo II, Campo Amor, California y parte de Cristo Rey.

La zona homogénea 5 se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales desarrollados por el río Medellín y algunos afluentes de su vertiente occidental, como la quebrada La Picacha y su afluente La Matea. En el sector suroriental de esta zona se

encuentran también los aluviones finos desarrollados por la quebrada La Mina, afluente de La Hueso, en el barrio Calasanz. Esta zona se caracteriza por un relieve plano y se encuentra totalmente ocupada por desarrollos urbanos.

El perfil estratigráfico del subsuelo en la zona está compuesto por una capa superficial de depósitos aluviales finos de aproximadamente 10,0 m de espesor total. Subyacente a este horizonte se encuentra el estrato aluvial grueso granular que se apoya sobre roca.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 5:

ZONA 5	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
ALUVIALES FINOS	1	Qal Fino	5-15	Estación San Joaquín (ISJ)
		Qal Gr.	20-120	
		KaM	-	
	2	Qal	25	
		Sam	10	
		Kam	-	
	3	Qal	10	
		SdA	20	
		KdA	-	
	4	Qal	10	
		SKPn	15	
		SKPn	-	

Zona Homogénea 6. Depósitos aluviales gruesos

Esta limitada al norte por la Zona Homogénea 1, al occidente por las Zonas 2 y 5, y al sur por los municipios de Itagüí y Envigado. Al oriente está delimitada por el río Medellín desde la calle 93 (coordenadas E = 835 241 m, N = 1 187 109 m) hasta la calle 67 (coordenadas E = 834 606 m, N = 1 184 795 m), cruzando hasta la calle 54 con carrera 51 (Bolívar) (coordenadas E = 835 149 m, N = 1 183 523 m), siguiendo hasta la intersección de la carrera 36 con la quebrada Santa Elena (coordenadas E = 836 405 m, N = 1 183 680 m); por esta quebrada continúa hasta la carrera 28A (coordenadas E = 836 916 m, N = 1 182 310 m), retorna a la calle 47 con la carrera 46 (Av. Oriental) (coordenadas E = 835 173 m, N = 1 182 675 m), luego se extiende por la carrera 43A (Av. El Poblado) hasta la calle 29 (Pintuco) (coordenadas E = 834 877 m, N = 1 180 580 m), y sigue por la carrera 43F hasta la calle 10 (coordenadas E = 834 309 m, N = 1 178 944 m). A continuación cruza hasta la calle 6S con carrera 48 (Av. Las Vegas) (coordenadas E = 834 007 m, N = 1 177 739 m), sigue por la avenida Las Vegas hasta la diagonal 47A (coordenadas E = 833 691 m, N = 1 176 503 m) y termina en la quebrada Zúñiga, límite con Envigado (coordenadas E = 833 691 m, N = 1 176 503 m).

Esta zona cubre en el sector de Castilla los barrios Terminal de Transporte, Caribe, Everfit, Cementerio Universal, parte de El Progreso y El Oleoducto, y del sector de Robledo la universidad Nacional. Comprende parte de la urbanización Carlos E. Restrepo, Suramericana y del sector de Guayabal los barrios Shellmar, Noel, parte de Tenche, Santa Fe, Cristo Rey y Guayabal. Igualmente, se extiende por el sector de La Candelaria incluyendo los barrios El Chagualo, San Benito, Estación Villa, La Candelaria, Boston, Corazón de Jesús, Guayaquil, Alpujarra, Calle Nueva, Centro de Exposiciones,

Perpetuo Socorro, parte del sector de San Diego, Caicedo y Colón. Del sector suroriental de la ciudad cubre los barrios Siderúrgica, Barrio Colombia, parte de Villa Carlota, Manila, parte baja de Astorga, Politécnico, Eafit, clínica Las Vegas, y parte de los barrios Manila, La Aguacatala, Santa María de los Ángeles y Los Almendros.

Los terrenos de esta zona están constituidos por los materiales que conforman la llanura aluvial del río Medellín, de relativa extensión, pero variable en profundidad y composición. En términos generales se puede decir que la composición del relleno aluvial en esta parte del valle varía de un depósito fino muy delgado en la parte superior, a uno grueso compuesto por gravas en matriz arenosa. Este depósito se encuentra recubriendo una roca metamórfica tipo neis anfibólico.

La morfología del área se encuentra enmascarada por el pavimento y las construcciones; se puede inferir un relieve plano, casi horizontal, correspondiente al amplio fondo del valle del río.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 6:

ZONA 6	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACION ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
ALUVIALES GRUESOS	1	Qal	10-100	Estación SENA Centro (SCE) Y Universidad EAFIT (UEA)
		KaM		
	2	Qal	30	
		KPaM-KPni	-	
	3	Qat	30	
		Qal		
		KPaM	-	
	4	Qc	0-10	
		Qal	30	
		KaM	-	
	5	Qc	0-5	
		Qff	0-15	
		Qal	5-15	
		KaM	-	

Zona Homogénea 7: Depósitos aluviales finos (sector oriental)

En el occidente y el sur está limitada por la Zona Homogénea 6. Al oriente parte desde el río Medellín por la carrera 57 (coordenadas E = 835 033 m, N = 1 186 582 m) hasta la calle 82 (coordenadas E = 835 596 m, N = 1 186 014 m), continúa aproximadamente por la carrera 51 (Bolívar) hasta la calle 62 (coordenadas E = 835 457 m, N = 1 184 210 m), de allí cruza hasta la carrera 49 con calle 58 (coordenadas E = 835 551 m, N = 1 183 723 m) y continúa hacia la carrera 40 (coordenadas E = 836 106 m, N = 1 183 200 m).

Comprende gran parte de Moravia, parte de Miranda, Parque Norte, Jardín Botánico, universidad de Antioquia y Sevilla. Adicionalmente, cubre parte de los barrios Jesús Nazareno, El Chagualo, San Vicente, Prado, Estación Villa y Villa Nueva.

La litología de esta zona se caracteriza por depósitos meteorizados finos de poco espesor que suprayacen depósitos aluviales blandos, sobre un relieve muy plano. Subyacente a estos sedimentos finos se encuentra el horizonte de depósitos aluviales grueso granuales, el cual se apoya sobre roca.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 7:

ZONA	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACION ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
AL. FINOS S. ORIENTAL	1	Qal	10-30	
		KaM	-	
	2	Qff	5-15	Estación Hospital Infantil (HIN)
		Qal	20	
		KaM	-	

Zona Homogénea 8: Suelos residuales de dunita parte baja

La zona homogénea 8 limita al norte con el municipio de Bello, al occidente y al sur con las Zonas Homogéneas 1, 6 y 7. Al oriente está delimitada aproximadamente por la carrera 49C hasta la quebrada Granizal (coordenadas E = 836 557 m, N = 1 188 590 m), continúa hacia la calle 103 con carrera 45 (coordenadas E = 836 906 m, N = 1 187 836 m), la cual sirve como frontera aproximada hasta la calle 84 (coordenadas E = 836 620 m, N = 1 186 047 m). A continuación se extiende hasta la calle 66D con carrera 36 (coordenadas E = 837 469 m, N = 1 183 969 m) y sigue hasta la intersección de la carrera 28A con la quebrada Santa Elena (coordenadas E = 836 986 m, N = 1 182 310 m).

En el sector de Santa Cruz comprende los barrios La Frontera, Pablo VI, Villa Niza, Santa Cruz, Moscú No. 1, La Rosa, y parte de los barrios Playón de los Comuneros, Andalucía, La Francia, y Villa del Socorro. En el sector de Aranjuez cubre los barrios Palermo, San Isidro, Berlín, Bermejál, Los Álamos, La Piñuela, Aranjuez, Las Esmeraldas, Brasilia, Campo Valdés No. 1, San Pedro, Manrique Central No. 1, y parte de Miranda y Moravia. Además, incluye del sector de Manrique los barrios Manrique Central No. 2 y parte de Campo Valdés No. 2, El Pomar y Manrique Oriental; del sector La Candelaria el barrio Prado y los Ángeles; y del sector de Villa Hermosa los barrios La Mansión, Villa Hermosa, San Miguel, Enciso, y parte de La Ladera, Sucre y el Batallón Girardot.

Los terrenos están constituidos en gran parte por dunitas y depósitos de ladera tipo flujos maduros. Las dunitas afloran en forma continua hacia el sector oriental, parte media baja de la vertiente; están fracturadas y en parte meteorizadas, y han desarrollado suelos residuales. También se encuentran depósitos aluviales conformando fajas de terreno discontinuas y relativamente estrechas.

La morfología de los terrenos refleja su constitución litológica. Sobre las dunitas se desarrollan vertientes desde moderadas hasta empinadas, en parte disectadas por corrientes enmarcadas por flancos escarpados. Los terrenos constituidos por depósitos tipo flujo maduro presentan relieves moderados hasta suaves y casi planos.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 8:



Alcaldía de Medellín

ZONA 8	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACION ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
ZONA BAJA COMUNA NORORIENTAL (S.R. DUNITA)	1	Qal-Qat	0-30	
		SuM-SaM	0-25	
		KuM-KaM	-	
	2	Qal-Qat	5-10	
		Qfm	0-5	
		SuM-SaM	20	
		KuM-KaM	-	
	3	Qc	0-15	
		Qfm	10-30	
		SuM	0-30	
		KaM-KuM	-	
	4	Qc	0-10	
		Qff	0-35	
		SuM	10-30	
		KuM-KuM	-	
	5	Qfm	5-15	
		SuM	10-25	
		KuM	-	
	6	Qc	5-15	
		Qat	0-15	
		SuM	5-25	
		KuM-KaM	-	
	7	Qff	5	
		Qfm	10	
		SuM	15	
		KuM-KaM	-	
	9	SuM	35-75	Estación CONFAMA de Aranjuez (COM)
		KuM-KaM	40	
		KaM	-	
	10	Qfm	40	Estación Colegio San José (CSJ)
		KaM	-	
	11	Qfm	90	Estación Villahermosa (EVH)
		KaM	-	
	12	Qc-Qat	26	Estación Solidaridad por Colombia (SOL)
		KaM	-	Poco representativo

Zona Homogénea 9: Suelos residuales de anfibolita

Al norte se tiene el límite con el municipio de Bello y al occidente la Zona Homogénea 8. Al oriente posee como límite aproximado la carrera 38C (coordenadas E = 837 808 m, N = 1 189 091 m) hasta calle 107F (coordenadas E = 837 514 m, N = 1 188 264 m), luego sigue por la carrera 37 hasta la calle 102C (coordenadas E = 837 429 m, N = 1 187 722 m), se extiende por la carrera 34 entre la calle 101 (coordenadas E = 837 667 m, N = 1 187 550 m) y calle 91 (coordenadas E = 837 582 m, N = 1 186 687 m), y sigue aproximadamente por la carrera 30 hasta más allá de la calle 67 (coordenadas E = 837 867 m, N = 1 183 983 m).

Comprende los barrios La Isla, parte de Playón de los Comuneros, La Francia, Andalucía y Villa del Socorro en el sector de Santa Cruz. En el sector de Popular los barrios Popular, Moscú No. 2, San Pablo, parte de Santo Domingo Savio No. 1, Granizal y Villa de Guadalupe. En el sector de Manrique La Salle, Las Granjas, Santa Inés de las Nieves, El Raizal, y parte de Campo Valdés No. 2, El Pomar, Manrique Oriental, Versalles No. 1 y Batallón Girardot.

En esta zona homogénea se presentan afloramientos de anfibolita, así como afloramientos puntuales de dunita, debido a que allí se encuentra la zona de contacto

entre estos dos tipos de roca. El relieve varía, según la constitución litológica de vertientes empinadas a moderadas.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 9:

ZONA 9	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
ZONA MEDIA COMUNA N.O. (S.R. ANFIBOLITA)	1	Qc	0-10	
		Qff	0-25	
		SaM	0-30	
		KaM	-	
	2	Qfm-Qfs	0-25	
		SuM	0-40	
		SaM-ScE	5-45	
		KaM-KcE	-	
	3	SuM-SuM	25	
		SCE	5	
		KcE	-	
	4	SKpa	10-30	Similar a Estación Alejandría (ALE)
		KPaM	-	

Zona Homogénea 10: Suelos residuales de dunita parte alta

Al norte limita con el municipio de Bello, al occidente las Zonas Homogéneas 8 y 9, al sur con la quebrada Santa Elena, y al oriente con la frontera urbana de la ciudad de Medellín.

La zona homogénea 10 cubre en el sector de Popular los barrios, La Avanzada, parte de Santo Domingo Savio No. 1 y No. 2, La Esperanza No.2, Carpinelo, Aldea Pablo VI, El Compromiso y parte de Granizal. En el sector de Manrique los barrios San José La Cima No. 1 y No. 2, María Cano Carambola, Bello Oriente, La Cruz, Versalles No. 2. Finalmente en el sector de Villa Hermosa los barrios Llanaditas, Los Mangos, El Pinal, 15 de Noviembre, La Libertad, Villa Tina, San Antonio, Villa Turbay, Villa Liliam, Santa Lucía, Las Estancias y parte del Batallón Girardot, La Ladera y Sucre.

Los terrenos de esta zona están constituidos predominantemente por dunitas muy fracturadas debido probablemente a efectos tectónicos, las cuales aparecen cubiertas en forma local por depósitos coluviales. En estos terrenos predominan los afloramientos de carácter rocoso como consecuencia del lavado por escorrentía de las capas de suelo, proceso favorecido por la fuerte pendiente y el escaso espesor o desarrollo de los mismos. Los suelos residuales de las dunitas se presentan en sectores localizados de relieve suave.

En las vertientes modeladas sobre las dunitas, caracterizadas por sus declives entre empinados y escarpados, se presentan formas típicas del relieve de la zona que corresponden a lomos o narices topográficas de extensión variable con topes desde suaves y redondeados hasta casi planos, flanqueados por laderas empinadas. Estos aparecen a manera de peldaños o escalones colgados sobre estas vertientes.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan esta la homogénea 10:



Alcaldía de Medellín

ZONA 10	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
ZONA ALTA COMUNA N.O.	1	Qc	0-15	
		Qff	0-30	
		SuM	10-30	
		KuM-KuM	-	
	2	Qc	5	
		Qff	5	
		ScE	20	
		KcE	-	
	3	SuM	5	Estación Villatina (EVT)
		KuM	51	
		KaM	-	
	4	Qc	10	Estación La Montaña (EMO)
		SuM-KuM	22	
KaM		-		

Zona Homogénea 11: Margen izquierda de la quebrada Santa Elena

La zona homogénea 11 limita al norte con las Zonas Homogéneas 6 y 10. Al occidente parte de la intersección de la quebrada Santa Elena con la carrera 28A (coordenadas E = 836 916 m, N = 1 182 310 m) y cruza hasta la calle 45 con carrera 24 (coordenadas E = 836 901 m, N = 1 181 525 m), se extiende desde la calle 49 con carrera 17B (coordenadas E = 837 686 m, N = 1 181 642 m) hasta el límite del área urbana de la ciudad (coordenadas E = 837 763 m, N = 1 180 194 m).

Comprende lo barrios Alejandro Echavarría, Barrio de Jesús, Juan Pablo II y parte de Miraflores, Los Cerros, El Vergel y Bomboná No. 2.

Los terrenos de la zona están constituidos en su mayor parte por depósitos de vertiente y gabros. Los depósitos de vertiente son del tipo flujo de escombros, con bloques de diorita y anfibolita altamente meteorizados; se presentan en forma discontinua sobre la vertiente y se extienden hasta las márgenes de la quebrada Santa Elena, donde cubren otros depósitos de carácter aluvio torrencial desarrollados por esta corriente. Los gabros afloran hacia las partes altas de la zona conformando vertientes de carácter saprolítico.

El sector se caracteriza por una morfología suave a moderada, algo ondulada, conformada por una serie de lomos amplios y redondeados separados por vertientes de declive suave.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 11:

ZONA 11	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACIÓN ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
BUENO SAIRES	1	Qff	0-15	Estación Liceo U. de Medellín (LIC)
		Qfm	10-30	
		KgD-KdA	-	

Zona Homogénea 12: Transición suelos residuales de gabro y anfibolita

Esta limitada al norte y occidente por la Zona Homogénea 6, al oriente por la Zona Homogénea 11 y el límite del área urbana de la ciudad de Medellín. Al sur se encuentra

limitada aproximadamente por la quebrada La Poblada (coordenadas E = 837 226 m, N = 1 178 479 m) hasta la carrera 43A (coordenadas E = 834 841 m, N = 1 178 887 m), cruzando luego hasta la carrera 43F con calle 14 (coordenadas E = 834 564 m, N = 1 179 327 m).

En el sector de La Candelaria comprende los barrios Las Palmas, Bomboná No. 1, parte de San Diego y Colón; en el sector de Buenos Aires los barrios Gerona, El Salvador, Buenos Aires, La Milagrosa, Cataluña, Bomboná No. 2, La Asomadera No. 1, No. 2 y No. 3, Loreto, Seminario, parte de Miraflores, Caicedo, El Vergel, Los Cerros, y en el sector del Poblado los barrios Castropol, Lalinde, parte de Barrio Colombia, Villa Carlota, Altos del Poblado, Las Lomas No. 1 y No. 2.

Los terrenos de la zona están constituidos en su mayoría por gabros del Stock de San Diego y en menor proporción por anfibolitas y depósitos de vertiente del tipo coluvión. Los gabros afloran en forma extensa hacia los sectores central y oriental, presentan profunda meteorización con desarrollo de suelos residuales de carácter limo arcilloso. Las anfibolitas afloran hacia los sectores norte y occidental donde hacen parte de techos colgantes que reposan sobre los gabros; éstas se encuentran igualmente meteorizadas con desarrollo de suelos limosos de relativo poco espesor. Cubriendo muy localmente los contactos entre estas rocas, se encuentran coluviones.

Morfológicamente los terrenos de la zona corresponden al lomo y los flancos de la cuchilla El Seminario, caracterizada en esta parte de su nivel medio por la amplitud y desarrollo, con pendientes desde moderadas a suaves, con lomos y colinas de tope redondeado.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 12:



Alcaldía de Medellín

ZONA	PERFIL	TIPO DE	VARIACIÓN	OBSERVACIONES
12	No.	SUELO	ESPESORES (m)	
TRANSICIÓN ANFIBOLITA-GABRO	1	Qc	0-5	
		Qff	5-10	
		SgD	10-20	
		KgD-KdA	-	
	2	Qfm	5-10	
		SgD	10-20	
		KgD-KdA	-	
	3	Qc	0-5	
		SaM	15-25	
		SgD	10-20	
		KgD-KdA	-	
	4	Qc	0-5	
		SgD	5-36	
		KgD	-	
	5	Qff	10-20	
		KaM-KgD	-	
	6	Qff	1-6	
		Qfm-Qfs	7-15	
		SgD	3-17	
		KgD	-	
	7	Qff	2-17	
		SgD	6-39	
		KgD	-	
	8	Qfm	6-15	
		Qal	1-5	
		SgD	15	
		KgD	-	
	9	Qfm-Qfs	3-7	
		SaM	10-15	
		SgD	10-20	
		KgD	-	
	10	Qfm-QfS	2-32	
		SgD	5-30	
		KgD	-	
	11	Qfr	10	
		KgD	-	
12	SaM	15-30		
	SgD	10-30		
	KgD	-		
13	SgD	10-50	Estación Seminario Mayor (SEM)	
	KgD	-		
14	Qff	10		
	SgD	35		
	KgD	-		

Zona Homogénea 13: Flujos parte alta de El Poblado

Esta zona está limitada al norte por la Zona Homogénea 12, y al sur por la quebrada Zúñiga. Al occidente parte de la calle 12 con carrera 43A (coordenadas E = 834 841 m, N = 1 178 887 m) y cruza hasta la calle 10 con la carrera 38 (coordenadas E = 835 112 m, N = 1 178 589 m), se extiende hasta la calle 5A con carrera 43A (coordenadas E = 834 648 m, N = 1 178 147 m), siguiendo por ésta hasta la calle 1S y sigue hacia la carrera 43; a partir de la calle 5S (coordenadas E = 834 714 m, N = 1 177 343 m), continúa paralela a la carrera 43A (Av. El Poblado) a una distancia aproximada de 350 m con respecto a esta vía, hasta la quebrada Zúñiga, límite con Envigado (coordenadas E = 834 448 m, N = 1 175 355 m).



Comprende los barrios El Tesoro, La Florida, Alejandría, Los Naranjos, Los Balsos, Los Mangos y parte de Las Lomas No. 1 y No. 2, Altos del Poblado, Loma de Los Balsos, El Castillo y El Diamante.

Los terrenos de la zona están constituidos por depósitos de vertiente del tipo flujo y por suelos residuales de anfibolita. Gran parte de los depósitos aparecen profundamente meteorizados, con desarrollo de una sobrecapa de suelo residual de espesor importante, rasgo que con la morfología de la zona es un indicio claro de la madurez del relieve y la antigüedad de los depósitos mencionados.

La morfología dominante en la zona es de vertientes con declives desde moderados hasta empinados; este último rasgo es más notorio hacia los flancos de las corrientes que la drenan. Dentro de este relieve de vertientes se reconocen algunos lomos estrechos modelados sobre suelos residuales de las anfibolitas.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan la zona homogénea 13:



Alcaldía de Medellín

ZONA 13	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACION ESPEORES (m)	OBSERVACIONES	
POBLADO - PARTE ALTA	1	Qc	5-10		
		Qff	5-15		
		SaM	0-20		
		KaM	-		
	2	Qc	5		Cubre un área muy pequeña, no es representativo
		Qff	10		
		SuM	10		
		SuM	10		
		KaM	-		
	3	Qfm	10-20		
		Qal	15		
		KaM	-		
	4	Qc	0-5		
		Qfm-Qfs	10-25		
		SaM	10-15		
		KaM	-		
	5	Qfm	0-5		
		SuM	0-5		
		KuM	10		
		KaM	-		
	6	Qc	10		
		SaM	10		
		KaM	-		
	7	Qff	2-15		
		Qfm-Qfs	2-32		
		SaM	2-16		
		KaM	-		
	8	Qff	15		
		SaM	10-30		
		KaM	-		
	9	Qfm	15		
		Qal	5		
		SaM	10		
		KaM	-		
	10	Qfm-QfS	20-30		
		SaM	10		
		KaM	-		
	11	SaM	20-40		
		KaM	-		
	12	Qfm-QfS	15		
		SuM	10-20		
		KuM	10-30		
KaM		-			
13	Qff	10-20			
	SaM	10-30			
	KaM	-			
14	QLL	5		Estación El Tesoro (EET)	
	Qfm	17			
	SaM	23			
	KaM	-			
15	Qfm-Qfs	25-35		Estación ISA (ISA)	
	KaM	-			

Zona Homogénea 14: Flujos parte baja de El Poblado

Limitada por las Zonas Homogéneas 6, 12, 13 y al sur por la quebrada Zuñiga, que separa a Medellín de Envigado.

Comprende el parque de EL Poblado, y parte de los barrios Manila, Astorga, Patio Bonito, La Aguacatala, Loma de Los Balsos, Santa María de los Ángeles, El Castillo, Los Almendros y El Diamante.

Desde el punto de vista geológico en esta zona predominan depósitos meteorizados y recientes, sobre un relieve de pendientes moderadas. Estos depósitos de vertiente cubren los depósitos aluviales del río Medellín y sus afluentes del sector.

A continuación se presentan los perfiles típicos que caracterizan esta la homogénea 14:

ZONA 14	PERFIL No.	TIPO DE SUELO	VARIACION ESPESORES (m)	OBSERVACIONES
POBLADO - PARTE BAJA	1	Qff	10-30	
		Qal	10-20	
		KaM		
	2	Qff	2-25	
		Qfm	2-25	
		Qal	10	
		KaM		
	3	Qfr	5	
		Qff	10	
		Qal	15	
		KaM		
	4	Qfr	5	
		Qff	5	
		Qfm	10	
		Qal	10	
		KaM		

NOTA:

Las construcciones y edificaciones de cualquier índole que se levanten en la ciudad de Medellín, deberán diseñarse y construirse, dependiendo de la zona en la cual se encuentren, acogiendo para tal efecto el espectro para los sismos de servicio (fracción de amortiguamiento crítico del 2%) y de diseño (fracción de amortiguamiento crítico del 5%), de acuerdo con el espectro generalizado de la Figura 0 y con los coeficientes espectrales de la Tabla 0, relacionados también en el plano anexo.

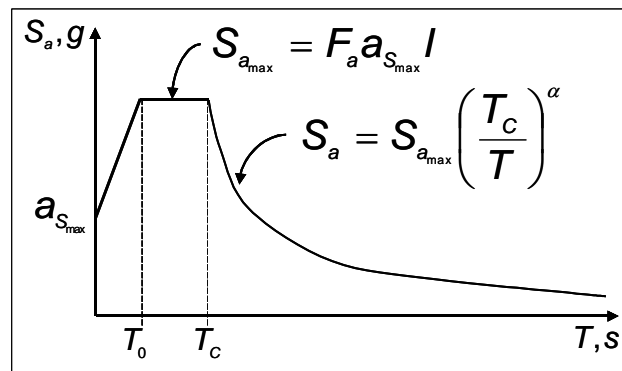


Figura 0. Espectro generalizado



Alcaldía de Medellín

Zona Homogénea	Sismo de control de daños						Sismo de diseño					
	a_{Smax}	F_a	$S_{amax/l}$	T_0	T_C	α	a_{Smax}	F_a	$S_{amax/l}$	T_0	T_C	α
1	0.05	4.50	0.23	0.10	0.50	1.43	0.27	2.60	0.70	0.10	0.60	1.34
2	0.08	2.80	0.22	0.10	0.30	1.17	0.34	2.35	0.80	0.10	0.40	1.17
3	0.07	3.57	0.25	0.10	0.50	1.48	0.30	2.66	0.80	0.20	0.70	1.52
4	0.05	3.60	0.18	0.10	0.60	1.46	0.23	2.17	0.50	0.10	0.65	1.22
5	0.06	3.66	0.22	0.10	0.50	1.42	0.20	3.00	0.60	0.10	0.60	1.26
6	0.05	2.81	0.14	0.10	0.40	1.11	0.20	2.50	0.50	0.10	0.50	1.07
7	0.06	3.66	0.22	0.10	0.50	1.42	0.20	3.00	0.60	0.10	0.60	1.26
8	0.08	2.25	0.18	0.10	0.65	1.52	0.23	2.40	0.55	0.10	0.75	1.37
9	0.06	3.75	0.23	0.10	0.40	1.31	0.26	2.70	0.70	0.10	0.55	1.28
10	0.09	2.78	0.25	0.10	0.40	1.35	0.38	2.10	0.80	0.10	0.50	1.29
11	0.06	3.75	0.23	0.10	0.50	1.43	0.26	2.88	0.75	0.10	0.65	1.43
12	0.06	4.16	0.25	0.10	0.65	1.67	0.26	3.07	0.80	0.15	0.70	1.52
13	0.06	4.16	0.25	0.10	0.40	1.35	0.26	3.07	0.80	0.10	0.50	1.29
14	0.05	2.81	0.14	0.10	0.50	1.23	0.20	3.00	0.60	0.10	0.55	1.21

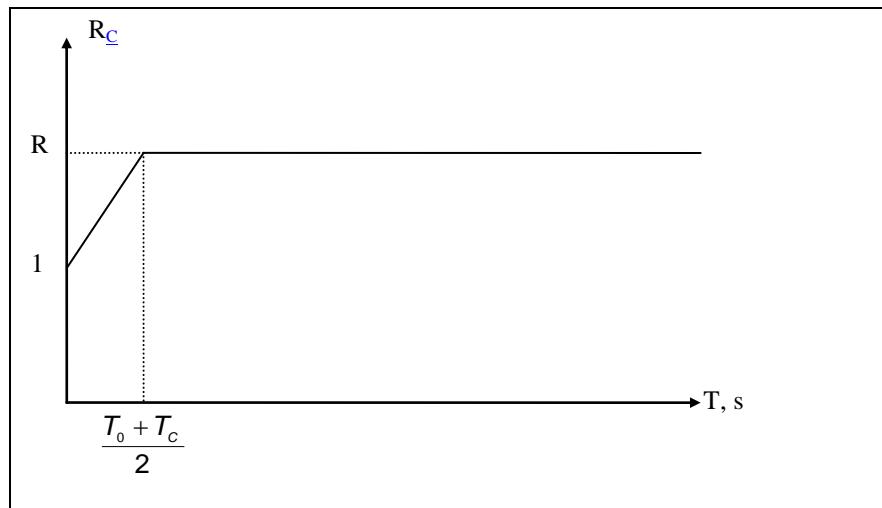
Tabla 0. Coeficientes espectrales para los sismos de control de daños y de diseño

NOTAS:

Con el fin de aplicar los espectros de diseño y de servicio, con sus correspondientes coeficientes espectrales de que trata en el presente artículo, se hacen las siguientes aclaraciones y precisiones adicionales:

1. Todos los espectros son la respuesta a la señal en la superficie del terreno.
2. Todos los espectros son válidos solamente hasta un período máximo de cuatro segundos.
3. Cada una de las zonas en que se ha dividido la ciudad de Medellín involucra un valor diferente de a_{Smax} , que corresponde a la aceleración máxima esperada en la superficie del terreno para dicha zona.
4. Para los efectos de amenaza sísmica, cuando ésta se referencia en la Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios, Medellín se sigue considerando como ubicada en una zona de amenaza sísmica intermedia aún cuando se presenten aceleraciones máximas del terreno superiores a 0,20 g.
5. Aquellos casos en que las normas de construcción sismo resistente contenidas en la Ley 400 de 1997, en sus decretos reglamentarios y demás normas que las desarrollen o complementen, hagan referencia al valor de A_a , se tomará para la ciudad de Medellín, en su reemplazo, los valores de a_{Smax} de la zona homogénea correspondiente.

6. El coeficiente de disipación de energía R que se debe emplear con el espectro tiene un valor R_c , que varía linealmente entre uno, para período igual a cero, y el valor prescrito R ($R=f(\phi_a, \phi_p, R_o)$), en las normas de construcción sismo resistente contenidas en la Ley 400 de 1997 y en sus decretos reglamentarios y demás normas que las desarrollen o complementen, para períodos iguales o mayores que $(T_o + T_c)/2$, como muestra la figura siguiente.



Variación del coeficiente de disipación de energía R

El valor de R_c está descrito por la ecuación:

$$R_c = 1 + \left[(R - 1) \frac{2T}{T_o + T_c} \right] \leq R$$

7. En las zonas donde se identifiquen rellenos artificiales con espesores superiores a 5m debe definirse un espectro de diseño de acuerdo con lo establecido en el artículo cuarto del presente decreto.
8. En los límites entre zonas se debe establecer una franja de transición de 125 m, a cada lado del límite. En esta franja de transición se debe tomar, dependiendo del período de vibración de la edificación y del estudio geotécnico respectivo, la aceleración de diseño y servicio más exigente que resulte de los espectros correspondientes a las zonas adyacentes, a menos que se realice un estudio geotécnico detallado como se reglamenta en el Artículo cuarto del presente decreto.
9. En zonas inestables o declaradas como tal por el Municipio, no son válidos los espectros de la microzonificación sísmica de Medellín, y los estudios geotécnicos se

deben ajustar a las recomendaciones del numeral A.2.4.1.6 de la ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios.

10. Para efectos de requisitos especiales que deben cumplir las estructuras en función del tipo de perfil de suelo en que estén ubicadas, tal como lo define la ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios, cada edificación deberá asignarse al tipo de perfil de suelo, definido en el Título A del Decreto 926 de la ley, a que corresponda según el estudio geotécnico que se realice y no según al mapa de microzonificación sísmica.