s

CONTROL DE CAMBIOS

ENTREGA DE INFORMES	ENTIDAD	Unidades
Original		
Copia No 1		
Copia No 2		
Copia No 3		
Copia No 4		

CAMBIOS REALIZADOS

Versión	Cambios realizados respecto a la versión anterior	Fecha
2		
3		
4		
5		

APROBACIÓN CAMBIOS

Versión	Realizó	Revisó	Aprobó	Observaciones	Fecha
1					
2					
3					
4					
5					

CLASIFICADO

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

CONSORCIO IGR-TCI

Carrera 45A 51-18

BOGOTÁ, COLOMBIA.

ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA EN LOS ESCENARIOS DE LADERA Y ALUVIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 795-2008

INFORME FINAL

ORIGINAL

JULIO DE 2009

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FOPAE

TITULO:

ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA EN LOS ESCENARIOS DE LADERA Y ALUVIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

AUTOR:

CONSORCIO IGR – TCI

RESUMEN:

Este informe contiene los procesos, resultados y conclusiones de las labores de campo, correspondientes a los barrios San Jacinto, Bosa La independencia, Bosa San Bernardino y Cerro Norte.

Finalmente los resultados de la etapa de diagnostico general del proyecto, a saber: Conclusiones, recomendaciones y lineamientos para la elaboración de una cartilla tendiente a la reducción de la vulnerabilidad en las zonas de aluvial y de ladera.

PALABRAS CLAVES:

VULNERABILIDAD, BOGOTÁ, ALUVIAL, LADERA

TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE:

RIESGO, VULNERABILIDAD, PATOLOGÍA, VIVIENDA DE AUTOCONSTRUCCIÓN.

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:	**CONTRATO:**	**IDIOMA:**	**NUMERO DE PAGINAS:**	**NUMERO DE COPIAS:**
CLASIFICADO	No:795-2008	ESPAÑOL	295	**3**

Nota Especial: De acuerdo con el artículo 20 de la Ley 23 de 1982, los Derechos de Autor pertenecen al FOPAE. La solicitud de reproducir éste documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al Director del FOPAE.

RESUMEN

Este informe contiene los procesos, resultados y conclusiones de las labores de campo, correspondientes a los barrios San Jacinto, Bosa La independencia, Bosa San Bernardino y Cerro Norte.

Finalmente los resultados de la etapa de diagnostico general del proyecto, a saber: Conclusiones, recomendaciones y lineamientos para la elaboración de una cartilla tendiente a la reducción de la vulnerabilidad en las zonas de aluvial y de ladera.

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 30

2 RELACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE UTILIZADA EN EL ESTUDIO 32

3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 34

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 34

3.2 PROCEDIMIENTO 35
3.2.1 Fase 1 35
3.2.2 Fase 2 36
3.2.3 Fase 3 37
3.2.4 Fase 4 42
3.2.5 DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA EL MANUAL 42
3.2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42

4 EVALUACIÓN DE LAS ZONAS PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ZONAS ESPECÍFICAS. 43

4.1 ASPECTOS GENERALES 43

4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS DE ESTUDIO 43
4.2.1 Barrio San Bernardino y La Independencia II, Localidad Bosa. 43
4.2.2 BILBAO, LOCALIDAD: SUBA. 46
4.2.3 BARRIO CERRO NORTE, LOCALIDAD DE USAQUÉN 48
4.2.4 BARRIO CARACOLÍ, LOCALIDAD: CIUDAD BOLÍVAR. 51
4.2.5 BARRIÓ SAN JACINTO, LOCALIDAD: SAN CRISTÓBAL 54

4.3 ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS Y SELECCIÓN DE SITIOS 57

5 ANÁLISIS DE LAS ZONAS ESPECÍFICAS 59

5.1 GENERALIDADES 59
5.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO Y DE LAS VIVIENDAS Y METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN DE LAS VIVIENDAS, QUE CONTARON CON LA AUTORIZACIÓN DE SUS HABITANTES. 59

5.2 BARRIO CERRO NORTE 60
5.2.1 ASPECTOS POLÍTICOS ENTORNO E HISTORIA 60
5.2.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS 61
5.2.3 CLIMA 63
5.2.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 70
5.2.5 ASPECTOS GEOTÉCNICOS 73
5.2.6 INSPECCIÓN PATOLÓGICA GENERAL DEL SECTOR 76
5.2.7 TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL SECTOR 85
5.2.8 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO 90

5.3 BARRIO SAN JACINTO 92
5.3.1 ASPECTOS POLÍTICOS ENTORNO E HISTORIA 92
5.3.2 CLIMA 94
5.3.8 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 100
5.3.9 ASPECTOS GEOTÉCNICOS 108
5.3.10 INSPECCIÓN PATOLÓGICA GENERAL DEL SECTOR 112
5.3.11 TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL SECTOR 119

5.3.12 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO: 128
5.4 BARRIO LA INDEPENDENCIA SAN BERNARDINO 130
5.4.1 ASPECTOS POLÍTICOS ENTORNO E HISTORIA 130
5.4.2 Aspectos Socioeconómicos 134
5.4.3 CLIMA 136
5.4.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 137
5.4.1 ASPECTOS GEOTÉCNICOS 141
5.4.2 INSPECCIÓN PATOLÓGICA GENERAL DEL SECTOR 150
5.4.3 TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL SECTOR 161
5.4.4 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO: 168
6 RESULTADOS PRELIMINARES DE LA ETAPA DE DIAGNOSTICO GENERAL DEL PROYECTO 169
7 CONCLUSIONES DE LA PARTE SOCIAL 171
8 CONCLUSIONES DEL TRABAJO GEOTÉCNICO Y TOPOGRÁFICO 176
8.1 Cerro Norte 176
8.2 San Jacinto 177
8.3 Bosa Independencia San Bernardino 178
9 REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA DE LAS VIVIENDAS 179
10 REVISIÓN ARQUITECTÓNICA DE LAS VIVIENDAS 195
11 SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS 196
11.1 Sistemas de cimentación 198
11.2 Sistemas de mampostería 200
11.3 Irregularidades estructurales 205
11.4 Comportamiento estructural 206
11.4.1 Viviendas ubicadas en ladera y aluvial 214
11.4.2 Comportamiento estructural de viviendas en zonas de ladera 215
11.4.3 Comportamiento estructural de viviendas en zonas aluviales 215
12 MATERIALES EMPLEADOS 216
13 PROVEEDORES DE MATERIALES 225
14 PRUEBAS EN VIVIENDAS Y ENSAYOS EN LABORATORIO. 227
14.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO 228
14.2 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS 237
15 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS 249
16 LESIONES PATOLÓGICAS 259
17 POSIBLES CONSECUENCIAS SI NO SE INTERVIENEN LAS VIVIENDAS. 262
17.1 LA ESCALA DE MAGNITUD DE RICHTER 269
17.2 LA ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI 269

17.3 MEDIDAS QUE SE PUEDEN TOMAR PARA REDUCIR LAS CONSECUENCIAS DE UN SISMO. 270
17.4 OTROS EVENTOS NATURALES 271
17.4.1 INUNDACIONES 272
17.4.2 FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA 275
18 LINEAMIENTOS PARA EL CONTENIDO DE LA CARTILLA. 278
18.1 Introducción de la cartilla 279
18.2 Amenazas y eventos naturales en los sectores estudiados 279
18.3 Ubicación de la vivienda 280
18.4 Descripción de los Materiales Empleados 280
18.5 Conformación de la Vivienda 281
18.6 Patologías Constructivas y Lesiones 281
18.7 Revisión secuencial y evaluación de la vivienda 281
18.8 Ensayos y pruebas practicados en las viviendas 284
18.9 Recomendaciones 284
18.10 Glosario 285
19 DILIGENCIAMIENTO VOLUNTARIO DE AUTOEVALUACIÓN DE LA VIVIENDA 286
20 VISITA TÉCNICA PARA INTERVENCIÓN DE LAS VIVIENDAS 288
21 RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO 289
22 BIBLIOGRAFÍA 294

ÍNDICE DE ANEXOS

	Tomo	Pagina
Anexo I	II	296
Anexo II	II	359
Anexo III	II	364
Anexo IV	II	366
Anexo V	II	380
Anexo VI	II	384
Anexo VII	III	401
Anexo VII	IV	574
Anexo VII	V	775
Anexo VII	VI	966
Anexo VII	VII	1138
Anexo VII	VIII	1331
Anexo VIII	IX	1501
Anexo IX	X	1614
Anexo IX	XI	1806
Anexo IX	XII	1965
Anexo X	XIII	2058
Anexo X	XIV	2259
Anexo X	XV	2460
Anexo XI	XVI	2568
Anexo XII	XVII	2761

	Tomo	Pagina
Anexo XII	XVIII	2780
Anexo XII	XIX	2803
Anexo XIII	XX	2827
Anexo XIV	XXI	2838

DESCRIPCIÓN DE LOS ANEXOS

Anexo I Esquema de cartilla propuesto

Anexo II Glosario de ensayos y pruebas

Anexo III Descripción de ensayos y pruebas de laboratorio

Anexo IV Fichas para la caracterización de las zonas de estudio

Anexo V Casas que formaron parte del estudio

Anexo VI Resumen de tabulación

Anexo VII Fichas descripción de vivienda

Anexo VIII Registro fotográfico pruebas en viviendas y tabla resumen ensayos de laboratorio

Anexo IX Fichas de campo aplicadas en la zona estructural y patológica

Anexo X Fichas de campo aplicadas en la zona fichas de levantamiento arquitectónico

Anexo XI Fichas de campo aplicadas en la zona encuestas a propietarios y maestros de obra

Anexo XII Planos de levantamiento arquitectónico

Anexo XIII Levantamiento topográfico

Anexo XIV Resultados de ensayos de laboratorio

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 MATRIZ DE ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS..... 57
Tabla 5-1 listado de barrios de la UPZ San Cristóbal Norte Localidad Usaquén..... 60
Tabla 5-2 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm) 64
Tabla 5-3 Elementos de Clima Estación Planta Wiesner 64
Tabla 5-4 Ecuación IDF Estación Serrezuela- EAAB E.S.P 64
Tabla 5-5 Ecuación IDF Estación El Contador - EAAB E.S.P..... 64
Tabla 5-6 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno y duración..... 65
Tabla 5-7 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm) 69
Tabla 5-8 Ecuación IDF Estación La Picota - EAAB E.S.P..... 69
Tabla 5-9 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno y duración..... 69
Tabla 5-10 Valores Máximos y Mínimos en Ensayos, Barrio Cerro Norte..... 91
Tabla 5-11 Listado de barrios de la UPZ los libertadores Localidad San Cristóbal 92
Tabla 5-12 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm) 94
Tabla 5-13 Precipitación media mensual multianual (mm) Series corregidas al periodo 1941-200594
Tabla 5-14 Valores de precipitación media para diferentes recurrencias..... 96
Tabla 5-15 Elementos de Clima Estación Vitelma 98
Tabla 5-16 Ecuación IDF Estación Juan Rey - EAAB E.S.P 98
Tabla 5-17 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno y duración..... 99
Tabla 5-18 Valores Máximos y Mínimos en Ensayos, Barrio San Jacinto.....129
Tabla 5-19 Barrios Localidad Bosa.....130
Tabla 5-20 UPZ de la localidad de Bosa.....133
Tabla 5-21 Información general de la localidad de Bosa.....133
Tabla 5-22 Equipamientos. Bogotá, D.C., 2002 135
Tabla 5-23 Suelo urbano, Bogotá, D.C., 2002 136
Tabla 5-24 Valores Máximos y Mínimos en Ensayos, Bosa San Bernardino y Bosa La Independencia 168
Tabla 9-1 Tipos Estructurales.....181
Tabla 11-1 Sistemas de Mampostería permitidos por Zona de Amenaza Sísmica NSR98. 197
Tabla 11-2 Columnas por piso en cada sector.....202
Tabla 11-3 Columnas por Piso 203
Tabla 11-4 Presencia de Voladizos y empleo de Ménsulas en los mismos. 206
Tabla 11-5 Relación ancho largo de las viviendas 206
Tabla 11-6 Zonas de Amenaza Sísmica vs Capacidad de Disipación de Energía, NSR 98. 208
Tabla 11-7 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS DEL BARRIO SAN JACINTO.....210
Tabla 11-8 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS BARRIO LA INDEPENDENCIA Y SAN BERNARDINO. 211
Tabla 11-9 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS BARRIO CERRO NORTE.....212

Tabla 11-10 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS DEL ESTUDIO, RESUMEN. 212
Tabla 12-1 NSR-98 C.3-1 y C.3-2 222
Tabla 12-2 Comparación del Costo del Concreto con Arena lavada vs Arena Contaminada 225
Tabla 14-1 Ensayos de Laboratorio. 227
Tabla 14-2 Resultados de Ensayos, San Jacinto 228
Tabla 14-3 Resultados de Ensayos, Cerro Norte 229
Tabla 14-4 Resultados de Ensayos, Bosa La Independencia y San Bernardino. 230
Tabla 14-5 Resultados de Ultrasonido para Cerro Norte. 230
Tabla 14-6 Resultados de Ultrasonido para Bosa. 231
Tabla 14-7 Resultados de Ultrasonido para San Jacinto. 231
Tabla 14-8 Resultados de Esclerómetro, San Jacinto. 232
Tabla 14-9 Resultados de Esclerómetro, Bosa. 233
Tabla 14-10 Resultados de Ensayo a tensión Varilla ½" 234
Tabla 14-11 Resultados de Ensayo a Tensión Varilla de 5/8" 236
Tabla 14-12 Rango de Resistencia. 238
Tabla 14-13 Clasificación de la calidad del hormigón por medio de la velocidad de onda según Leslie y Cheesman. 240
Tabla 14-14 NSR- C.4-2. 241
Tabla 14-15 Dosificación de Concretos, según Maestros de Obra. 241
Tabla 14-16 Diseño de Mezcla 242
Tabla 14-17 Comparativo de diseños de Mezcla. 242
Tabla 14-18 Comparativo de diseños de Mezcla 244
Tabla 17-1 Sistemas Permitidos de Acuerdo a la Zona de Amenaza Sísmica. 268
Tabla 17-2 Descripción Subjetiva de la Escala de Richter. 269
Tabla 17-3 Escala de MERCALLI. 269
Tabla 19-1 Calificación de La Vulnerabilidad de Viviendas de Acuerdo al Formulario propuesto. ..287

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Vista Satelital del sector San Bernardino: Fuente Google earth 44
Figura 4-2 Geología del sector de estudio Bosa Independencia fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS 44
Figura 4-3 Viviendas típicas en el sector 45
Figura 4-4 Viviendas habitadas sin terminar 45
Figura 4-5 Vista aérea del barrio Bilbao suba fuente Google earth 46
Figura 4-6 Geología del sector de estudio Suba Bilbao fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS 46
Figura 4-7 Viviendas Típicas Bosa 47
Figura 4-8 Viviendas típicas en el sector Bilbao 48
Figura 4-9 Vista aérea del barrio Cerro Norte Usaquén. Fuente Google earth 49
Figura 4-10 Detalle de edificaciones en pendiente 49
Figura 4-11 Geología del sector de estudio Cerro Norte Usaquén fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS 50
Figura 4-12 Detalle cimentación en pendiente 50
Figura 4-13 Viviendas típicas en el sector Cerro Norte 51
Figura 4-14 Vista aérea del barrio Caracolí Ciudad Bolivar fuente Google earth 52
Figura 4-15 Geología del sector de estudio Caracolí Ciudad Bolívar fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS 53
Figura 4-16 Viviendas típicas en el sector Caracolí 53
Figura 4-17 Vista aérea del barrio San Jacinto Ciudad San Cristóbal Fuente Google earth 54
Figura 4-18 Ubicación del Barrio a las zonas de ronda quebrada chiguaza fuente EAAB 55
Figura 4-19 Geología del sector de estudio san Jacinto san Cristóbal fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS 55
Figura 5-1 División Política de la UPZ San Cristóbal Norte Fuente Plano localidad Usaquén alcaldía Local 2006 61
Figura 5-2 Graficas de viviendas localidad de Usaquén Fuente Boletín Censo general 2005 DANE 62
Figura 5-3 Distribución de edificaciones en el cerro Fuente Google Earth 63
Figura 5-4 Variación espacial de precipitación fuente (INGEOCIM 1998) 66
Figura 5-5 Precipitación distribución interanual del área 66
Figura 5-6 Curva IDF estación Zerrezuela 67
Figura 5-7 Curva IDF estación Contador 68
Figura 5-8 Geología regional tomada del Mapa geológico del cuadrángulo K11, Zipaquira. INGEOMINAS 1975. 71
Figura 5-9 Perfil Geológico, Tomado del Cuadrángulo K-11, zipaquira. Coincide aproximadamente a la altura de la zona. 71
Figura 5-10 Detalle de los depósitos superficiales tipo Arcilla limosa color gris 74
Figura 5-11 Variación de consistencia con el cambio de humedad capa superficial Cerro Norte 74
Figura 5-12 Detalle de los depósitos subyacentes a la capa superficial (residuales y coluvial) Cerro Norte 75
Figura 5-13 Detalle de la roca aflorante en diferentes sitios Cerro Norte 75

Figura 5-14 Estado de la vía principal Cerro Norte en diferentes puntos 76
Figura 5-15 Estado vías secundarias Cerro Norte 77
Figura 5-16 Escaleras vías secundarias 77
Figura 5-17 Vías secundarias sin estructura de pavimento Cerro Norte 78
Figura 5-18 Estado andenes barrio Cerro Norte 78
Figura 5-19 Detalle red de alcantarillado zona elegida Fuente SIG -EEAB 79
Figura 5-20 Problemas en conexiones a la red de alcantarillado 79
Figura 5-21 Sumideros colmatados en diferntes puntos del barrio Cerro Norte 80
Figura 5-22 Detalles de estructuras de drenaje superficial 80
Figura 5-23 Detalle de conexiones expuestas de acueducto Cerro Norte 81
Figura 5-24 Estado redes eléctricas y teléfonos Cerro Norte 81
Figura 5-25 Zonas potencialmente Inestables Cerro Norte 82
Figura 5-26 Cerramiento tanque afectado desplazamiento de capa superficial por saturación 83
Figura 5-27 Detalle del flujo en la zona del tanque 83
Figura 5-28 Detalle instalaciones Tanque y estación de Bombeo Cerro Norte 83
Figura 5-29 Detalle muro Estación de Bombeo Cerro Norte parte inicial sin flujo 84
Figura 5-30 Detalle muro Estación de Bombeo Cerro Norte parte final con flujo 84
Figura 5-31 Humedad en la vivienda cercana al tanque 84
Figura 5-32 Afectación de la capa superficial por el flujo de agua 85
Figura 5-33 Vivienda 85
Figura 5-34 Vivienda 86
Figura 5-35 Vivienda esquinera 86
Figura 5-36 Viviendas Típicas 87
Figura 5-37 Cimentación Típica 88
Figura 5-38 Mampostería del Sector 88
Figura 5-39 Estructura de Concreto Reforzado con muros en Bloque. 89
Figura 5-40 Sistemas de Placa encontrados. 89
Figura 5-41 Sistemas de Cubierta más usuales 90
Figura 5-42 Graficas de viviendas localidad de San Cristóbal Fuente Boletín Censo general 2005 DANE 93
Figura 5-43 Variación espacial de precipitación 95
Figura 5-44 Análisis de distribución 96
Figura 5-45 Precipitación distribución interanual 97
Figura 5-46 Serranía de Guadalupe-Chipaque 101
Figura 5-47 Cauce de la quebrada Chiguaza 500 m al oriente de San Jacinto 106
Figura 5-48 Depósito fluvioglaciar parque costado occidental San Jacinto 106
Figura 5-49 Detalle de los materiales superficiales San Jacinto 109
Figura 5-50 Detalle del tamaño de los cantos material aluvial 109
Figura 5-51 Detalle de socavación talud margen derecha en la quebrada 110
Figura 5-52 de talle de la interrupción del depósito fluvioglaciar Avenida la victoria 110
Figura 5-53 Detalle de las capas de arenisca avenida la victoria 111
Figura 5-54 Rellenos antrópicos sin consolidar margen derecho de la quebrada 111
Figura 5-55 Relleno antiguo consolidado 111
Figura 5-56 Estado de la vía principal San Jacinto en diferentes puntos 112

Figura 5-57 Estado vías secundarias San Jacinto 113
Figura 5-58 Vías secundarias sin estructura de pavimento San Jacinto....113
Figura 5-59 Avenida La Victoria 114
Figura 5-60 Estado andenes barrio Cerro Norte 114
Figura 5-61 Detalle red de alcantarillado San Jacinto Fuente SIG -EEAB 115
Figura 5-62 Cuenta dañada Avenida La Victoria....115
Figura 5-63 Sumidero colmatado barrio San Jacinto 116
Figura 5-64 Estado redes eléctricas y teléfonos San Jacinto 116
Figura 5-65 Zonas potencialmente Inestables San Jacinto 117
Figura 5-66 Detalles de obras mitigación socavación 118
Figura 5-67 Acción de la socavación margen derecha quebrada Chiguaza....118
Figura 5-68 Vivienda....119
Figura 5-69 Vivienda....119
Figura 5-70 Sistema de Ménsulas 120
Figura 5-71 Detalle Acero Colocado en Cara Inferior de Voladizo....120
Figura 5-72 Cimentación en Piedra Pegada 121
Figura 5-73 Detalle Apoyo Viga de Cubierta....121
Figura 5-74 Elementos Pesados sobre Cubierta....122
Figura 5-75 Estructura Liviana en tercer piso 122
Figura 5-76 Sistema Flaca Fácil....123
Figura 5-77 Servicios Públicos Domiciliarios 123
Figura 5-78 Viviendas Típicas del Sector 124
Figura 5-79 Panorámica del sector de la Quebrada. Zona limite del estudio. 124
Figura 5-80 Casa Típica de la zona de la Quebrada, sin escalonamientos. 125
Figura 5-81 Sistema de transmisión de cargas desde el nivel de la Calle o un Sótano, al suelo...125
Figura 5-82 Mampostería Típica del Sector....126
Figura 5-83 Sistemas de Placa Encontrados. 127
Figura 5-84Sistemas de Cubierta encontrados. 128
Figura 5-85 UPZ de la localidad de Bosa 132
Figura 5-86 La Independencia y San Bernardino, Bosa occidental, fuente Google Earth 134
Figura 5-87 Cantidad de población por equipamiento. Bogotá, D.C., 2002 135
Figura 5-88 Mapa geológico de la localidad de Bosa. Bogotá, D.C. 138
Figura 5-89 Sondeo No. 1, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A. 142
Figura 5-90 Sondeo No. 1, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A....143
Figura 5-91 Sondeo No. 2, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A. 144
Figura 5-92 Sondeo No. 2, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A....145
Figura 5-93 Sondeo No. 3, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A. 146
Figura 5-94 Sondeo No. 3, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A....147
Figura 5-95 Sondeo No. 4, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A. 148
Figura 5-96 Sondeo No. 4, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A....149
Figura 5-97 Sistema vial, Barrio La Independencia, Google Earth. 150
Figura 5-98 Estado de las vías Barrio La Independencia....151
Figura 5-99 Sistema vial, Barrió San Bernardino, Google Earth. 152
Figura 5-100 Estado de la vía principal del Barrio San Bernardino....153

Figura 5-101 Estado de las vías secundarias del Barrio San Bernardino. 153
Figura 5-102 Problemas en el sistema de alcantarillado. 154
Figura 5-103 Problemas de basuras. 155
Figura 5-104 Estado redes eléctricas y de teléfono, barrios La Independencia y San Bernardino. 155
Figura 5-105 Zona de riesgo de inundación, barrios La Independencia y San Bernardino. 156
Figura 5-106 Jarillón del río Tunjuelito. 157
Figura 5-107 Problemas del Jarillón 158
Figura 5-108 Estado general de las edificaciones. 159
Figura 5-109 Combinación de materiales de construcción. 160
Figura 5-110 Zapata barrio La Independencia. 161
Figura 5-111 Vivienda 161
Figura 5-112 Vivienda 162
Figura 5-113 Vivienda 162
Figura 5-114 Vivienda en construcción 163
Figura 5-115 Problemas típicos 163
Figura 5-116 Problemas típicos 164
Figura 5-117 Viviendas 164
5-118 Zapata en construcción 165
Figura 5-119 Morfología General de las Viviendas. 165
Figura 5-120 Sistemas de Cimentación encontrados. 166
Figura 5-121 Mampostería Usual en el Sector. 167
Figura 5-122 Estructuras Típicas del Sector. 167
Figura 5-123 Placa Típica del Sector. 168
Figura 7-1 Nivel Educativo Barrio Cerro Norte 171
Figura 7-2 Numero de Núcleos Familiares por Casa Cerro Norte 172
Figura 7-3 Nivel de Ingresos Económicos Cerro Norte 172
Figura 7-4 Nivel Educativo Barrio San Jacinto 173
Figura 7-5 Numero de Núcleos Familiares por Casa Barrio San Jacinto 173
Figura 7-6 Nivel de Ingresos Económicos Barrio San Jacinto. 173
Figura 7-7 Nivel Educativo Bosa La Independencia y San Bernardino. 174
Figura 7-8 Numero de núcleos Familiares por casa Bosa La Independencia y San Bernardino. 175
Figura 7-9 Nivel de Ingresos Económicos Bosa La Independencia y San Bernardino. 175
Figura 9-1 Tipos de Cimentación por Zona de Estudio 180
Figura 9-2 Tipos de Cimentación totalizado. 180
Figura 9-3 Tipos Estructurales por Sector 182
Figura 9-4 Tipos Estructurales Totalizado 182
Figura 9-5 Casas construidas por etapas de acuerdo a cada sector. 184
Figura 9-6 Casas Construidas por Etapas Totalizado 184
Figura 9-7 Mampostería de las Viviendas por Sector 185
Figura 9-8 Mampostería de las Viviendas Totalizado 186
Figura 9-9 Viviendas del Sector 186
Figura 9-10 Escaleras Bosa y San Jacinto 187
Figura 9-11 Materiales de las Escaleras por Sector. 189
Figura 9-12 Materiales de las Escaleras Totalizado. 189

Figura 9-13 Obras Bosa 189
Figura 9-14 Tipos de Cubierta por Sector. 190
Figura 9-15 Tipos de Cubierta totalizado 191
Figura 9-16 Bosa La Independencia 191
Figura 9-17 San Jacinto 192
Figura 9-18 Sistemas de Cubiertas 193
Figura 9-19 Sistemas con Ménsulas 194
Figura 11-1 Cimentación en bloques de piedra 198
Figura 11-2 Cimentación en bloques de piedra 198
Figura 11-3 Tipos de Cimentación por sector 199
Figura 11-4 Tipos de Cimentación Totalizado. 200
Figura 11-5 Casa 201
Figura 11-6 Casa 201
Figura 11-7 Homogeneidad de los Muros por Sector. 201
Figura 11-8 Homogeneidad de los Muros Totalizado 202
Figura 11-9 Tipos de Placa por sector 204
Figura 11-10 Tipos de Placa Totalizado. 204
Figura 11-11 Lesiones en Muros 205
Figura 11-12 Muros altos sin una calidad adecuada. 207
Figura 11-13 Falta de confinamiento y amarres en muros. 207
Figura 11-14 Casa 209
Figura 11-15 Casa 209
Figura 11-16 Bosa 213
Figura 11-17 Bosa 213
Figura 12-1 Agregados empleados en la preparación de Concreto por Barrio. 217
Figura 12-2 Agregados para la preparación del concreto Totalizado. 218
Figura 12-3 Mampostería empleado por Sector. 219
Figura 12-4 Mampuestos empleados, para los tres sectores. 220
Figura 12-5 Características del Acero por Sector 220
Figura 12-6 Características del Acero Totalizado 221
Figura 14-1 Grafica Esfuerzo Deformación Varilla de ½" 235
Figura 14-2 Grafica Esfuerzo Deformación Varilla 5/8". 237
Figura 14-3 Resistencia esclerómetro. 238
Figura 14-4 Casa en el barrio San Jacinto mampostería maciza y de bloque sin confinamiento 246
Figura 14-5 Casa en el barrio Bosa de bloque sin confinamiento 246
Figura 15-1 Patologías Constructivas Por Sector 250
Figura 15-2 Patologías Constructivas Totalizado. 250
Figura 15-3 Hormigueros y Falta de Recubrimiento en el Concreto. 251
Figura 15-4 Placa vaciada por sectores y en diferentes momentos formando juntas frías. 252
Figura 15-5 Malas prácticas constructivas encontradas por sector. 253
Figura 15-6 Malas prácticas constructivas total. 253
Figura 15-7 Muros compuestos por diferentes tipos de Mampostería. 254
Figura 15-8 Casa típica, construida por etapas. 255
Figura 15-9 Viviendas Construidas por Etapas 256

Figura 16-1 Lesiones Encontradas por sector.....259
Figura 16-2 Lesiones Encontradas Totalizado. 260
Figura 17-1 Se observa falla en la unión placa columna y la placa rotada. Sismo de Armenia año 1999 262
Figura 17-2 Falla en el sistema de mampostería por deficiencia en la unión mampostería placa y la falta de continuidad del sistema de mampostería. Sismo de Armenia año 1999.....262
Figura 17-3 Sismo de Armenia año 1999 263
Figura 17-4 Sismo de Armenia año 1999. 263
Figura 17-5 Proceso constructivo documentado en la Localidad de Bosa. 264
Figura 17-6 Colapso de Vivienda, sismo de Quetame (Cundinamarca). 265
Figura 17-7 Colapso de Viviendas. (Armenia, Quindío) 266
Figura 17-8 Inundación por lluvia con granizo en Bogotá D.C. 2007 272
Figura 17-9 Encharcamiento en Bogotá. 273
Figura 17-10 Casas destruidas por un derrumbe Barrio: Nuevo Porvenir, Localidad: Usme. 276
Figura 17-11 Casas destruidas por FRM, Urbanización Buena Vista Oriental , Localidad: San Cristóbal 276

GLOSARIO

Acabados:	Partes y componentes de una edificación que no hacen parte de la estructura o de su cimentación
Acero corrugado:	Barra con un núcleo de sección circular en cuya superficie existen resaltes que tienen por objeto aumentar la adherencia entre el concreto y el acero.
Acero de refuerzo:	Acero colocado para absorber esfuerzos de tracción, de compresión, de corte o de torsión en conjunto con el concreto.
Acero liso:	Barra de sección transversal circular sin resaltes o nervios especiales
Adherencia:	Unión física que resulta de haberse pegado una cosa con otra
Aditivos:	Material diferente al cemento, a los agregados o al agua que se añade al concreto, antes o durante la mezcla, para modificar una o varias de sus propiedades; sin perjudicar su durabilidad ni su capacidad de resistir esfuerzos.
Agregado:	Conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales, tales como arena, grava, triturado, etc. Que al mezclarse con el material cementante y el agua produce el concreto
Amarres:	Son elementos que sirven de confinamiento y de unión entre los diferentes componentes de una edificación, estos pueden ser vigas, columnas, columnetas y placas.
Amenaza sísmica:	Valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado
Amenaza:	Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de origen natural, con una cierta intensidad y potencialmente nocivo para las personas, bienes, infraestructura y/o el medio ambiente, dentro de un período específico de tiempo y en un área delimitada geográficamente.
Amplificación:	Fenómeno que ocurre en suelos arcillosos o blandos, debido al cual la capacidad de destrucción de un sismo se multiplica, afectando las viviendas que estén construidas sobre este suelo.
Arena:	Material de construcción proveniente de rio o cantera, constituido por piedritas de tamaño inferior a medio centímetro

Asentamiento diferencial:	Se dice que hay asentamiento diferencial cuando una edificación no se asienta de forma uniforme, sino que alguna de sus partes se hunde más que las otras.
Asentamiento:	Hundimiento o descenso del nivel de una estructura.
Bloquelones:	El Bloquelon es un ladrillo cuyas dimensiones son 80 cm de largo, 23 cm de ancho y 8 cm de alto, el cual es utilizado como aligerante de placas y muros de concreto
Carbonatación:	La carbonatación es un proceso lento que ocurre en el concreto, donde el hidróxido cálcico del cemento reacciona con el dióxido de carbono del aire formando carbonato cálcico. Dado que la carbonatación provoca una bajada de pH (ácido) esto puede llevar a la corrosión de la armadura y dañar la construcción.
Carbonato cálcico:	Químico que se produce en el cemento portland a causa de la carbonatación del mismo.
Cargas Lateral:	Fuerzas actuando en una dirección horizontal que normalmente refieren a las cargas sísmicas, de viento o de agua.
Cemento Portland:	Material cementante que proviene de la calcinación de cal y arcillas en un proceso industrial, es comúnmente conocido como Cemento gris.
Cimentación:	Conjunto de los elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo
Columna:	De acuerdo a la NSR-98 es un "Elemento estructural cuya solicitación principal es la carga axial de compresión, acompañada o no de momentos flectores, torsión o esfuerzos cortantes y con una relación de longitud a su menor dimensión de la sección de 3 o más."
Columneta:	Elemento vertical contenido en un muro de dimensiones tales que su espesor sea el del muro y su ancho mayor a 25cm. Su función principal es confinar el muro, en conjunto con las vigas o placas; este sistema solo es aceptable a la luz de la NSR-98 en estructuras con Capacidad moderada de disipación de energía.
Compresión:	Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que actúan en direcciones opuestas y acercándose la una a la otra.
Concreto (Portland) o Hidráulico:	Material que es el resultado de la mezcla de Cemento Portland, grava, arena de rio y agua en cantidades adecuadas. En estado fresco es muy manejable y al pasar el tiempo ocurre el fenómeno del fraguado que le da su dureza y resistencia

Concreto ciclópeo:	Mezcla de concreto simple y agregado grueso seleccionado con tamaños entre 150 y 300 mm, utilizada para la construcción de elementos estructurales que trabajan predominantemente a compresión.
Concreto Reciclado:	Concreto en el que se remplaza una parte o la totalidad de los áridos (arena y grava) por material obtenido de la demolición de elementos de concreto (columnas, placas, etc.), el cual es remolido para ser utilizado como agregado en nuevo concreto.
Consistencia:	Es la capacidad del hormigón para deformarse. Depende directamente de la cantidad de agua que se disponga en la mezcla.
Corrosión:	La corrosión en una reacción química entre el acero de refuerzo y el medio ambiente, que produce un deterioro en el acero y en sus propiedades.
Corruga:	Son los nervios o las líneas que sobresalen en las varillas de refuerzo.
Curado:	Es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura a edades tempranas, de manera que este pueda desarrollar sus propiedades de la mejor manera.
Deslizamientos:	Son movimientos caracterizados por desarrollar una o varias superficies de ruptura, una zona de desplazamiento y una zona de acumulación de material desplazado bien definidas.
Dióxido de carbono:	Gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis.
Ductilidad:	La propiedad de un metal que permite que el metal pueda ser deformado en forma permanente antes de la ruptura final.
Edificación:	Es una construcción cuyo uso principal es la habitación u ocupación por seres humanos
Elemento o miembro estructural:	Componente del sistema estructural de la edificación, es decir, que soporta o trasmite cargas.

Encharcamiento:	Fenómeno a causa de la saturación del suelo producidas por lluvias normales, caracterizado por la presencia de láminas delgadas de agua sobre la superficie del suelo en pequeñas extensiones y por lo general, presente en zonas moderadamente onduladas a planas. El fenómeno puede durar desde pocas horas hasta algunos días. En la ciudad, se presentan por deficiencias o falta de drenajes de aguas lluvias.
Entrepaño:	Parte de pared comprendida entre dos columnas o dos huecos
Esclerómetro:	Aparato que mediante el rebote de un martillo sobre una masa de concreto, permite obtener una medida aproximada de la resistencia del elemento estudiado.
Estructura:	Es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales
Fenómeno de remoción en masa:	Los movimientos de remoción en masa se refieren al movimiento repentino de los materiales terrestres en descendencia. Pueden tratarse de: Caídas, Flujos, Reptación, Deslizamientos, Volcamientos, Hundimientos o Erosión,
Fisura (Lesión):	Pequeña abertura que se puede presentar en un elemento de concreto, un muro, un ladrillo, etc.
Fluencia:	Es la propiedad que tienen algunos materiales de alcanzar grandes deformaciones bajo pequeños incrementos de carga, una vez que se ha alcanzado una carga de tracción determinada.
Fraguado:	Es el fenómeno mediante el cual se genera el endurecimiento del cemento al combinarse los químicos del cemento portland con el agua
Fuerzas sísmicas:	Es el efecto que produce deformaciones y movimientos en una estructura durante un sismo.
Gradación de los agregados:	La gradación de los agregados es el tamaño de las piedritas que los componen, se dice que el agregado está bien gradado cuando los espacios dejados por los agregados de mayor tamaño son ocupados por los de menor, dejando la menor cantidad de espacios
Grava:	Material de construcción proveniente de rio o cantera, constituido por piedritas de tamaño mayor a medio centímetro
Hidróxido cálcico:	El hidróxido de calcio es un polvo blanco producido por la mezcla de óxido de calcio ("cal") con agua
Idoneidad:	Adecuado y apropiado para algo, Capacidad para hacer las cosas de la forma correcta.

Impermeabilidad:	Es la propiedad del material de evitar el paso del agua a través de la masa.
Inundación de tipo aluvial (inundación lenta):	Se produce cuando hay lluvias persistentes y generalizadas dentro de una gran cuenca, generando un incremento paulatino de los caudales de los grandes ríos hasta superar la capacidad máxima de almacenamiento; se produce entonces el desbordamiento y la inundación de las áreas planas aledañas al cauce principal. Las crecientes así producidas son inicialmente lentas y tienen una gran duración.
Inundación de tipo torrencial (inundación súbita):	Producida en ríos de montaña y originada por lluvias intensas. El área de la cuenca aportante es reducida y tiene fuertes pendientes. El aumento de los caudales se produce cuando la cuenca recibe la acción de las tormentas durante determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración. Estas inundaciones son generalmente las que causan los mayores estragos en la población por ser intempestivas.
Inundación:	Es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento.
Jarillón:	Estructura de protección construida al borde de un cauce, con el fin de aumentar su borde libre, es decir, el nivel que el agua debe alcanzar antes de desbordarse.
Junta Fría	Unión de dos concretos distintos, habiendo fraguado el primero al entrar en contacto con el segundo. Por tanto, falta de unión entre ambos.
Ladera:	Pendiente, cuesta o inclinación del terreno o de la superficie de un monte o de una altura
Lesión Patológica:	Las lesiones patológicas de su vivienda, son las heridas que muestra su vivienda como resultado de diferentes procesos que la están afectando. De alguna manera, estas lesiones, son síntomas de la enfermedad que puede tener su casa.
Licuefacción:	Respuesta de los suelos arenosos sometidos a sismo en la cual estos se comportan como un fluido denso, permitiendo que las cosas que se encuentren sobre este suelo se hundan.

Machón:	Pilar o Columna de mampostería sin refuerzo.
Mampostería confinada:	Es conformada por muros construidos con ladrillos pegados con mortero confinados por vigas, placas y columnas.
Mampostería reforzada:	Se arma con ladrillos, mortero de pega, mortero de inyección y barras de acero de refuerzo. de tal manera que se forman celdas verticales por las cuales van las barras de refuerzo y las instalaciones menores.
Mampostería Simple:	Mampostería en la cual no se emplea ningún tipo de refuerzo o elemento de confinación.
Mampostería:	Sistema de Construcción en el que se emplean ladrillos o bloques pegados con mortero. Por ejemplo una pared de bloque
Mampuesto:	Pieza material que permite ser colocado con la mano como un ladrillo o un bloque.
Manejabilidad:	Facilidad para ser manejada
Microzonificación sísmica:	División de una región o de un área urbana en zonas más pequeñas que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectadas por los movimientos sísmicos, dadas las características de los estratos del suelo subyacente
Mixto (Agregado):	Agregado de características dudosas, ofrecido comercialmente como una mezcla de grava y arena. Su uso disminuye considerablemente la calidad y durabilidad del concreto.
Mortero:	Es la mezcla en cantidades adecuadas de cemento portland, arena y agua, generalmente se utiliza para pegar ladrillos o pañetar.
Muro divisorio:	Es un muro que se utiliza para dividir espacios y no recibe más carga que su propio peso.
Muro estructural o de carga.:	Son aquellos que colaboran soportando y trasmitiendo cargas de la edificación
Muro medianero:	Es un muro que comparten dos casas vecinas. También se le llama de colindancia
NSR-98:	Es la versión vigente de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, son las normas reglamentarias de la ley 400 de 1997.
Panelas o Panelitas:	*Cubos* hechos de mortero rico en cemento para montar las varillas y formar el recubrimiento que deben de tener las vigas y losas en una construcción. Se hacen de 5x5 cm y con un grueso que varía entre 2 y 5 cm.

Patología constructiva:	1-Los problemas constructivos de una edificación o en algunos de sus elementos después de su ejecución. 2-Ciencia que estudia los problemas constructivos de una edificación o en algunos de sus elementos después de su ejecución, así como sus procesos, causas y posibles soluciones.
Piedra Media Songa:	Piedra de dimensiones de entre 15 y 25 cm.
Pórtico:	Conjunto estructural constituido por vigas y columnas unidas rígidamente
Prueba de Ultrasonido:	Consiste en determinar la velocidad del sonido en el elemento, ya que es un indicador de su calidad. Se le llama Ultrasonido porque el sonido emitido esta por encima del rango audible por la gente.
Recubrimiento:	Distancia entre la superficie exterior del hormigón y la superficie exterior del acero, es un parámetro esencial en la durabilidad de los elementos
Reptación:	Consiste en movimientos muy lentos o extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida. Generalmente el movimiento del terreno es de pocos centímetros al año y afecta grandes áreas del terreno.
Riesgo:	Corresponde a la estimación de los daños de orden físico, social, económico o ambiental, representados por las afectaciones a las personas a las propiedades y a la infraestructura física y económica.
Simplemente apoyada:	Se trata de un elemento que es colocado sobre un apoyo, sin ningún otro vinculo o amarre.
Suelo blando:	suelo con baja capacidad portante
Sulfatos:	Sal de ácido sulfúrico resultante de la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de un radical mineral u orgánico
Talud:	Inclinación de un muro o de un terreno.
Trabajabilidad:	Concepto relativo a la aptitud del material para ser amasado y posicionado
Vendaval:	Viento fuerte que no llega a ser temporal declarado, en especial el que sopla del Sur, con tendencia al Oeste
Viga de Amarre:	Viga que se deja entre zapatas o columnas, a nivel de la cimentación.
Viga:	Elemento estructural, horizontal o aproximadamente horizontal, cuya dimensión longitudinal es mayor que las otras dos y su solicitación principal es el momento flector, acompañado o no de cargas axiales, fuerzas cortantes y torsiones.

Vulnerabilidad:	Es una medida de cuán susceptible es un bien expuesto a ser afectado por un fenómeno perturbador.
Zapata:	Elemento que trasmite las cargas de una columna al suelo.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

kPa:	kilo Pascal.
m:	Metros.
Ha:	Hectárea
Tc:	Tiempo de concentración en horas,
L:	Longitud del cauce.
S:	Pendiente del cauce.
F de S:	Factor de seguridad.
RQD:	Rock Quality Designation.
SPT:	Ensayos de penetración estándar
wN %:	Humedad natural.
T/m³:	Peso unitario.
IL:	Índice de Liquidez
N'i:	Número de golpes corregido para un esfuerzo de confinamiento de 1 kg/cm²
P+:	Probabilidad de ocurrencia del evento crítico
P-:	Probabilidad de no ocurrencia del evento crítico
T:	Período de retorno
n:	Período de análisis o exposición.
ah/g:	Coeficiente de aceleración horizontal del terreno
a:	Coeficiente de Gumbel = 16.85895
b:	Coeficiente de Gumbel = 0.319692
Pn:	Probabilidad para exposición de n años
n:	Tiempo de exposición (años)
P:	Probabilidad anual (= 1/475).

1 INTRODUCCIÓN

En Bogotá D.C. se presentan fenómenos amenazantes de origen natural y socio-natural (remoción en masa, hidrometereológicos, geológicos, etc.) que han afectado severamente a los asentamientos humanos.

Tales efectos, son el resultado fundamentalmente, no sólo de la ocurrencia de los fenómenos amenazantes, si no de la vulnerabilidad que ofrecen dichos asentamientos como consecuencia de su desordenado crecimiento urbano y del tipo de tecnologías constructivas utilizadas en los mismos. Adicionalmente, la degradación y deterioro ambiental han contribuido al aumento del grado de vulnerabilidad no sólo para el hábitat urbano si no en general para el mismo medio ambiente.

Bogotá crece a una tasa de 2,29% y de acuerdo con los estudios, se estima que tendrá en los próximos 10 años 1.800.000 habitantes más. En los últimos tiempos se ha presentado un crecimiento incontrolado de asentamientos humanos, que sumado a la falta de planificación urbana y control urbanístico adecuado, ha generado como consecuencia una gran diversidad de barrios y construcciones, de los cuales muchos se apartan de las normas establecidas. Las áreas ocupadas por los grupos más pobres han crecido de manera desordenada, sin reglamentación ni planeación.

Recientemente se han presentado eventos naturales que han puesto de manifiesto la alta vulnerabilidad de las edificaciones construidas informalmente, como es el caso del sismo del 24 de Mayo de 2008, donde un gran número de viviendas construidas informalmente fueron afectadas en el municipio de Quetame, Cundinamarca, con daños severos e incluso el colapso.

Adicionalmente, algunas zonas de la ciudad también están expuestas a otro tipo de amenazas socio naturales, tales como fenómenos de remoción en masa e inundaciones, razón por la cual las subdirecciones de Gestión Territorial y Gestión Sectorial, vieron la necesidad de realizar estudios que permitan identificar las tipologías y calidades constructivas de las edificaciones desarrolladas de manera informal, en algunas zonas de ladera y aluvial, a partir de las cuales se propongan medidas que de alguna forma permitan mejorar la calidad de las edificaciones, lo que llevó a proponer a la Subdirección de Investigación y Desarrollo la formulación del presente proyecto.

De acuerdo con lo anterior, el ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS, PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA EN LOS ESCENARIOS DE LADERA Y ALUVIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C., tiene como principal finalidad, preservar la vida de las personas que habitan en las comunidades localizadas en ladera y aluvial, así como la integridad de sus viviendas y las pertenencias que en ellas se encuentran.

Para lograr lo anterior el estudio contemplo la selección de tres barrios, el barrio Cerro Norte (localidad de Usaquén), el de San Jacinto (Localidad San Cristóbal), localizados en zona de ladera y el barrio la Independencia II sector (Localidad de Bosa), localizado en la zona aluvial.

El equipo interdisciplinario de profesionales vinculados a esta consultoría, se conformo por:

Equipo de Ingenieros y Arquitectos auxiliares: Son los profesionales encargados de la recolección de campo, que han tomado la información directa de las viviendas y sus habitantes, dando el insumo fundamental para el desarrollo de esta consultoría.

- Profesional en trabajo Social: a cargo de estudiar la historia de las comunidades y sus miembros, así como de socializar el alcance del estudio dentro de los grupos beneficiarios.
- Especialista en Geotecnia: encargado de los temas geotécnicos y de suelos.
- Especialista en Estructuras: encargado de revisar los sistemas estructurales que conforman la resistencia de las viviendas ante eventos naturales a partir de las observaciones de campo.
- Especialista en Patología: a cargo de revisar y analizar integralmente la información de campo, así como los ensayos de laboratorio, para identificar las características y los síntomas de las enfermedades que padecen las viviendas analizadas en el presente estudio.
- Director de proyecto: reúne toda la información para enlazarla y verificar y/o discutir la argumentación del grupo interdisciplinario y vela por la buena ejecución de la consultoría.

Con la selección de los tres barrios se busco obtener una muestra representativa, de las viviendas ubicadas en zonas de alta vulnerabilidad, para poder finalmente encontrar las tendencias y características constructivas de las mismas y buscar iniciar un proceso que permita reducir la vulnerabilidad de las viviendas en Bogotá.

2 RELACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE UTILIZADA EN EL ESTUDIO

Para el desarrollo del presente estudio se realizó la revisión de la información existente del sitio de interés. A continuación se relacionan los informes revisados.

- Estudio de Riesgo por remoción en masa y diseño de obras de control, protección y estabilización para los barrios Cerro Norte y Villa Nidia de la Localidad de Usaquén. Noviembre de 2002. Moya y García.

- Monitoreo y seguimiento al deslizamiento de los barrios Cerro Norte y Villa Nidia de la Localidad de Usaquén. Enero de 2003. Geos E.U.

- Estudio de riesgo por remoción en masa para los barrios Cerro Norte y Villa Nidia, de la localidad de Usaquén y diseño de obras de control, protección y estabilización. Moya y García.

- Estudio "Elaboración de diseños de obras nuevas y diseños parea el mantenimiento de obras existentes, presupuestos y especificaciones técnicas en sitios críticos de riesgo inminente por remoción en masa en las localidades de Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar y Usme de la ciudad de Bogotá D,C sitio1 Cerro Norte". Consorcio IGR.

- Estudio "Análisis de Riesgo por Inundación en la Localidad de Bosa" Estudios y Asesorías Ltda., - DPAE. 1998

- Estudios Hidráulicos, Geotécnicos y Topográficos para definir el Nivel de los Jarillones y Obras Requeridas Para Mitigar el Riesgo de Inundación del Río Bogotá en el tramo Alicachín - La Conejera", Hidrodoestudios S.A. 2000

- Estudio de Zonificación de Riesgos por Remoción en Masa y Diseños Detallados de Medidas de Mitigación para el Barrio Caracolí, Localidad Ciudad Bolívar, Ingemétrica Ltda., Ingenieros Consultores. 2000

- Proyecto De Factibilidad Para Mejoramiento Y/O Relocalización De Asentamientos Humanos Ubicados En Zonas De Alto Riesgo En La Localidad De Bosa 1994 Ordenagro Ltda.

- Estudio geotécnico Sector Quebrada Chiguaza, fase II INGEOMINAS

- Aspectos Geotécnicos de la sabana de Bogotá INGEOMINAS 2004
- Fichas Ambientales DAMA
- Actualización de Zonificacion de amenaza de inundación por desbordamiento del rió Bogotá en los barrios Santa Cecilia, Villa Cindy Santa Rita, San pedro y Bilbao de la localidad de Suba (Duque 2003)
- Estudio de remoción en masa, para el C.E.D., Soratama ubicado en la localidad de Usaquén en la ciudad de Bogotá, D.C (ingeoriesgos 2007)
- Informe de perforación y ensayos geofísicos, tanques empresa de acueducto, GAVESA S.A.
- Mauricio Chacón Quintero, “identificación y análisis de futuro de las actividades económicas de la localidad de Bosa 2010”, Universidad Externado de Colombia, Bogotá 2003

3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para la realización del estudio se planteo una metodología, que consistió inicialmente en seleccionar tres barrios que enmarcaran una condición vulnerable dentro de la ciudad de Bogotá. El objetivo general del proyecto fue desarrollar un estudio de identificación de patologías constructivas y definición de lineamientos para la reducción de la vulnerabilidad física en los escenarios de ladera y aluvial en la ciudad de Bogotá D.C.

El proyecto desarrollo un documento técnico de la caracterización general de las tipologías constructivas, patologías y metodologías constructivas así como de los materiales más comúnmente utilizados en cada una de las zonas de estudio. Determinando las manifestaciones patológicas comúnmente encontradas en estas zonas, identificando sus causas y relaciones con las tipologías constructivas y los materiales empleados. Todo esto para obtener finalmente una propuesta de contenidos técnicos a ser incluidos en un "Manual para la reducción de la vulnerabilidad física en zonas de ladera y aluviales".

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la realización del estudio, se propusieron inicialmente tres zonas piloto de la ciudad de Bogotá, una zona en ladera, una en zona aluvial y otra que presenta las dos características. La primera fase del proyecto, correspondiente al análisis general de la zona en estudio, fue enfocada a escoger las tres (3) zonas más recomendables para su aplicación, por tanto uno de los resultados de esta primera fase fue la elección de tres sectores de estudio, que cubrirán la zona aluvial y la zona de ladera, estos son:

Zona de ladera Cerro Norte

Presenta a los asentamientos ubicados en zonas de alta pendiente, la condición de alta pendiente se genera debido a la presencia de rocas competentes, todas las construcciones se apoyan sobre roca lo que garantiza una adecuada capacidad de soporte, los mayores problemas que se pueden presentar son asociadas a procesos de inestabilidad, que se generan por un inadecuado manejo de los cortes realizados al macizo para la construcción de las viviendas.

Zona de ladera y aluvial San Jacinto

La pendiente del terreno varían de alta a modernamente inclinada, esto se debe a la presencia de depósitos de suelos que corresponden a acumulaciones de materiales finos con presencia de bloques procedentes de depósitos fluvio glaciales o roca según el sector, estos tiene con capacidad portante alta lo que permitió el desarrollo de edificaciones hasta cuatro pisos con cimiento superficial.

Zona aluvial Bosa Independencia San Bernardino

Este corresponde a depósitos aluviales, su topografía es plana y se encuentra constituido por depósitos de origen lacustre, que están conformados por arcillas y hacia las márgenes de la cuenca se observan arcillas orgánicas, arenosas y turba-lignita, formados también por sedimentos finos y en los dos metros superiores son suelos constituidos por cenizas volcánicas. Los mayores riesgos asociados a esta

zona corresponden a riesgo de inundación en crecidas del rió Tunjuelo, que ha sido mitigado por la construcción de un jarillón a la orilla del rió.

3.2 PROCEDIMIENTO

Para establecer una secuencia en la realización de los trabajos que permitiera abordar la problemática de manera ordenada se plantearon 4 fases para la ejecución de la consultoría, estas se resumen a continuación:

3.2.1 Fase 1

A partir del conocimiento que se tiene sobre los escenarios típicos de patologías constructivas, laderas y depósitos aluviales existentes en la ciudad se contemplo dentro de la primera fase la elección de tres sectores de estudio, que necesariamente debieran cubrir la zona aluvial y la zona de ladera, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Por sus condiciones generales de amenaza natural o socio natural, preferentemente se eligieron aquellas en las cuales los niveles de amenaza percibidos desde la etapa inicial del estudio fueron más altos.
- Se prefirieron aquellas zonas donde existan estudios realizados con anterioridad, de tal forma que sirvieran como fuente de información secundaria relacionada y con aplicabilidad directa en el presente proyecto.
- Las zonas escogidas deberían poder representar las características típicas de otras zonas similares de la ciudad.

Una vez escogidos los tres sectores a analizar y para alcanzar los objetivos propuestos, fue necesario comenzar por recopilar y analizar toda la información disponible de cada uno de ellos, con el fin de identificar las características propias del sector, permitiendo obtener un conocimiento claro acerca de los factores que pudieran influir directamente en la vulnerabilidad física. La finalidad fue seleccionar las zonas específicas donde se desarrollo el estudio detallado, de acuerdo al análisis de la siguiente información:

- Caracterización físico ambiental: Topográficas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, hidráulicas y usos del suelo.
- Caracterización constructiva: Tipologías constructivas con identificación de configuración arquitectónica, sistemas estructurales, proceso constructivo materiales de construcción empleados, para la identificación de sectores típicos (sectores donde se concentren altos porcentajes de construcciones con tipologías similares), áreas construidas, distribución geográfica y densidad de construcciones, uso actual de las edificaciones, año de construcción.

- Caracterización socioeconómica. Desarrollo histórico del sector, niveles socioeconómicos, grado de escolaridad, densidad de población, distribución de población en el sector.
- Caracterización urbanística. Identificando las características principales que determinan la tendencia de urbanización de la zona, incluyendo su relación con factores tales como la topografía del terreno y localización de cuencas, con el fin de determinar su incidencia en el nivel de vulnerabilidad física del sector.
- Caracterización de amenazas naturales y socio naturales. Fenómenos de remoción en masa, hidrometeorológicos y geológicos y otras amenazas que puedan existir.

Finalmente como resultado de la fase 1 se obtuvieron las zonas especificas para desarrollar el objeto del contrato de consultoría, esto a través de una matriz de decisión que determino y cuantifico las zonas más interesantes.

La matriz contempló, la ubicación en ladera o aluvial, la tendencia a sufrir deslizamientos, avalanchas, inundaciones, amplificación de ondas sísmicas, licuefacción y baja capacidad portante, igualmente el estado de avance del barrio consolidado o no, los problemas de seguridad, la densidad de predios y el acceso a los mismos. De todo ello se obtuvo la Tabla 4-1 MATRIZ DE ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS que escogió a los barrios Cerro Norte, San Cristóbal y Bosa San Bernardino.

Esta fase se encuentra recopilada en el capítulo 4 del informe, que contempla el trabajo de campo.

3.2.2 Fase 2

La segunda fase contemplo el estudio particular de los sectores seleccionados, con las siguientes actividades:

- Representación topográfica general: La información topográfica de la zona (planimétrica y altimétrica) se levantaría a escala 1:500, con curvas de nivel acordes a la topografía, previamente acordadas con la supervisión. Se incluyo: localización de viviendas, vías, redes de servicios públicos, cajas de alcantarillado, tanques, corrientes de agua, accidentes topográficos y en general, todo detalle que fue de interés para el presente estudio. El trabajo topográfico se amarro a las placas del IGAC más cercanas a cada sitio.
- Identificación de las características geotécnicas del suelo del área en estudio, según los parámetros de clasificación de perfil del suelo contenidos en la Norma Colombiana Sismorresistente vigente, además de sus principales características mecánicas.
- Identificación de amenazas naturales y socio naturales potenciales: se identificaron las amenazas a los que están expuestos las viviendas a analizar (fenómenos de remoción en masa e hidrometeorológicos).
- Tipología general de las construcciones del sector haciendo una verificación de la tipología y materiales constructivos de todas las

edificaciones de la zona especifica de estudio, realizadas por inspección visual.

- Inspección patológica general del sector. Esta inspección general del sector se realizo sobre todo a los elementos presentes en el espacio público incluyendo fachadas, vías, cerramientos etc. y su finalidad fue verificar si existen o no manifestaciones patológicas originadas por factores comunes que pudieran indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas.
- Recopilación Histórica. Se llevo a cabo mediante encuestas y/o entrevistas con habitantes del sector con el fin de indagar acerca de datos importantes para el estudio tales como épocas de construcción, tipo de materiales empleados, tipos de cimentación construidos, características de la zona antes de construcción, daños presentados ante eventos naturales (sismos, inundaciones etc.) y cualquier otra información adicional considerada de importancia.

Una vez recopilada esta información se procedió a su organización y análisis con el fin de generar un diagnostico de la zona especifica en estudio, caracterizar la tipología representativa predominante y seleccionar las construcciones a analizar (60 edificaciones).

En esta fase se escogieron sesenta viviendas, veinte en cada barrio. Posteriormente fue necesaria una gestión social que permitió el acceso a las viviendas del estudio, dada la poca confianza y credibilidad que mostraron los habitantes hacia las entidades estatales y hacia los profesionales de la consultoría por considerarlos ajenos a su realidad y extraños a su entorno.

Estas consideraciones se encuentran en el Capitulo cuatro del presente informe.

3.2.3 Fase 3

La fase tres contemplo determinar las tipologías constructivas y estructurales e igualmente conocer las manifestaciones patológicas y las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las sesenta construcciones mediante la realización de las siguientes actividades, para lo cual se elaboraron sendas fichas para la toma de información:

- Levantamiento geométrico y arquitectónico
- Levantamiento patológico
- Levantamiento estructural
- Encuestas a propietarios
- Encuestas a maestros constructores en la zona
- Elaboración y construcción de muretes y cilindros para ensayos de laboratorio con materiales y personal que construye en la zona.
- Ensayos de laboratorio sobre las materias primas (agregados, ladrillos, acero de refuerzo) y pruebas no destructivas o semi destructivas en las viviendas tales como carbonatación, ultrasonido y esclerómetro

- Elaboración de la historia clínica de cada una de las estructuras y diagnostico de cada una de las estructuras, incluyendo la caracterización socioeconómica de sus habitantes, definición de su tipología, materiales, sistema estructural, patologías y lesiones más representativas.

La fase 3 adelanto en particular las siguientes consideraciones o actividades:

3.2.3.1 CARACTERÍSTICAS TIPOLÓGICAS DE LAS VIVIENDAS CANDIDATAS AL ESTUDIO.

Inicialmente, para escoger las viviendas candidatas se procedió de la siguiente manera antes de su elección:

- Representación topográfica general: La información topográfica de la zona (planimetría y altimétrica) levantada a escala 1:500, con curvas de nivel acordes a la topografía. Incluyendo: localización de viviendas, vías, redes de servicios públicos, cajas de alcantarillado, tanques, corrientes de agua, accidentes topográficos y en general, todo detalle que sea de interés para el presente estudio. El trabajo topográfico se amarro a placas del IGAC.
- Identificación de las características geotécnicas del suelo del área en estudio, según los parámetros de clasificación de perfil del suelo contenidos en la Norma Colombiana Sismorresistente vigente, además de sus principales características mecánicas.
- Identificación de amenazas naturales y socio naturales potenciales: se identifico las amenazas a los que están expuestos los elementos a analizar (fenómenos de remoción en masa e hidrometeorológicos).
- Tipología general de las construcciones del sector haciendo una verificación de la tipología y materiales constructivos de todas las edificaciones de la zona especifica de estudio, realizadas por inspección visual.
- Inspección patológica general del sector. Esta inspección general del sector se realizo sobre todos los elementos presentes en el espacio público incluyendo fachadas, vías, cerramientos etc. y su finalidad fue verificar si existen o no manifestaciones patológicas originadas por factores comunes que puedan indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas.
- Recopilación Histórica. Se llevo a cabo mediante entrevistas con habitantes del sector con el fin de indagar acerca de datos importantes para el estudio tales como épocas de construcción, tipo de materiales empleados, tipos de cimentación construidos, características de la zona antes de construcción, daños presentados ante eventos naturales (sismos, inundaciones etc.) y cualquier otra información adicional que pueda ser considerada de importancia.

Una vez recopilada esta información se procede a su organización y análisis con el fin de generar un diagnostico de la zona especifica en estudio, caracterizar la tipología representativa predominante y seleccionar las construcciones a analizar (para un mínimo de 60 edificaciones).

3.2.3.2 ESTUDIO DE CONSTRUCCIONES.

Se analizaron un total de 20 edificaciones por cada zona de estudio (para un total mínimo de 60 edificaciones), para ello las construcciones escogidas para tal fin cumplieron al menos con dos requisitos básicos esenciales:

- Ser representativas de la tipología constructiva de la zona en estudio.
- El acceso a la vivienda para la toma de la información fue garantizado, siendo responsabilidad del consultor el adelantar las gestiones necesarias con los propietarios o tenedores de las viviendas.
- Inicialmente y tendiente a lograr el acceso a las viviendas se realizó una fase de trabajo social en la cual se familiarizó a la comunidad con el propósito y alcance del estudio, lográndose en principio una acogida razonable por parte de las comunidades. Sin embargo, en la zona de Cerro Norte se presentó una deserción del estudio por parte de los propietarios de las viviendas; debido a temores hacia las entidades del estado. Esta situación fue mejorada por medio de la búsqueda de canales de acceso como personas de amplio reconocimiento en los barrios, lo que permitió al consultor acceder finalmente a unas viviendas diferentes a las iníciales, pero con características similares.

En cada una de estas construcciones se realizaron inspecciones tendientes a determinar la tipología constructiva y estructural y conocer las manifestaciones patológicas presentes. Para ello se llevaron a cabo las labores mencionadas más adelante, previa elaboración de formatos o fichas para levantamiento de la información además de la elaboración de un plan de trabajo general para toma de datos.

3.2.3.3 ELABORACIÓN DE LA HISTORIA CLÍNICA.

Fue enfocada en conocer la mayor cantidad de información posible acerca de la vivienda, y su localización especifica dentro del entorno buscando que esta información pueda ser posteriormente utilizada en la etapa de diagnostico, además de permitir tener una mejor idea sobre las características constructivas, tipología estructural, materiales empleados, secuencia y épocas de construcción, eventos a los que ha estado expuesta, tipo de uso del inmueble, posibles reparaciones etc.

La recopilación de esta información fue recogida de fuentes primarias por medio de entrevistas con los actuales ocupantes de la vivienda, vecinos y todas aquellas personas que pudieran suministrar algún tipo de información acerca del inmueble.

3.2.3.4 LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO, ARQUITECTÓNICO Y ÁLBUM FOTOGRÁFICO.

Se llevo a cabo un levantamiento geométrico y arquitectónico, cuya finalidad fue la recopilación y posterior organización en una base de datos de toda la información necesaria que permitió:

- Elaboración de planos generales de la edificación.
- Definición del sistema o sistemas estructurales.
- Conocer los aspectos geométricos generales: Irregularidades en planta y altura, cantidad de muros en las dos direcciones, discontinuidades, localización de vacíos.
- Determinar aspectos constructivos: Calidad de los morteros de pega y/o concretos utilizados, tipo y disposición de las unidades de mampostería, entramados y juntas de las mamposterías, calidad general de la construcción.
- Identificación de características estructurales: Definición del sistema o sistemas estructurales, localización de los elementos estructurales, muros confinados, columnas de confinamiento y flujo de cargas, vigas de amarre, entrepisos, sistema estructural de cubiertas, especificaciones generales de elementos no estructurales.
- Información acerca de la cimentación: recurriendo a información secundaria por medio de entrevistas con la comunidad.

3.2.3.5 LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO.

Una vez realizadas las etapas anteriores se procedió a realizar el levantamiento de manifestaciones patológicas generales presentes en cada edificación (fisuras, humedades, deformaciones, hundimientos etc.), las cuales fueron registradas en los formatos previamente elaborados, y localizadas en los planos generales de la estructura (obtenidos en el proceso del levantamiento arquitectónico). Esta información se organizado, tabulo y manejo estadísticamente para facilitar el proceso de diagnóstico de cada edificación.

3.2.3.6 LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL

Conjuntamente con el levantamiento patológico se hizo un levantamiento estructural, para verificar los tipos de sistemas de resistencia vertical y lateral de las viviendas, el tipo de cimentación, la existencia de continuidad y de amarres, la presencia de columnas, columnetas, vigas, placas, las irregularidades en planta y altura, etc. Esto fue registrado en los formatos que se realizaron para tal fin y para el manejo estadístico se realizaron matrices de caracterización.

3.2.3.7 ENSAYOS.

Debido a la necesidad de conocer las características de los materiales de construcción empleados, y tomando en cuenta la inconveniencia de realizar ensayos destructivos en las edificaciones, se procedió en cada estructura analizada a realizar ensayos de patología, no destructivos o semi destructivos en algunos de los elementos componentes de algunas de las edificaciones, en pro de identificar algunas de las características de los materiales empleados. Los ensayos de patología fueron los siguientes:

- Prueba de martillo de rebote (esclerómetro)
- Medición de velocidad de pulso ultrasónico.
- Ensayo de carbonatación (para predicción de vida útil).

Adicionalmente, se realizo una caracterización de los principales materiales de construcción empleados en los sectores de estudio, para ello se consiguió muestras de materiales en los lugares donde comúnmente los adquiere la comunidad de las zonas de análisis (esta información fue suministrada por la comunidad a través de las encuestas para toma de información primaria de la etapa de análisis general de la zona de estudio), y posteriormente se procedió a la construcción de probetas para su ensayo en laboratorio de tal suerte, que permitieron la recolección de información de los materiales mediante la toma de muestras y ensayos de materiales para:

- Concretos y morteros: Caracterización de agregados, características generales de la mezcla, resistencia nominal a compresión (f´c= 3000 PSI).
- Muretes de mampostería, resistencia a la compresión de piezas de mampostería, resistencia a la compresión de morteros.

Para la elaboración de las probetas se consiguieron los materiales en los mismos lugares en donde comúnmente los consigue la comunidad, y para su construcción se utilizo mano de obra del sector, dejando que ellos mismos elaboren los especímenes de acuerdo a sus técnicas constructivas y sin injerencia alguna del consultor, dejando los registros escritos y fotográficos de los mismos. Esto con el fin de poder determinar un índice acerca de la calidad constructiva de las edificaciones típicas de la zona.

3.2.3.8 DIAGNOSTICO.

Para cada edificación analizada se realizo un diagnostico general de la misma, que permitió determinar su estado patológico, su tipología estructural y todas aquellas características que se consideren de importancia en el análisis de vulnerabilidad general, dicha información se plasmo en una matriz para determinar estadísticamente las características encontradas.

Para esta fase se compilaron sendos informes que se pueden consultar en los en los anexos correspondientes (Anexo VII: FICHAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE VIVIENDA, Tomos III-VIII)

3.2.4 Fase 4

La fase cuatro, contempló el diagnostico general enfocado al cumplimiento de los objetivos de la consultoría, la definición de los lineamientos para el manual y las conclusiones y recomendaciones orientadas a identificar condiciones de vulnerabilidad y definición de otras zonas de la ciudad donde puedan ser aplicables los resultados de este estudio.

En esta fase se plantearon las siguientes consideraciones:

3.2.5 DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA EL MANUAL.

Como producto final de las actividades realizadas, se presenta el presente informe que viene complementado con su correspondiente representación esquemática, los lineamientos y consideraciones técnicas a tener en cuenta para la implementación de un manual dirigido a la comunidad, mediante un lenguaje claro y sencillo que facilite implementar metodologías de construcción pertinentes, que permitan disminuir la vulnerabilidad de viviendas existentes y mejorar la calidad constructiva de los nuevos desarrollos en altura de dichas viviendas, que se construyan a futuro.

3.2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Producto de las labores realizadas, se generarán una serie de conclusiones y recomendaciones orientadas especialmente a identificar condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones estudiadas. Es de anotar que para ampliar el estudio a los demás barrios de Bogotá se estableció un formulario para la auto evaluación de las viviendas de tal forma que se mida el grado de vulnerabilidad

Todas las conclusiones y recomendaciones generadas por este estudio están sustentadas por la clasificación, manejo y análisis de la información recolectada durante el estudio.

4 EVALUACIÓN DE LAS ZONAS PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE ZONAS ESPECÍFICAS.

4.1 ASPECTOS GENERALES

ZONAS ALUVIALES

- **Barrio: La Independencia II Sector, Localidad: Bosa**
- **Bilbao, localidad: Suba**

ZONA DE LADERA.

- **Barrio Centro Norte, Localidad de Usaquén.**
- **Barrio: San Jacinto, Localidad: San Cristóbal**.
- Barrio Caracolí, localidad: Ciudad Bolívar.

4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

4.2.1 Barrio San Bernardino y La Independencia II, Localidad Bosa.

4.2.1.1 Localización y aspectos generales

Este sector se encuentra localizado en al sur occidente de la ciudad, en la localidad de Bosa, en las zonas de ronda del rió Tunjuelo.

4.2.1.2 Aspectos Topográficos

La zona posee pendientes inferiores a un 5% (DAMA), las construcciones se encuentran ubicadas en zonas bajas de inundación del rió Tunjuelo. Lo que ha requerido de la realización de jarillones y obras especiales de protección en la ronda para mitigar el riesgo de inundaciones por posibles crecidas.

Figura 4-1 Vista Satelital del sector San Bernardino: Fuente Google earth

4.2.1.3 Geología Y Geomorfología

La zona esta conformada por depositos cuaternarios de origen aluvial corespondientes a depositos del rio Tunjuelo, son depósitos de gravas con cantos redondeados con tamaño bloques, con intercalaciones de arenas, arcillas organicas y turba. La parte inferior es arenosa, tiene arcillas, turbas y gravas locales. La parte superior son gravas con intercalaciones de arcilla y turba (Ordenagro Ltda., Asesorías Ltda.)

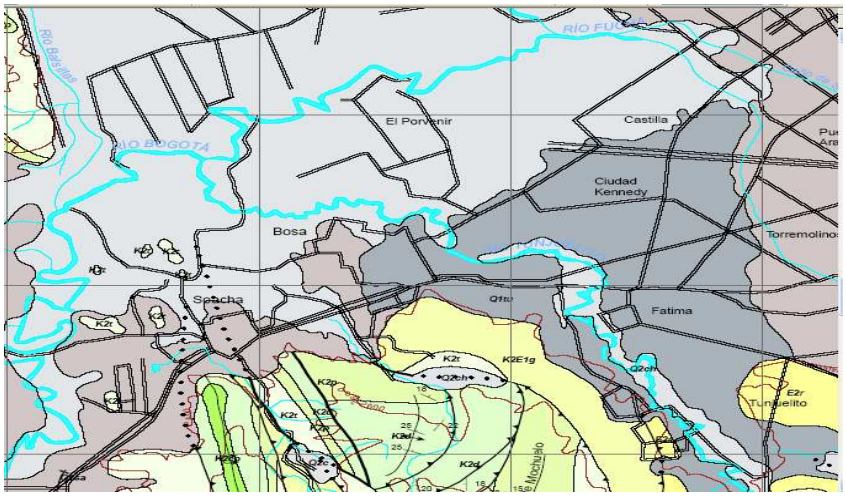


Figura 4-2 Geología del sector de estudio Bosa Independencia fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS

4.2.1.4 Aspectos Geotécnicos

Los depósitos de suelos presentes en la zona de estudio corresponde a intercalaciones de arenas con capas de arcillas y turbas, en esta zona existen depósitos de arena con potencial de licuación alto por su condición de compacidad y su nivel de saturación.

La capa superficial corresponde a materiales de capacidad de soporte adecuada para cimientos superficiales, con condiciones de carga bajas. Lo que se puede deducir del tipo

de viviendas construidas en la zona, que en su mayoría son de 2 y 3 pisos sin presentar problemas.

4.2.1.5 Condiciones de las Edificaciones

La zona de estudio se caracteriza por presentar viviendas de hasta tres pisos, una gran cantidad de las viviendas aun en construcción (Figura 4-4).

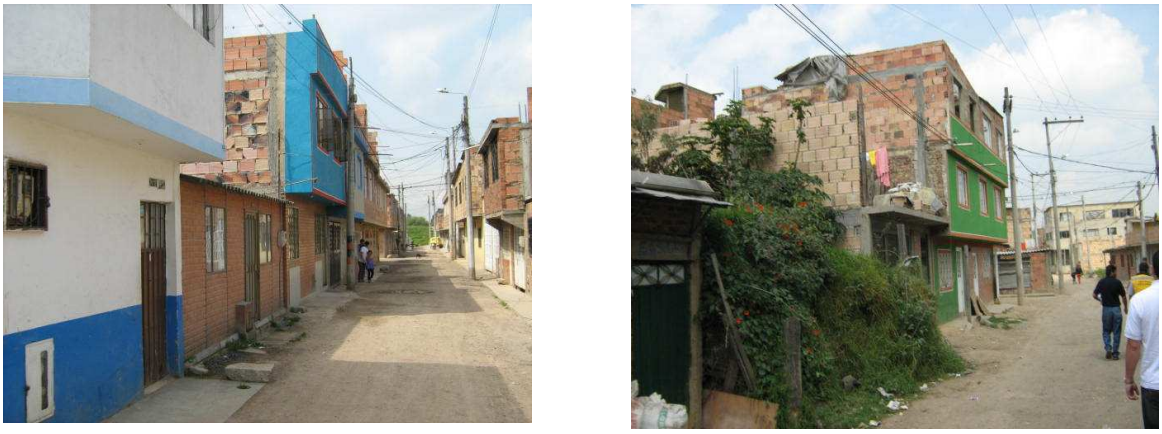


Figura 4-3 Viviendas típicas en el sector

Figura 4-4 Viviendas habitadas sin terminar

Las viviendas presentan diferentes configuraciones estructurales y combina edificaciones ya desarrolladas con viviendas en proceso, lo que permite un mejor análisis de las condiciones estructurales de las edificaciones. Esto sumado a la disposición de la comunidad lo convierten en un sector interesante para el estudio.

4.2.2 BILBAO, LOCALIDAD: SUBA.

4.2.2.1 Localización y aspectos generales

Este sector se encuentra localizado hacia el Noroccidente de la ciudad, en la localidad de SUBA, ubicado en las zonas de ronda del rió Bogotá.

4.2.2.2 Aspectos Topográficos

El área corresponde a una zona plana con pendientes inferiores al 5%, las construcciones se encuentran ubicadas en zonas bajas de inundación del rió Bogotá.

4.2.2.3 Geología y Geomorfología

La zona corresponde a depositos cuaternarios de origen aluvial corespondientes a depositos del rio Bogotá (Figura 4-6) que corresponden a Depósitos de origen fluviolacustre, de la formación Sabana constituidos por arcillas plásticas, turbas, arenas y Diatomitas

Figura 4-5 Vista aérea del barrio Bilbao suba fuente Google earth

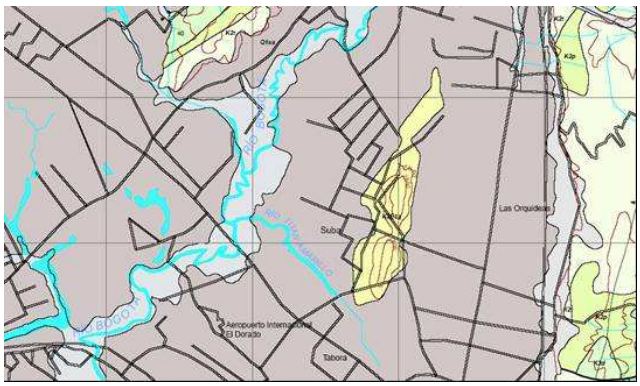


Figura 4-6 Geología del sector de estudio Suba Bilbao fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS

4.2.2.4 Aspectos Geotécnicos

Se encuentran una capa superior de relleno de tipo limoso, subyaciendo una capa de pequeño espesor de arcillas que tiende a ser en su mayoría de alta plasticidad de poco espesor, debajo de estas aparecen arenas con potencial de licuación no tan alto como en la zona del Tunjuelo debido al contenido de finos presente en promedio en la zona del 30% (Duque 2003), lo que nos descarta su aparición en sitios puntuales.

El sector visitado las edificaciones de uno y dos pisos no evidencian problemas de capacidad de soporte, pero algunas de más de tres pisos presentan inclinación lo que indica una capacidad portante insuficiente de la capa superior.

4.2.2.5 Condiciones de las Edificaciones

En el sector la mayoría de las edificaciones están desarrolladas (Figura 4-8), existe un gran predominio de edificaciones de más de dos pisos, el barrio ya cuenta con infraestructura de servicios públicos, uno presenta desarrollo vial, no se observan proceso de construcción ni lotes baldíos, lo que haría difícil el análisis de procedimientos y calidad de la mano de Obra.

El tipo de cimentación utilizado superficial correspondiente a cimiento corrido o zapatas, como ya se mencionó se observan problemas de asentamiento en edificaciones de más de dos pisos, sin embargo, las características en cuanto a riesgo no se consideran tan elevadas como en el sector de Bosa.

Figura 4-7 Viviendas Típicas Bosa

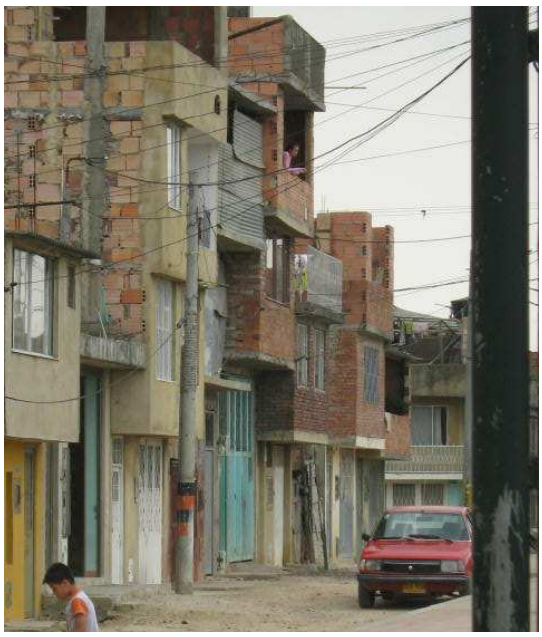


Figura 4-8 Viviendas típicas en el sector Bilbao

4.2.3 BARRIO CERRO NORTE, LOCALIDAD DE USAQUÉN

4.2.3.1 Localización y aspectos generales

Este sector se encuentra hacia el Nororiente de la ciudad, (Figura 4-9) en la localidad de Usaquén, localizada al oriente de la carrera séptima hacia la calle 162.

4.2.3.2 Aspectos Topográficos

La zona corresponde a un sector de alta pendiente superior al 45% lo anterior ha generado una serie de edificaciones de gran altura ubicadas en la ladera (Figura 4-10).

4.2.3.3 Geología y Geomorfología

La zona corresponde a afloramientos rocosos, constituidos por estratos de Areniscas friables, con intercalaciones de liditas, con buzamiento hacia el occidente (Moya y García), que se ha visto afecto por proceso de origen antrópico producto de la explotación de canteras, lo que ha modificado notablemente el paisaje, en la zona se observan diversos procesos de inestabilidad debido a la conformación estructural de las capas con respecto a la pendiente lo que permite el desarrollo de falla planar y que por los escarpes producto de los corte no controlados se han originado procesos de caída de bloques.

Figura 4-9 Vista aérea del barrio Cerro Norte Usaquén. Fuente Google earth

Existen zonas donde afloran arcillolitas que han presentado también fenómenos de inestabilidad, todo debido a los proceso de explotación que se remonta hacia 1940.

4.2.3.4 Aspectos Geotécnicos

Los depósitos de suelos presentes en zonas localizadas corresponden a suelos residuales de los materiales rocosos, en su mayoría las edificaciones se encuentran cimentadas sobre roca con capacidad portante suficiente, lo que ha permitido la construcción de edificaciones de alturas superiores a los 4 pisos por la condición de pendiente.

Figura 4-10 Detalle de edificaciones en pendiente

Los cimientos usados son superficiales complementados con muros de piedra en la zona de mayor pendiente (Figura 4-12).

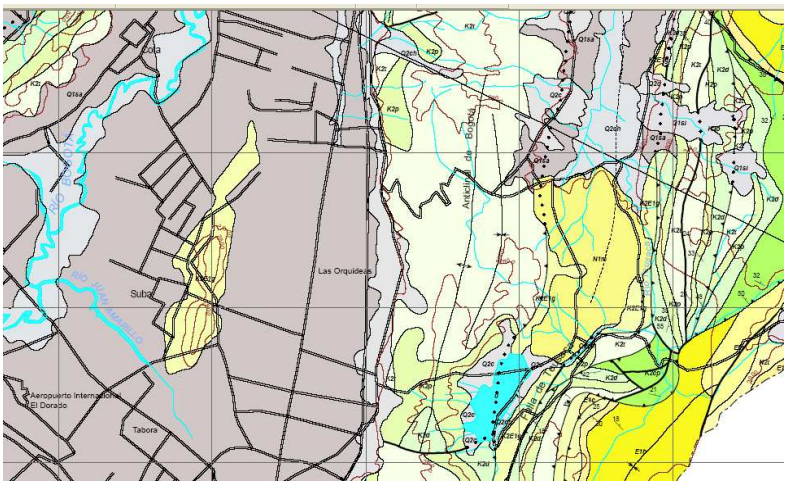


Figura 4-11 Geología del sector de estudio Cerro Norte Usaquén fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS

Como ya se mencionó la zona tiene problemas de inestabilidad de taludes debido a procesos antropogénicos y condiciones estructurales del macizo, adicionalmente por la condición de pendiente se va a presentar amplificación importante de ondas sísmicas. Estos dos factores convierten a la zona en una zona muy importante para estudio desde el punto de vista de amenaza

4.2.3.5 Condiciones de las Edificaciones

Figura 4-12 Detalle cimentación en pendiente

Las edificaciones presentes en el sector van incrementando su altura a medida que se va subiendo por el cerro, y las pendientes son mayores, en la parte baja se observa edificaciones de dos y tres pisos y en la parte alta edificaciones hasta de seis pisos (Figura 4-13).

Figura 4-13 Viviendas típicas en el sector Cerro Norte

4.2.4 BARRIO CARACOLÍ, LOCALIDAD: CIUDAD BOLÍVAR.

4.2.4.1 Localización y aspectos generales

Este sector se encuentra localizado hacia el sur oriente de la ciudad, (Figura 4-14) en la localidad de Ciudad Bolívar localizada, en una zona correspondiente a ladera, el barrio limita con el municipio de Soacha, de acuerdo con la ficha ambiental de la localidad del Dama 2003 , se registra que la localidad de Ciudad Bolívar tiene una extensión de 12998 Hectáreas de las cuales 3237 eran urbanizadas cifra que aumentado significativamente en los últimos años, el barrio según información del SIRE tiene un área de 24 hectáreas.

Figura 4-14 Vista aérea del barrio Caracolí Ciudad Bolivar fuente Google earth

4.2.4.2 Aspectos Topográficos

La zona corresponde a una zona de pendiente media a alta.

4.2.4.3 Geología y Geomorfología

Al tratarse de una zona de ladera los materiales presentes corresponden a materiales duros correspondiente a afloramientos rocosos del grupo Guadalupe (Figura 4-15) constituidos por estratos de areniscas y arcillositas, en algunas zonas se detectan depósitos de origen coluvial producto de fenómenos de inestabilidad antiguos. La zona del barrio Caracolí se encuentra notablemente afectada por tectónismo correspondiente a la falla Terreros, lo que ha generado un alto fracturamiento de los materiales y la generación de depósitos residuales de materiales arcillosos de actividad media.

La zona se encuentra afectada por diferentes procesos de inestabilidad como son flujos de tierra, reptación, caída de bloques, adicionalmente la intervención antrópica a modificado el paisaje mediante la elaboración de rellenos.

4.2.4.4 Aspectos Geotécnicos

Los depósitos de suelos presentes en zonas localizadas corresponden a suelos residuales de los materiales rocosos (Ingemétrica Ltda), los suelos detectados a nivel superficial corresponden a materiales finos con una actividad media, la humedad natural de estos materiales en condición inalterada (sin intervención antrópica) es baja inferior al 10 %, lo que hace a estos suelos susceptibles al transporte de finos “erosión” en presencia del agua.

La capacidad portante de los materiales es la adecuada para el tipo de edificaciones que se desarrollan en la zona en su mayoría de unos y dos pisos, la mayor problemática de la zona se deriva en el inadecuado sistema de acueducto y alcantarillado, que ha derivado en una serie de conexiones irregulares con gran cantidad de fugas de agua y el vertido de

aguas negras sobre el talud, lo que se ha convertido en un gran detonante para la inestabilidad del sector.

4.2.4.5 Condiciones De Las Edificaciones

El sector a pesar de tener aproximadamente 3000 predios es un sector aun en consolidación (Figura 4-16), existen muchos predios sin edificar y de los edificados algunos en primer o segundo piso hasta ahora. No es posible tener claridad sobre la condición final de muchos de los predios que no están terminados y no se podrá prever una vulnerabilidad real sobre estos.

Figura 4-15 Geología del sector de estudio Caracolí Ciudad Bolívar fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS

Figura 4-16 Viviendas típicas en el sector Caracolí

En general se observan patologías e irregularidades similares a las observadas en otras zonas de la ciudad ya consolidadas donde se pueden tomar muestras más representativas sobre viviendas ya terminadas.

4.2.5 BARRIÓ SAN JACINTO, LOCALIDAD: SAN CRISTÓBAL.

4.2.5.1 Localización y aspectos generales

Este sector se encuentra hacia el sur oriente de la ciudad, (Figura 4-17) en la localidad de San Cristóbal localizada, en una zona correspondiente a ladera, se encuentra atravesado por la quebrada Chiguaza (Figura 4-18), de acuerdo con la ficha ambiental de la localidad del Dama 2003 , se registra que la localidad de Ciudad Bolívar tiene una extensión de 1629.2 Hectáreas de las cuales 619 eran urbanizadas y las otras reserva, razón por la cual esta zona presenta un alta densidad poblacional.

4.2.5.2 Aspectos Topográficos

La zona corresponde a una zona de pendiente media a alta.

Figura 4-17 Vista aérea del barrio San Jacinto Ciudad San Cristóbal Fuente Google earth

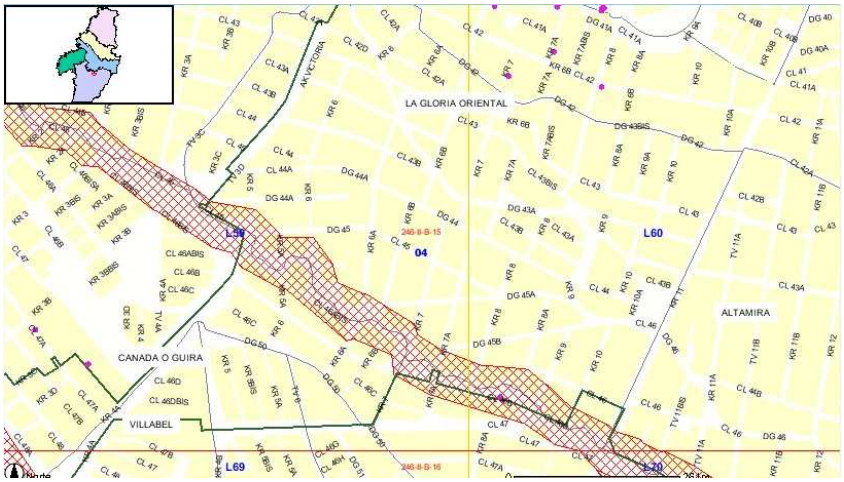


Figura 4-18 Ubicación del Barrio a las zonas de ronda quebrada chiguaza fuente EAAB

4.2.5.3 Geología Y Geomorfología

El sector de estudio se encuentra ubicado en zona de ladera donde afloran la formación Bogotá y Regadera (Figura 4-19), además se encuentran una serie de depósitos cuaternarios no consolidados correspondientes a depósitos de ladera y fluvioglaciales (INGEOMINAS). La zona ha sido sujeto de explotaciones antiguas de canteras que ha producido una serie de depósitos de origen antrópico con los estériles de la explotación. En algunos puntos en los márgenes de la quebrada se observan depósitos aluviales.

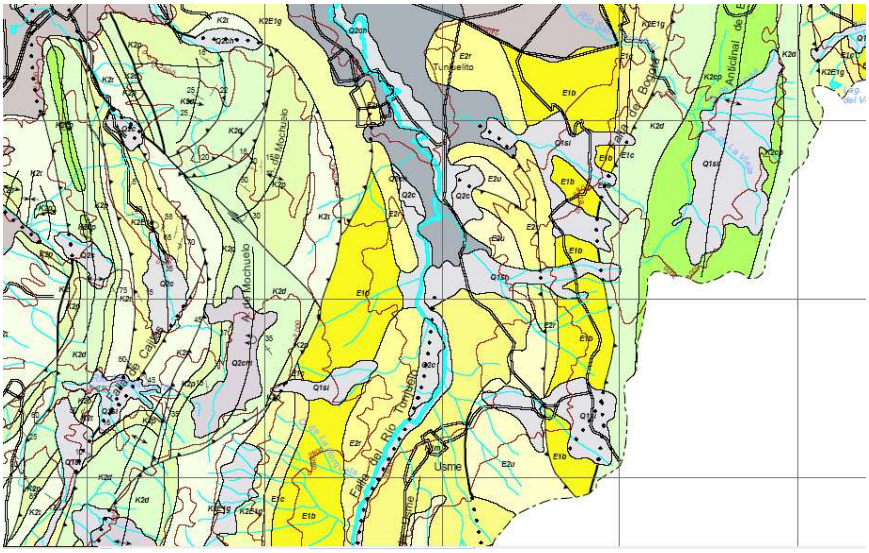


Figura 4-19 Geología del sector de estudio san Jacinto san Cristóbal fuente mapa Geológico sabana Bogotá INGEOMINAS

Los procesos asociados a la quebrada son de orden denudativo, presentándose problemas de inestabilidad en las márgenes producto de la socavación y la intervención

antrópica. Es importante observar que parte de las construcciones existentes se encuentran en la zona de ronda.

4.2.5.4 Aspectos Geotécnicos

Los depósitos de suelos presentes corresponden a materiales finos, con capacidad portante alta lo que permitió el desarrollo de edificaciones hasta cuatro pisos con cimiento superficial. En general los procesos de inestabilidad asociados a esta zona son debidos a procesos erosivos o intervención antrópica. Uno de los factores más interesantes a tener en cuenta es el riesgo de avenidas torrenciales, que ya se han producido en la zona en el pasado afectando viviendas en la ronda, la pendiente favorece amplificación de ondas sísmicas.

4.2.5.5 Condiciones De Las Edificaciones

Esta zona es una zona ya desarrollada, presenta patologías y deficiencias constructivas similares a las observadas en las otras zonas de la ciudad, en general se observan edificaciones entre 2 y 4 pisos ya terminadas en su gran mayoría, esto permitirá una evaluación real de la vulnerabilidad, adicionalmente teniendo en cuenta el objeto del estudio es ideal evaluar zonas de construcción no reciente, que son las que presentan más problemáticas por la falta de regulaciones eficientes en la época de construcción y gran porcentaje de viviendas en estos sectores fueron construidas de forma similar.

Otro de los factores interesantes es observar el desempeño de los materiales con el tiempo y analizar la evolución de las edificaciones en un periodo temporal amplio, esta zona combina factores de riesgos interesantes para su evaluación.

4.3 ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS Y SELECCIÓN DE SITIOS

Teniendo en cuenta la revisión de información disponible, las visitas de campo realizadas se establece el siguiente cuadro de análisis de problemáticas:

Tabla 4-1 MATRIZ DE ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS

SITIO	TIPO	DESLIZAMIENTO	AVALANCHA	INUNDACION	AMPLIFICACION SISMICA	LICUACION	BAJA CAPACIDAD PORTANTE	ESTADO	PROBLEMAS DE SEGURIDAD	DENSIDAD DE PREDIOS	ACCESO
BOSA SAN BERNARDINO	ALUVIAL			X		X	X	EN CONSOLIDACIÓN		ALTA	FACIL
SUBA BILBAO	ALUVIAL			X		X	X	CONSOLIDADO	X	ALTA	COMP
CARACOLI CIUDAD .BOLIVAR	LADERA	X			X			EN CONSOLIDACIÓN	X	BAJA	COMP
SAN JACINTO SAN CR.	LADERA	X	X		X			CONSOLIDADO		ALTA	FACIL
CERRO NORTE USAQUÉN	LADERA	X			X			EN CONSOLIDACIÓN	X	MEDIA	FACIL

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta el objetivo general del proyecto "Desarrollar un estudio para la identificación de patologías constructivas y definición de lineamientos para la reducción de la vulnerabilidad física en los escenarios de ladera y aluvial en la ciudad de Bogotá D.C., a partir de la identificación de las tipologías y calidades constructivas de las edificaciones desarrolladas de manera informal en algunas zonas de ladera y aluvial de la ciudad".

Se han considerado que los mejores sitios para desarrollar el estudio son:

ZONA DE LADERA

Cerro Norte por su pendiente elevada tipos de edificaciones de más de 4 pisos representa sitios de pendiente elevada, con una buena densidad de edificaciones para selección de muestra representativa y aun se encuentran zonas en desarrollo.

Esta representa viviendas en zonas de alta pendiente en zonas de ladera de Bogotá en el norte y sur

San Jacinto sector representativo de las zonas del sur desarrollado en décadas pasadas ente de la vigencia de muchas especificaciones, se encuentra consolidado y se aprecian de todo tipo de patologías y evolución de edificaciones, presenta problemas de inestabilidad y avenidas torrenciales.

Es representativo de los sectores ubicados en el centro y sur de la ciudad que se ubicaron en depósitos fluvioglacial y todos los barrios ubicados en la cuenca de quebradas.

ZONA ALUVIAL

Bosa San Bernardino Las condiciones de riesgo por inundación y de potencial de licuación en sismo generan un escenario favorable, es un sector en desarrollo pero tiene una gran densidad de edificaciones, adicionalmente se cuenta con la colaboración de la comunidad lo que hará fácil el proceso de evaluación.

Es representativo sectores ubicados en llanura aluvial hacia el sur y occidente de la ciudad.

5 ANÁLISIS DE LAS ZONAS ESPECÍFICAS

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO Y DE LAS VIVIENDAS Y METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN DE LAS VIVIENDAS, QUE CONTARON CON LA AUTORIZACIÓN DE SUS HABITANTES.

Como se describe en capítulos precedentes se efectuaron visitas de campo por parte de los profesionales del consorcio, así como se realizó una exhaustiva consulta de fuentes de información secundaria.

Una vez se caracterizaron las zonas de estudio, se procedió al trabajo con la comunidad en cada uno de los sectores escogidos, de tal forma que nos permitieran entrar en las casas que fueran seleccionadas, para ello se realizo una explicación de manera sencilla del objeto y alcance del estudio.

Obtenido el acuerdo con los habitantes, en el sentido de permitirnos el desarrollo del estudio en sus hogares se procedió a realizar recorridos generales de inspección dentro de las zonas de análisis de modo que se pudiéramos obtener criterios para la conformación de las fichas de inspección de las viviendas, que permitirán caracterizar las viviendas seleccionadas, las fichas fueron una ficha Arquitectónica, una de la Estructura y finalmente otra dedicada a las patologías de la Edificación.

Es de anotar que el diseño de estas fichas fue acompañado por el especialista de cada una de las áreas a cubrir. Dentro de los anexos de este documento se podrán encontrar cada una de las fichas mencionadas.

Es importante mencionar que también se diseño y aplico una ficha para el propietario con fines de conocer información que pudiera ser relevante pero más desde un punto de vista social.

El equipo de trabajo seleccionó 20 casas de cada sector apoyados en las recomendaciones del Ingeniero Patólogo y estructural y en la tipología encontrada de las viviendas. En los anexos se podrán encontrar las relaciones de los predios seleccionados y debidamente aprobados por la interventoría, correspondientes a los sectores de Barrio San Jacinto, Cerro Norte en las Localidades de San Cristóbal y Usaquén respectivamente y en los Barrios San Bernardino y La Independencia II de la localidad de Bosa.

Por otra parte dentro del estudio se encuentran identificadas las viviendas seleccionas con el chip y debidamente referenciadas en un mapa de la zona, como se puede apreciar en el anexo IV.

Es de anotar las dificultades en la selección de viviendas del Barrio Cerro Norte donde hubo necesidad de realizar un cambio forzado de las mismas, cuando se adelantaba el trabajo. Este cambio fue necesario por exigencia de los dueños de las viviendas que se negaron a continuar con el proceso.

5.2 BARRIO CERRO NORTE

5.2.1 ASPECTOS POLÍTICOS ENTORNO E HISTORIA

Como se menciono en los análisis generales el barrio Cerro Norte se encuentra ubicado en la localidad de Usaquén, más específicamente en la UPZ San Cristóbal norte (Figura 5-1) que agrupa 18 barrios (Tabla 5-1)

Tabla 5-1 listado de barrios de la UPZ San Cristóbal Norte Localidad Usaquén

1	AINSUCA
2	ALTABLANCA
3	BARRANCAS
4	CALIFORNIA
5	CERRO NORTE
6	DANUBIO
7	DON BOSCO
8	LA PERLA ORIENTAL
9	LAS ARENERAS
10	MILAN (BARRANCAS)
11	SAN CRISTOBAL NORTE
12	SANTA CECILIA NORTE PARTE ALTA
13	SANTA CECILIA PARTE BAJA
14	SANTA TERESA
15	SORATAMA
16	TORCOROMA
17	VILLA NYDIA
18	VILLA OLIVA

La localidad de Usaquén se genera debido al proceso de expansión de la ciudad, su origen se referencia a la constitución del barrio de Usaquén en 1954. De donde toma el nombre de la localidad. Anteriormente estaba constituida por grandes haciendas como Santa Bárbara.

La localidad ha presentado un gran crecimiento demográfico, debido a la llegada de población de otras regiones del país y de la ciudad, la localidad presenta dos tendencias de crecimiento urbanístico: asentamiento de una importante franja de población en viviendas no legalizadas, correspondientes a los estratos socioeconómico bajos, ubicadas en especial en la zona de los cerros; y desarrollo de vivienda tipo apartamento, que han sido construidos en lotes antes no ocupados o que han sustituido las antiguas casas.

De las 6531.3 Ha, 289.74 ha, en el año 2004, correspondían a suelos de expansión, 2719.92 Ha a suelo rural y 3521.66 eran de área Urbana. El área total de la localidad corresponde a un 10.2% del área total de la ciudad

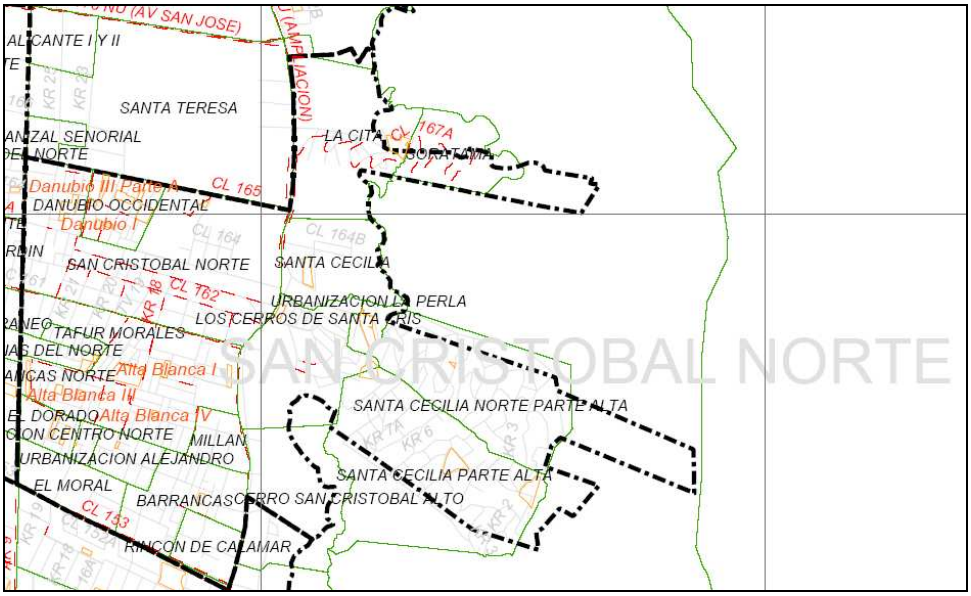


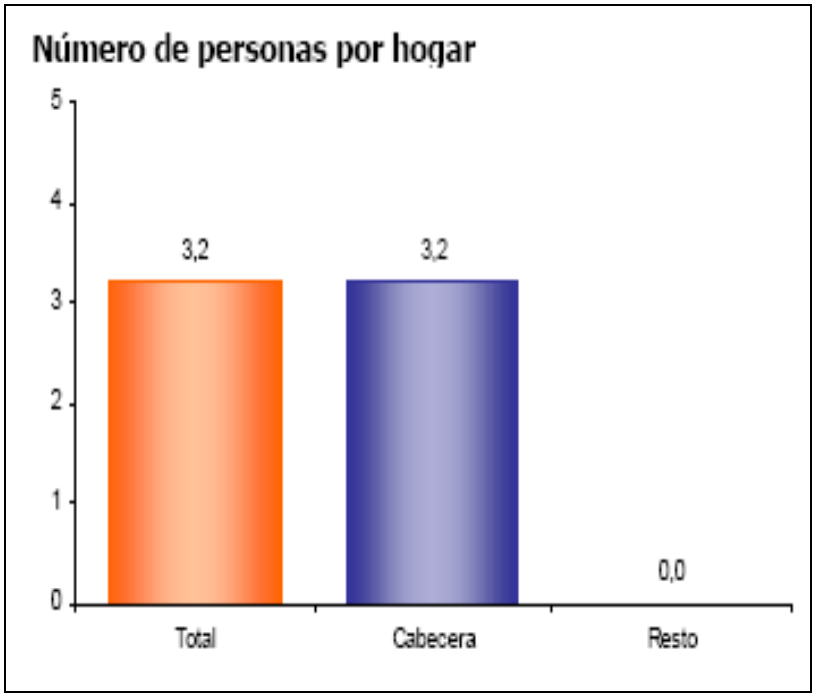
Figura 5-1 División Política de la UPZ San Cristóbal Norte Fuente Plano localidad Usaquén alcaldía Local 2006

De acuerdo con los resultados del censo de 2005, en la localidad la mayoría de la población habita apartamentos (70.9%) mientras que un (23.6%) habita en casas (Figura 5-2), en este grupo se concentra la población del sector Cerro Norte en su mayoría, cabe anotar que en algunas viviendas habitan varias familias diferencia de los otros sitios de la localidad.

5.2.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

De acuerdo con datos de planeación distrital a 2003 la población de la UPZ era de 79697 habitantes correspondiente a un 19% del total de la localidad superada únicamente por la UPZ los cedros, esta población se encontraba distribuida en 311 manzanas. Si se comparan estos datos con los datos de 1993 donde la población era de 57084 habitantes, el crecimiento poblacional en 10 año fue de un 39.6%., la tasa de crecimiento poblacional anual ha ido decreciendo desde valores de 5.10% a 1.50% que es la tasa actual de crecimiento. Para el 2010 se espera un crecimiento total de 6.6% respecto al 2003.

La UPZ San Cristóbal Norte esta estratificada entre 1,2 y 3, siendo predomínate las zonas altas de 1 y 2 que corresponden al sector de estudio, de acuerdo con Diagnóstico realizado por la alcaldía local a 2003 los hogares están constituidos de 4 persona para estrato 1 y 3.6 personas para el estrato dos. En estos estratos Las viviendas generalmente son habitadas por más de un grupo familiar es así como en promedio se tiene una densidad por vivienda de 6.5 personas/vivienda para el estrato uno y de 7.7 para el estrato dos.



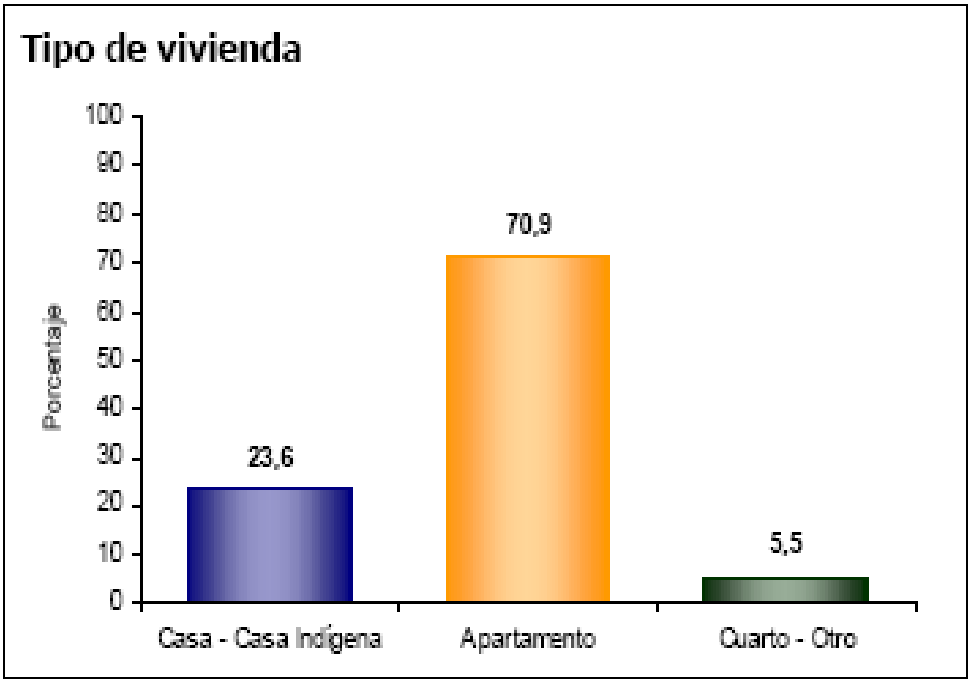


Figura 5-2 Graficas de viviendas localidad de Usaquén Fuente Boletín Censo general 2005 DANE

En el sector de estudio (en la parte alta) no se observan conjuntos de propiedad horizontal, en la parte baja cerca de la carrera séptima aparecen algunos (Figura 5-3).

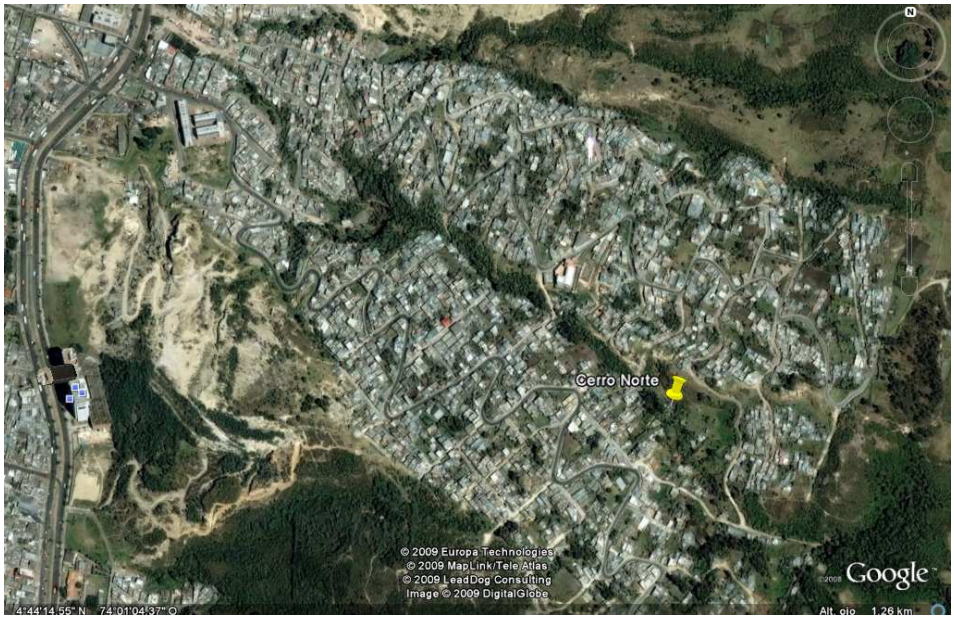


Figura 5-3 Distribución de edificaciones en el cerro Fuente Google Earth

A 2003 la población estrato 1 Y 2 correspondían al 44% de la UPZ, que es la mayoría de la que se ubica en su mayoría en los cerros.

5.2.3 CLIMA

La temperatura media multianual estimada a partir de series históricas de 20 años es de 14℃+-1℃, según diagnostico alcaldía local, la pre cipitación media anual varias de 719mm-1219 mm según las condiciones climatologías reinantes en la ciudad. Tomando como referencia análisis realizados por Ingeoeriesgos 2007 para el barrio Soratama, localizado en la Misma UPZ que Cerro Norte se estimo una precipitación media a partir de la información de las series de datos de las estaciones más cercanas al área de estudio. De acuerdo a lo consultado en las entidades IDEAM, CAR y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se tomaron como referencia las estaciones de Serrezuela y Contador, estaciones operadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Se encontraron los valores medios mensuales y anuales (Tabla 5-2 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm)Tabla 5-2,Tabla 5-3)

Tabla 5-2 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm)

ESTACIÓN	MESES												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Serrezuela	85.6	70.2	94.7	111.6	104.8	61.6	51.0	53.1	62.8	112.1	106.6	76.5	990.6
Contador	51.0	74.1	88.8	113.3	90.8	51.5	38.3	36.8	49.2	128.1	129.2	76.7	927.8
Promedio	68.3	72.2	91.8	112.5	97.8	56.6	44.7	44.9	56.0	120.1	117.9	76.6	959.2
P %	7.1	7.5	9.6	11.7	10.2	5.9	4.7	4.7	5.8	12.5	12.3	8.0	100.0

Tabla 5-3 Elementos de Clima Estación Planta Wiesner

ELEMENTOS DE CLIMA	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura media	13.0	13.2	13.3	13.4	12.9	12.2	11.8	11.9	12.3	12.9	12.9	13.0
Humedad Relativa %	74	75	77	80	82	84	83	82	79	80	80	77
Brillo solar (hr)	136.5	128.7	118.7	86.8	106.5	96.7	109.6	105.8	116.9	107.9	103.4	134.2
Evaporación tanque (mm)	91.5	73.2	83.5	73.3	71.8	65.8	69.2	64.4	73.0	80.1	70.4	78.0

Tabla 5-4 Ecuación IDF Estación Serrezuela- EAAB E.S.P

ESTACIÓN SERREZUELA			
Tr (años)	**C1**	**Xo**	**C2**
3	4284.9	35.9	-1.07
5	5093.1	36.2	-1.08
10	5821.5	36.2	-1.07
25	6885.1	36.3	-1.07
50	7480	36	-1.07
100	8080.3	35.8	-1.06

Tabla 5-5 Ecuación IDF Estación El Contador - EAAB E.S.P

ESTACIÓN EL CONTADOR			
Tr (años)	**C1**	**Xo**	**C2**
3	5385.4	28.3	-1.09
5	6223.7	28.1	-1.1
10	7072.5	27.7	-1.1
25	8202.6	27.2	-1.11
50	9042.1	27	-1.11
100	9864	26.8	-1.11

Tabla 5-6 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno y duración.

ESTACIÓN SERREZUELA								
Duración (min.)	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**60**	**120**
Tr	**I (mm/hr)**							
3	80.8	71.4	63.9	57.8	52.8	48.5	32.5	19.3
5	91.8	81.1	72.6	65.7	59.9	55.0	36.7	21.8
10	108.9	96.4	86.3	78.1	71.3	65.6	44.0	26.2
25	128.5	113.7	101.9	92.2	84.2	77.4	51.9	30.9
50	140.7	124.4	111.4	100.8	92.0	84.5	56.6	33.7
100	158.5	140.3	125.7	113.8	103.9	95.5	64.1	38.3

ESTACIÓN EL CONTADOR								
Duración (min.)	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**60**	**120**
Tr	**I (mm/hr)**							
3	118.0	101.3	88.6	78.7	70.6	64.1	40.7	23.2
5	132.5	113.5	99.1	87.8	78.8	71.4	45.1	25.5
10	152.6	130.5	113.8	100.7	90.3	81.7	51.6	29.1
25	173.9	148.1	128.8	113.7	101.7	91.9	57.5	32.2
50	193.0	164.3	142.7	126.0	112.6	101.7	63.6	35.5
100	212.0	180.3	156.5	138.1	123.4	111.4	69.5	38.8

Se registro valores totales multianuales de 927.8 mm para Contador y 990.6 mm para Serrezuela.

Dada la localización de las estaciones con respecto al área de estudio, la precipitación media se obtuvo como el promedio aritmético de los valores anuales correspondientes a las dos estaciones citadas. El promedio anual multianual de precipitación representativo para el área de estudio es de 959.2 milímetros, el cual es un valor que se estima normal para el régimen de lluvias de los cerros nororientales de Bogotá en la ubicación y altitud correspondientes. Este dato se contrastó con la información contenida en el mapa de isoyetas (Figura 5-4) de "Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Varias Localidades de Santafe de Bogotá" (INGEOCIM - UPES, 1998), Del patrón de isoyetas del mapa se puede observar que en el área de interés la precipitación media multianual está entre 800 y 1000 milímetros, correspondiendo con la información extractada de las estaciones Contador y Serrezuela.

En el mismo estudio se escogió la estación Planta Wiesner para establecer las características representativas del régimen climático del área de interés. Esta estación se encuentra muy cercana a la estación Serrezuela, con altitud, longitud y elevación similares.

5.2.3.1 Variación interanual

La forma como la precipitación varía dentro del año o variación interanual, se caracterizó mediante la determinación de la cantidad de precipitación media multianual correspondiente a cada mes en particular, expresado como porcentaje de la precipitación total anual multianual para los registros promedio generados con las tres estaciones de apoyo, (Figura 5-5)

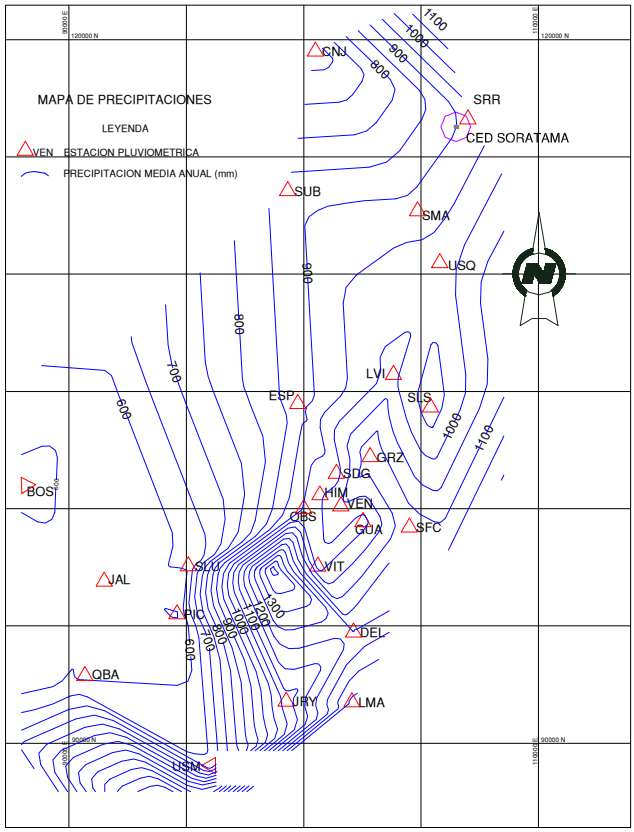


Figura 5-4 Variación espacial de precipitación fuente (INGEOCIM 1998)

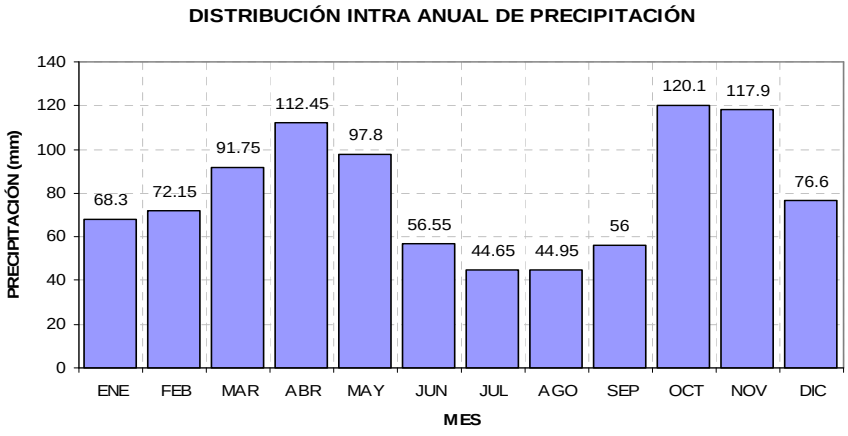


Figura 5-5 Precipitación distribución interanual del área

Al analizar la Figura 5-5, se observa que la precipitación en el área presenta una distribución bimodal. El primer período de lluvias corresponde a los meses de marzo, abril

y mayo, en el ocurre el 31.5 % del total anual de la precipitación. Sigue a este el segundo periodo de lluvias sobre los meses de octubre y noviembre en donde ocurre el 24.8% del total anual. El periodo seco o de lluvias bajas más marcado se presenta en los meses de julio y agosto con un total de 9.3% del total anual de la precipitación. El mes más seco es el mes de julio con 4.7% y el más lluvioso seria octubre con 12.5%.

5.2.3.2 Relaciones de Intensidad, Duración y Frecuencia

Como elemento de referencia en la evolución de procesos de erosión de ladera, se desarrolló el análisis de la relación de Intensidad Duración Frecuencia. Para esto se utilizó como base las curvas IDF desarrolladas por la EAAB-ESP para la zona, correspondientes a la estación Serrezuela y Contador.

La ecuación de las curvas IDF – EAAB E.S.P. es de la forma:

$$I = C_1 \left(Duración + X_0 \right)^{C2}$$

En donde la Intensidad se trabaja en mm/h y la Duración en minutos. Las Constantes para el uso de la ecuación se presentan en la Tabla 5-8 Ecuación IDF Estación La Picota - EAAB E.S.P.

Aplicando la anterior expresión, se obtuvieron los valores de intensidad en mm/hr para diferentes periodos de retorno y duraciones de lluvias hasta 120 minutos, los cuales se presentan en la Tabla 5-9. Estos son de utilidad para la estimación de caudales de escorrentía probables en estos sectores para un área específica en un periodo de retorno seleccionado. Las curvas IDF para las dos estaciones mencionadas se presentan en la Figura 5-6 y la Figura 5-7.

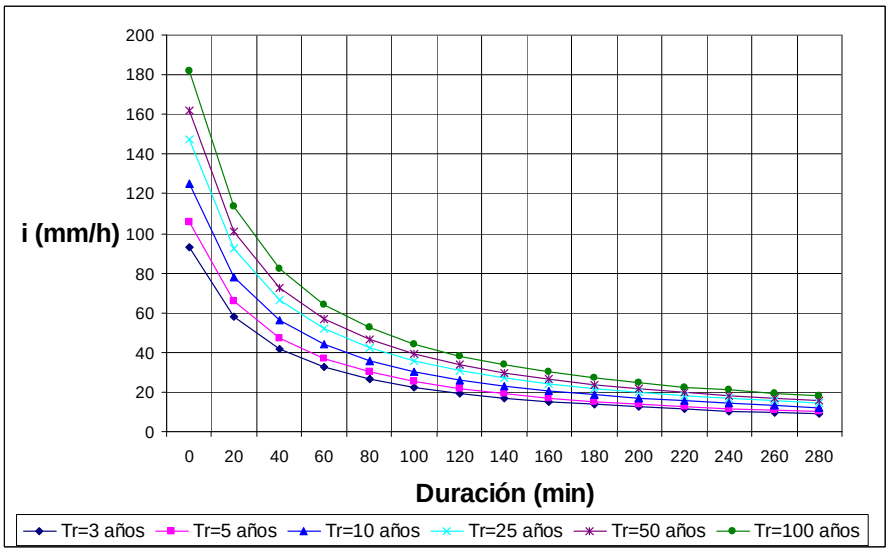


Figura 5-6 Curva IDF estación Zerrezuela

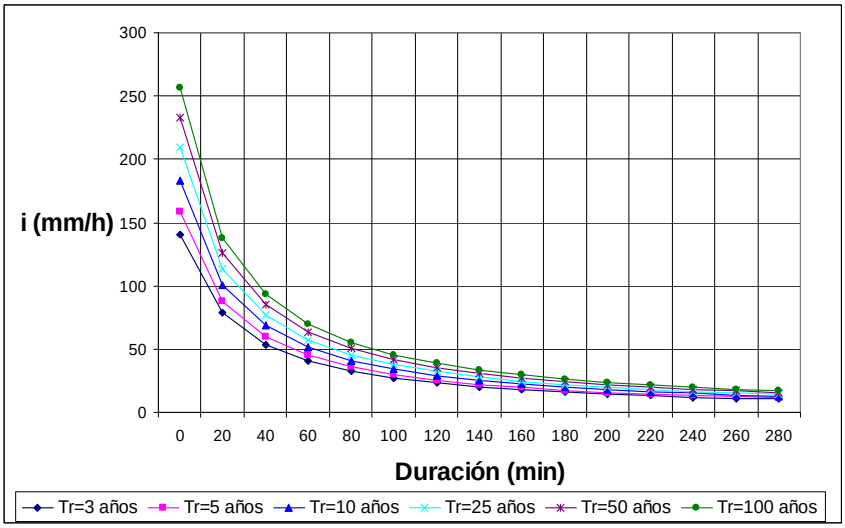


Figura 5-7 Curva IDF estación Contador

5.2.3.3 Lluvia Crítica

Para el análisis de la influencia de la precipitación como detonante de movimientos en masa, se tomó como referencia el estudio: Castellanos, R., Gonzalez A.J. (1997). - *Algunas Relaciones de Precipitación Crítica - Duración que Disparan Movimientos en Masa en Colombia* - 2º. Simposio Panamericano de Deslizamientos - Vol. 2 pp. 863-878 - ABMS - Río de Janeiro, Noviembre 1997. Según este, la lluvia crítica se relaciona directamente con la lluvia media multianual (mm) y con la duración en días de esta lluvia crítica. De acuerdo con estos, se adoptaron las lluvias críticas estimadas para las estaciones de Serrezuela y Contador, según el ajuste para Cerros Orientales, así:

Estación Serrezuela: ***2800 m.s.n.m***

Lluvia crítica = 12.6326 + 0.1814 * 990.6 m.m = 192 mm.

Duración = 0.04923 * 192 mm = 10 días.

Estación Contador: ***2597 m.s.n.m***

Lluvia crítica = 12.6326 + 0.1814* 927.8 m.m = 181 mm.

Duración = 0.04923 * 181 mm = 9 días.

Las dos estaciones representan adecuadamente las condiciones de elevación del barrio Cerro Norte por sus elevaciones respecto al nivel del mar. Estos resultados se interpretan como la cantidad de lluvia antecedente que sería probablemente crítica para este sector si se presentase de manera consecutiva durante un periodo de nueve o diez días, de acuerdo a los eventos históricos estudiados en la referencia.

.

Tabla 5-7 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm)

ESTACIÓN	MESES												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Serrezuela	85.6	70.2	94.7	111.6	104.8	61.6	51.0	53.1	62.8	112.1	106.6	76.5	990.6
Contador	51.0	74.1	88.8	113.3	90.8	51.5	38.3	36.8	49.2	128.1	129.2	76.7	927.8
Promedio	68.3	72.2	91.8	112.5	97.8	56.6	44.7	44.9	56.0	120.1	117.9	76.6	959.2
P %	7.1	7.5	9.6	11.7	10.2	5.9	4.7	4.7	5.8	12.5	12.3	8.0	100.0

Tabla 5-8 Ecuación IDF Estación La Picota - EAAB E.S.P

ESTACIÓN SERREZUELA			
Tr (años)	**C1**	**Xo**	**C2**
3	4284.9	35.9	-1.07
5	5093.1	36.2	-1.08
10	5821.5	36.2	-1.07
25	6885.1	36.3	-1.07
50	7480	36	-1.07
100	8080.3	35.8	-1.06

ESTACIÓN EL CONTADOR			
Tr (años)	**C1**	**Xo**	**C2**
3	5385.4	28.3	-1.09
5	6223.7	28.1	-1.1
10	7072.5	27.7	-1.1
25	8202.6	27.2	-1.11
50	9042.1	27	-1.11
100	9864	26.8	-1.11

Tabla 5-9 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno y duración.

ESTACIÓN SERREZUELA								
Duración (min.)	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**60**	**120**
Tr	**I (mm/hr)**							
3	80.8	71.4	63.9	57.8	52.8	48.5	32.5	19.3
5	91.8	81.1	72.6	65.7	59.9	55.0	36.7	21.8
10	108.9	96.4	86.3	78.1	71.3	65.6	44.0	26.2
25	128.5	113.7	101.9	92.2	84.2	77.4	51.9	30.9
50	140.7	124.4	111.4	100.8	92.0	84.5	56.6	33.7
100	158.5	140.3	125.7	113.8	103.9	95.5	64.1	38.3

ESTACIÓN EL CONTADOR								
Duración (min.)	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**60**	**120**
Tr	**I (mm/hr)**							
3	118.0	101.3	88.6	78.7	70.6	64.1	40.7	23.2
5	132.5	113.5	99.1	87.8	78.8	71.4	45.1	25.5
10	152.6	130.5	113.8	100.7	90.3	81.7	51.6	29.1
25	173.9	148.1	128.8	113.7	101.7	91.9	57.5	32.2
50	193.0	164.3	142.7	126.0	112.6	101.7	63.6	35.5
100	212.0	180.3	156.5	138.1	123.4	111.4	69.5	38.8

5.2.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.2.4.1 Marco Geológico Regional

El barrio centro Norte se localiza en el borde oriental de la Sabana de Bogotá, correspondiente a un extenso altiplano dispuesto en el eje longitudinal de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos. La Sabana de Bogotá, y en general el altiplano, corresponde a un extenso relleno vulcano-clástico que colmató la parte alta y media de los valles de los Ríos Bogotá (al sur) y Suárez (al norte). Los bordes de este elemento geomorfológico, lo constituyen una serie de Serranías rocosas que presentan básicamente un "tren" estructural con rumbos NS a NE. En el caso de los alrededores a la ciudad de Bogotá, y en el caso de los cerros orientales, mantienen esta orientación, conformando una serie de pliegues, y hasta inversiones locales, en casos afectados por fracturas transversales.

Se ubica hacia la porción norte de los cerros orientales de Bogotá, que en el sector conforman morfología montañosa, con laderas largas de pendientes fuertes a abruptas. Estructuralmente esta zona constituye el flanco occidental del denominado anticlinal de Usaquén (INGEOMINAS, 1997), estructura simétrica con rumbo sur norte, conformada por la formación Areniscas de Labor y Tierna del grupo Guadalupe. El buzamiento general de los estratos es hacia el noroeste, con valores suaves – entre 10º y 20º. El límite entre el sector montañoso y la planicie occidental de la Sabana, que aproximadamente coincide con la carrera 7ª, coincide con el trazo de una falla de carácter inverso y buzamiento al oriente, denominada falla Alto el Cabo (INGEOMINAS, 1997).

Investigaciones recientes en la Sabana de Bogotá y sus alrededores (Galvis, J., et. al., 2007), han podido confirmar e identificar que buena parte de las serranías que se encuentran y confinan al altiplano de la cordillera, están compuestas por rocas volcánicas, derivadas de un volcanismo de tipo ignimbrítico. Estas rocas cubren de manera discordante las secuencias pertenecientes al cretáceo y al menos del terciario medio. Esta condición en ocasiones ha conducido a interpretaciones estructurales complejas ante la presencia de "brechas" y de relaciones estratigráficas donde las secuencias con carbones aparecen cubiertas con rocas similares a las del grupo Guadalupe.

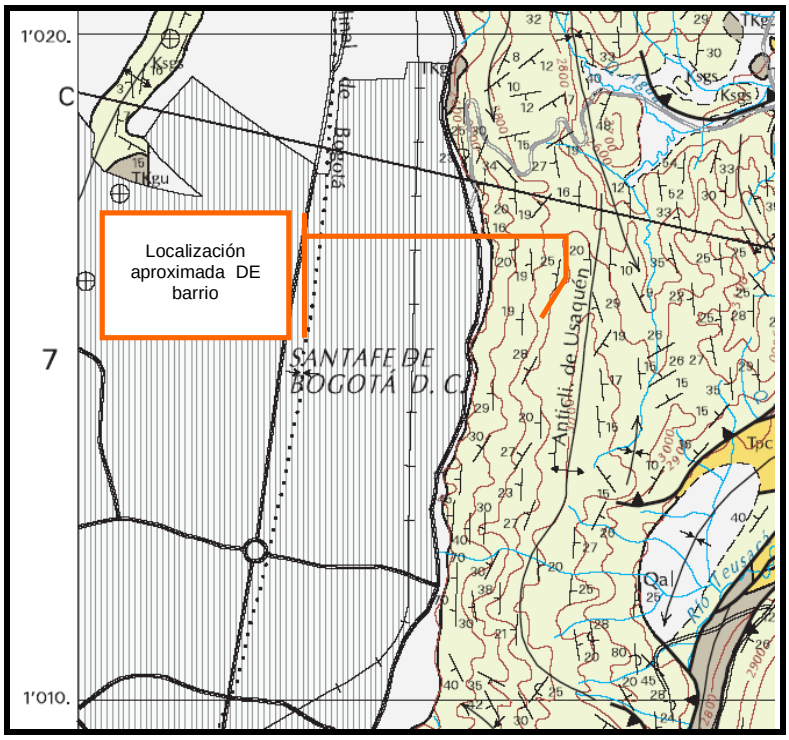


Figura 5-8 Geología regional tomada del Mapa geológico del cuadrángulo K11, Zipaquira. INGEOMINAS 1975.

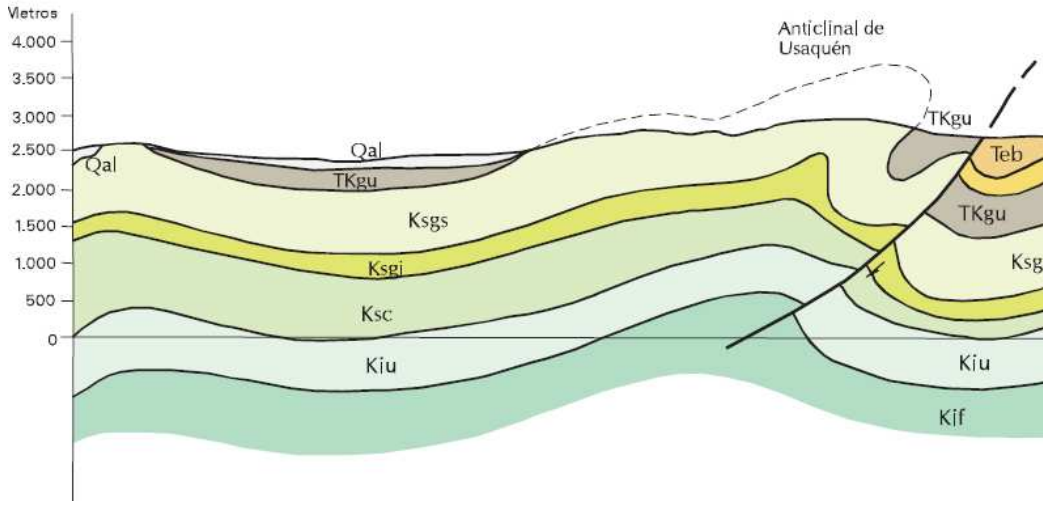


Figura 5-9 Perfil Geológico, Tomado del Cuadrángulo K-11, zipaquira. Coincide aproximadamente a la altura de la zona.

5.2.4.2 Estratigrafía Regional

Formación Guadalupe Superior (Ksgs):

Julivert, M., (1968), en el "*Lexique Stratigraphique Internacional*", considera que el sentido del término de la Formación Guadalupe es: "…El Guadalupe es la parte arenosa del Cretáceo superior que queda comprendida entre las formaciones Villeta (al W de la Sabana) o Chipaque (al E de la Sabana) y Guaduas; La Formación Guadalupe está formada sobre todo por areniscas aunque posee importantes intercalaciones de arcilla y sobre todo porcelanitas".

Juivert (op.cit), con respecto a la parte superior de la formación, mas adelante la describe con cierto detalle según los diferentes miembros de arriba hacia abajo: "Arenisca Tierna, 50 a 150 m (páramo de Choachí y Usaquén respectivamente), de tamaño de grano muy variable, que llega hasta grueso, con frecuente estratificación cruzada y que se explota como arena en toda la región de la Sabana; Arenisca Labor, 75 m., de tamaño de grano constante, en el límite medio-fino más compacta que la anterior y a veces con intercalaciones de porcelanitas, se utiliza en construcción cortándola en grande bloques; Nivel de Plaeners, 150 m., formado por arcillas y porcelanitas y algunas areniscas finísimas en capas delgadas…."

Tal como se define en el cuadrángulo K11, Zipaquira de 1975, se define como formación Guadalupe Superior. Ingeominas (1975), En la parte superior (*correspondiente a la que compone el flanco occidental de la Serranía de Guadalupe*), aflora arenisca cuarzosa, dura a friable, de grano medio a grueso, gris clara, localmente maciza, comúnmente con estratificación cruzada, en la parte media, limolita cuarzosa, silícea, en capas delgadas y localmente arcillolita limosa gris oscura; en la parte inferior, arenisca cuarzosa, generalmente maciza, de grano medio, gris claro y localmente arcillolita, gris oscura.

Formación Guaduas (TKgu):

Igualmente en el "Lexique Stratigraphique Internacional", Julivert (1968), indica: "…el Guaduas está limitado en su parte inferior por la Formación Guadalupe, y en la parte superior por la Arenisca Cacho. Está formado principalmente por una sucesión lutitica con intercalaciones de areniscas y capas de Carbón; dos de las intercalaciones de arenisca destacan particularmente y constituyen dos bueno niveles-guía. Estas areniscas se han denominado Guía, la inferior y Lajosa, la superior."

Está compuesta por arcillolita y limolita arcillosa abigarrada en la parte superior y por arenisca cuarzosa arcillosa de grano fino a medio y friable hacia la parte inferior y contacto con la anterior Formación, Guadalupe Superior.

5.2.4.3 Geomorfología: Formas y Procesos

Consiste de una vertiente compuesta básicamente por laderas rocosas estructurales, las cuales se superponen conformando una serie de escalones topográficos. El drenaje corresponde a canales de 1er. a 2º. Orden en patrón paralelo consecuente, hasta ligeramente radial centrifugo en la parte terminal de la serranía.

La vertiente presenta una pendiente más o menos constante, modificada de manera severa ante la explotación indiscriminada de material para construcción. La cima, o parte superior de la serranía, presenta un filo angosto de carácter rocoso, más o menos definido; inmediatamente por debajo, se observa la presencia de un escalón topográfico, ligeramente ondulado, con un ancho de unos 300 m. Desde este sitio se aprecia una pendiente constante, de tipo rectilínea y rocosa, que se prolonga hasta el empalme con la Sabana de Bogotá, o de sutiles conos de deyección que han conformado las líneas de drenaje natural.

Los canales naturales presentan geometría angosta y profunda dentro de la masa rocosa, a manera de zanjones. En la parte superior los canales de mayor longitud, exponen una notoria flexura y acomodamiento de trazos con dirección NS a SN, para luego descender con dirección al W.

Localmente son frecuentes algunos depósitos o acumulaciones de tipo glacio-fluvial/conos de deyección, los cuales se concentran hacia el f ondo de las líneas de drenaje natural. Están compuestas por bloques de arenisca en matriz areno limosas, con cubierta irregular de suelos orgánicos.

5.2.4.4 Geología Estructural

El área de influencia se localiza sobre el flanco Oriental del pliegue denominado anticlinal de Usaquen. Se trata de una estructura regional de rumbo Norte – Sur, con flexuras locales y de condición ligeramente asimétrica. Este flanco presenta buzamientos suaves en la parte superior y aumenta hasta unos 30º en la base donde empalma con la Sabana de Bogotá.

La serranía de “Usaquén – Sopó”, en Ingeominas (1975), interpreta la presencia de un pliegue anticlinal asimétrico ligeramente volcado hacia el oriente, ver **Figura 5-8** y Figura 5-9. Básicamente está conformado por la Formación Guadalupe superior, y solo en su flanco oriental aflora la Formación Guaduas. El flanco occidental, expone buzamientos bajos de unos 20 a 30º al W, los cuales hacia el núcleo, y cima de la serranía tienden a ser horizontales, para cambiar su dirección hacia el E en el flanco oriental, hacia el valle del río Teusacá.

No hay suficientes elementos para el trazo de la falla de Bogotá, considerada en estudios posteriores al mencionado, Ingeominas (1975). No existen rasgos o trazas definitivas, que permitan considerarla. De existir deberían registrarse condiciones en la masa rocosa y en el área de influencia. De existir una falla de tipo inversa o de cabalgamiento, como lo sugieren algunos autores, implica el desarrollo de una amplia zona de fracturación, condición que no se observa en los extensos afloramientos correspondientes a los frentes de explotación existentes. Por el contrario, la disposición estructural se observa disturbada solo con algunas flexuras y modificaciones puntuales, nunca con fracturas o brechamiento que debe producir una falla de esta naturaleza y magnitud.

En la foto-interpretación realizada en imágenes de diferentes épocas no se registran elementos o condiciones que permitan identificar desplazamientos o basculamientos en los sedimentos del cuaternario.

5.2.5 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

En el sector de estudio se encuentran depósitos superficiales cuaternarios correspondientes a depósitos residuales, coluviales, fluvioglaciales o de origen antrópico

según la zona en general en la zona superior se presenta un material que corresponde a un Arcilla limosa color gris (Figura 5-10) de consistencia media a firme en condición de humedad natural y blanda en estado de saturación (Figura 5-11), con esporádica presencia de gravas de tamaño inferior a 1". Presenta Humedad natural entre 12.0% y 19.0% con promedio de 15.5%, su plasticidad es baja con índice de plasticidad (IP) que varía de 8.2% a 14.2% con un promedio de 11.2%. Su peso unitario total es de 1.79 Ton/m³. Sus parámetros de resistencia al corte (CD) en condición inundada son del orden de 24.5º de ángulo de fricción y 0.1 Ton/m² de cohesión su espesor varia de 0.3-1.5m según la zona.

Figura 5-10 Detalle de los depósitos superficiales tipo Arcilla limosa color gris

Figura 5-11 Variación de consistencia con el cambio de humedad capa superficial Cerro Norte

Subyaciendo a la capa superficial se localizan unos depósitos de suelo residual (Figura 5-12), de arenisca y limolitas según el sector del barrio, su tono varia de abigarrado a pardo amarillento, al observar la texturas se observan fragmentos de cuarzo. La resistencia de este material es media a alta Sus parámetros de resistencia al corte (CD) con humedad natural son del orden de 31.5º de ángulo de fricción y entre 1.1 Ton/m² y 4.5 Ton/m² de cohesión. Su espesor es variable entre (1 -2)m según el sitio

Figura 5-12 Detalle de los depósitos subyacentes a la capa superficial (residuales y coluvial) Cerro Norte

Posteriormente aparece la roca que corresponde en su mayoría a estratos de limolita color habano, encontrándose en algunos puntos areniscas cuarzosa algo arcillosa de color amarillo con presencia de oxidaciones en profundidad, (Figura 5-13), en general se presenta alternancias entre estratos de arenisca y limolitas y su buzamiento cambia debido a tectonismo en un corto trayecto. La limolita se encuentra en capas de poco espesor lo que facilita su alteración mientras que la arenisca es de carácter más masivo.

Figura 5-13 Detalle de la roca aflorante en diferentes sitios Cerro Norte

En cuanto a la arenisca. Su grano es de tamaño medio a fino, con un RQD promedio de 73.5%. El buzamiento es subparalelo a la pendiente topográfica con ángulos de 20º a 25º

hacia el occidente. La estratificación es masiva con intercalaciones esporádicas de algunos niveles delgados de limolita y arcillolita. Su peso unitario total es de 2.20 Ton/m³.

Según perforaciones, dentro del área se encuentran zonas en que el material es denso y en otras algo poroso, de los cuales se obtiene un valor de resistencia a la compresión inconfinada de entre 2552- 5322 Ton/m² .

5.2.6 INSPECCIÓN PATOLÓGICA GENERAL DEL SECTOR

La inspección patológica se realizó sobre todos los elementos presentes en el espacio público incluyendo fachadas, vías, cerramientos etc. y su finalidad fue verificar si existen o no manifestaciones patológicas originadas por factores comunes que puedan indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas. Para estos se realizo un recorrido por el barrio. Observando la infraestructura y fachadas encontrando los siguientes aspectos relevantes:

Infraestructura vial

El barrio tiene una vía principal que lo recorre desde la parte baja hasta la parte más alta (Figura 5-14) aunque su nomenclatura cambie se puede considerar como una sola vía esta ,fue construida en pavimento rígido, y a lo largo de esta se ha venido desarrollando la expansión del barrio

Figura 5-14 Estado de la vía principal Cerro Norte en diferentes puntos

El estado superficial de la vía es bueno no evidencia ningún tipo de fractura que indique procesos de inestabilidad en la vía, al observar las juntas de las losas no se observa ningún proceso que indique fenómenos de socavación por acción del agua, la vía tiene sardinel en ambos costados lo que permite el manejo de aguas hasta cierto volumen pues su altura no es mas de 10cm en algunos puntos lo que genera desbordamientos en lluvias intensas.

En sentido normal a la vía se desarrollan vías secundarias, las correspondientes a la parte baja y media del cerro tienen estructura de pavimento rígido, articulado (Figura 5-15), en muchos de los casos por su geometría deficiente, debido al proceso de asentamiento no controlado, su uso es solo peatonal, por lo que se han construido escaleras. (Figura 5-16) En la parte alta las vías transversales (N-S) no tienen una estructura de pavimento, están constituidas por material de afirmado, la geometría de esta vías es irregular, no existen andenes. Se observan sobre estas acanalamientos por socavación debido a flujos no controlados de agua

Figura 5-15 Estado vías secundarias Cerro Norte

Figura 5-16 Escaleras vías secundarias

Figura 5-17 Vías secundarias sin estructura de pavimento Cerro Norte

En general los andenes existen en las vías de la parte media y baja del barrio la mayoría son en concreto, su geometría es irregular, especialmente en la zona de curvas en general no presentan ningún tipo de fisura o daño relevante asociado a problemas de índole regional, como ya se menciono el barrio cuenta con gran cantidad de circulaciones tipo escalera en las calle sentido E-W, normal a la pendiente máxima del terreno, las cuales se encuentran en buen estado.

Figura 5-18 Estado andenes barrio Cerro Norte

Acueducto, Alcantarillado y estructuras de drenaje

El sector cuenta con redes de acueducto y alcantarillado (Figura 5-19) la cual se desarrolla a lo largo de la vía principal

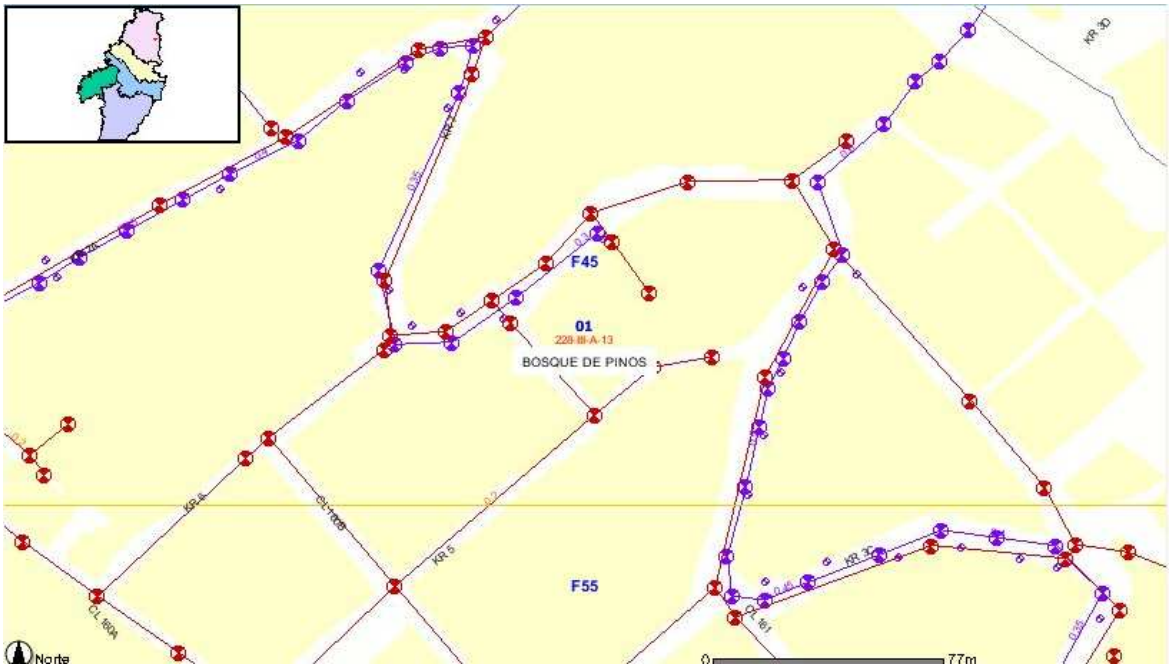


Figura 5-19 Detalle red de alcantarillado zona elegida Fuente SIG -EEAB

En la zona hay redes de alcantarillado combinado y pluvial, no se observan daños sobre la red principal que puedan evidenciar daños de movimientos en masa o fenómenos de tipo regional. Las problemáticas son de orden local en las conexiones a la red de las viviendas (Figura 5-20), se observan fallas en las cajas de inspección, conexiones sin realizar que arrojan aguas al terreno, tuberías expuestas susceptibles a daño que son ubicadas por el talud sin ninguna protección que pueden ser detonantes de fenómenos de inestabilidad.

Figura 5-20 Problemas en conexiones a la red de alcantarillado

En cuanto a las estructuras de drenaje pluvial, el barrio está provisto de un alcantarillado pluvial, se presenta cunetas y disipadores de energía (Figura 5-22) para conducir aguas de escorrentía, sin embargo estas se desbordan en la lluvia debido a que los sumideros no están funcionando adecuadamente ya que se encuentran colmatados con residuos(Figura 5-21),al inspeccionarlas en diferentes puntos del barrio no se observan problemas de fisuración que evidencien movimientos

Figura 5-21 Sumideros colmatados en diferntes puntos del barrio Cerro Norte

Las conexiones de acueducto a las vivienda también son tratadas de forma ineficiente, dejando expuesta la red y vulnerable a daños (Figura 5-23), siendo un factor que puede generar saturación del terreno y movimientos en masa futuros

Figura 5-22 Detalles de estructuras de drenaje superficial

Figura 5-23 Detalle de conexiones expuestas de acueducto Cerro Norte

Redes eléctricas y de teléfono

Las redes de energía y teléfono son aéreas, al revisar el estado de los postes en su mayoría conservan su verticalidad (Figura 5-24), algunos presentan inclinaciones leves pero estas se encuentran asociadas a proceso de instalación y no a fenómenos de movimiento en el barrio.

Figura 5-24 Estado redes eléctricas y teléfonos Cerro Norte

Estado general de edificaciones

En general al realizar una inspección general las diferentes edificaciones del sector no se observan manifestaciones patológicas. Sin embargo en el barrio se localizaron dos zonas de potencial amenaza a fenómenos de remoción en masa (Figura 5-25) una que se encuentra ubicada en el costado sur la cual ha sido objeto de diferentes estudios y adecuaciones para su mitigación, este fenómeno se origino por explotaciones antiguas de materiales

La segunda zona aunque es pequeña y solo a producido manifestaciones a nivel local por la reducción de consistencia de la capa superficial generando daños en un cerramiento (Figura 5-26) y fisuración leve en una vivienda por el desplazamiento de esta capa.

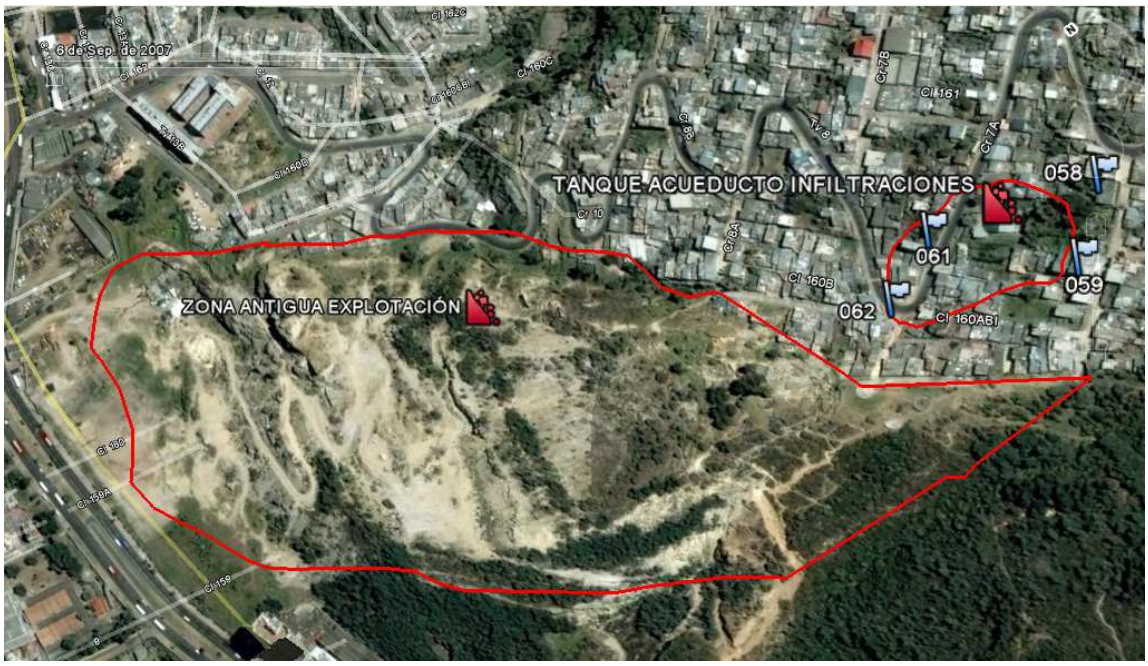


Figura 5-25 Zonas potencialmente Inestables Cerro Norte

El cambio de consistencia en la capa superficial que se presenta debido al flujo constante de agua (Figura 5-27) proveniente de la zona de la estación de Bombeo y tanque Cerro Norte III de la EAAB, que a pesar de que fue protegida con un muro de contención a lo largo de la pata del talud, que no se afecta en su totalidad, el flujo de agua se concentra en la parte Terminal del muro (Figura 5-30)donde se ubican las viviendas, que corresponde al punto más bajo y es donde se han generado los movimientos en la capa superficial, el flujo no solo se presenta en la zona exterior sino en la zona interior de las viviendas (Figura 5-31).

Al preguntar a los propietarios ellos comentan que estas humedades y saturaciones no se han presentado siempre, sino que aparecieron hace más de un año, al observar en detalle las zonas de exfiltración de agua se observa que por la velocidad del flujo se está presentando un fenómeno de transporte de finos, como ya se menciono la consistencia del material cambia de firme a blanda hecho que ha favorecido el desplazamiento de esta capa generando las fisuras de la vivienda vecina y el daño del cerramiento.

Figura 5-26 Cerramiento tanque afectado desplazamiento de capa superficial por saturación

Figura 5-27 Detalle del flujo en la zona del tanque

Figura 5-28 Detalle instalaciones Tanque y estación de Bombeo Cerro Norte

Figura 5-29 Detalle muro Estación de Bombeo Cerro Norte parte inicial sin flujo

Figura 5-30 Detalle muro Estación de Bombeo Cerro Norte parte final con flujo

Figura 5-31 Humedad en la vivienda cercana al tanque

Figura 5-32 Afectación de la capa superficial por el flujo de agua

5.2.7 TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL SECTOR

Figura 5-33 Vivienda

Vivienda esquinera de 2 pisos, con mampostería simple sin confinamiento vertical, voladizo hacia la fachada, muros conformados por ladrillo tipo bloque en el piso 1 y 2, sin columnetas de confinamiento y con cubierta en teja ondulada de asbesto cemento.

Figura 5-34 Vivienda

Vivienda esquinera de 2 pisos, con mampostería simple sin confinamiento vertical, voladizo hacia la fachada, muros conformados por ladrillo macizo tipo “calicanto” en el piso 1 y en bloque en el piso 2, sin columnetas de confinamiento y como cubierta, una placa maciza de concreto reforzado.

Figura 5-35 Vivienda esquinera

Vivienda esquinera de 3 pisos, con estructura apórticada, donde se utiliza para la cimentación un sistema de piedra pegada, igualmente se observa fachadas pañetadas.

Morfología general de las Viviendas.

Figura 5-36 Viviendas Típicas

Viviendas de varios pisos, hasta con 4 niveles, en lotes conformados en plataforma rocosa, con el sistema de voladizos sucesivos cortos menores a 80 cm, en algunos casos soportados por el sistema de pie de amigos, para suplir la colocación del acero de refuerzo en la parte inferior de los voladizos, que no permite en la mayoría de los casos, tomar los momentos negativos, que se presentan en estos sectores de las placas aéreas de la vivienda.

Se aprecian cubiertas en placa de concreto en algunas de las viviendas observadas y en otras, teja de asbesto cemento ó láminas de zinc.

Materiales de Cimentación.

Se encontraron cimentaciones sobre vigas corridas y en muros conformados con bloques de roca, de la cantera sobre la cual se encuentra el barrio.

Figura 5-37 Cimentación Típica

Materiales de la Mampostería.

Debido a que las viviendas son de desarrollo progresivo, suele encontrarse que la mampostería en cada piso de la vivienda, está construida con un tipo de ladrillo diferente (también se encuentran muros de un mismo piso, conformados con ladrillos de diferentes tipos), siendo macizo pegado en soga en el piso 1, para continuar posteriormente con bloque de arcilla; se encontraron también bloques de escoria y cemento, así como ladrillo macizo tipo “calicanto

Figura 5-38 Mampostería del Sector

Estructuras Verticales de Concreto Reforzado:

Por ser un barrio relativamente joven, es común observar la presencia de columnetas de confinamiento en las esquinas y cruces de los muros.

Figura 5-39 Estructura de Concreto Reforzado con muros en Bloque.

Placas de Contrapiso y Aéreas:

Se observaron placas de contrapiso de concreto simple, en general cubiertas por una capa de mortero pintado con mineral de hierro y en algunos casos particulares baldosín.

Las placas aéreas, generalmente son macizas de concreto reforzado y placas nervadas aligeradas con ladrillo farol, con presencia de ménsulas para apoyo de los voladizos que se encuentran sobre la fachada principal de la vivienda.

Figura 5-40 Sistemas de Placa encontrados.

Cubiertas:

Figura 5-41 Sistemas de Cubierta más usuales.

Es frecuente encontrar que las cubiertas son una placa de concreto reforzado, debido al estado de desarrollo permanente de las viviendas; en otras son láminas de zinc ondulado ó plano y en otros casos, teja ondulada de asbesto cemento.

5.2.8 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron ensayos de laboratorio sobre el concreto (con materiales propios del sector), muretes, morteros (con materiales propios del sector) y las piezas de ladrillo individuales, para conocer los rangos de resistencia que se pueden obtener en estas viviendas.

Para el barrio Cerro Norte, los resultados son:

Tabla 5-10 Valores Máximos y Mínimos en Ensayos, Barrio Cerro Norte.

Descripción	Valor mínimo	Valor Máximo	Comentarios
Concreto	191 kg/cm2	230 kg/cm2	Concretos con materiales propios del sector, a edades de 28 días.
Muretes	N.A.	113 kg/cm2	Muretes con ladrillo macizo. 28 días.
Morteros	86 kg/cm2	90 kg/cm2	Son acordes con la resistencia encontrada en los muretes, 28 dias.
Ladrillos macizos	N.A.	241.1 kg/cm2	Ladrillo recocidos
Bloques arcilla	N.A.	79,2 kg/cm2	Ladrillo con huecos horizontales.

5.3 BARRIO SAN JACINTO

5.3.1 ASPECTOS POLÍTICOS ENTORNO E HISTORIA

Como se menciono en los análisis generales el barrio de San Jacinto se encuentra ubicado en la localidad de San Cristóbal, más específicamente en la UPZ libertadores (Figura 5-1) que agrupa 54 barrios (Tabla 5-11)

Tabla 5-11 Listado de barrios de la UPZ los libertadores Localidad San Cristóbal

ANTIOQUIA	LOS PINARES
CANADA LA GUIRA	LOS PINOS
CANADA LA GUIRA II SECTOR	LOS PUENTES
CANADA-SAN LUIS	NUEVA DELLY
CHIGUAZA	NUEVA GLORIA
CIUDAD DE LONDRES	NUEVA ROMA
EL PARAISO	NUEVAS MALVINAS O EL TRIUNFO
EL PINAR O REP. DEL CANADA II S.	REPUBLICA DEL CANADA
EL TRIUNFO	REPUBLICA DEL CANADA-EL PINAR
JUAN REY (LA PAZ)	SAN JACINTO
LA BELLEZA	SAN MANUEL
LA NUEVA GLORIA	SAN RAFAEL SUR ORIENTAL
LA NUEVA GLORIA II SECTOR	SAN RAFAEL USME
LA PENINSULA	SANTA RITA I, II Y III
LA SIERRA	SANTA RITA SUR ORIENTAL
LAS GAVIOTAS*	VALPARAISO
LOS LIBERTADORES	VILLA ANGELICA CANADA LA GUIRA
LOS LIBERTADORES S. EL TESORO	VILLA AURORA
LOS LIBERTADORES S. LA COLINA	VILLA DEL CERRO
LOS LIBERTADORES S.SAN IGNACIO	VILLABELL
LOS LIBERTADORES S.SAN ISIDRO	YOMASA
LOS LIBERTADORES S.SAN JOSE	VILLA ANGELICA
LOS LIBERTADORES S.SAN LUIS	EL PARAISO SUR ORIENTAL I SEC.
LOS LIBERTADORES S.SAN MIGUEL	JUAN REY I Y II
LOS LIBERTADORES, BQUE DIAMANT, TRIANGUL	VILLA BEGONIA

De acuerdo con la información contenida en el sitio web Bogotá Historias de la alcaldía de Bogotá, “El suroriente de la ciudad se origina a comienzos del siglo XIX, cuando Bogotá tenía una extensión de 32 cuadras, 220 manzanas y vivían en ella alrededor de 100.000 personas. Entre 1890 y 1905, como fruto de la tendencia de la época de desarrollar el crecimiento de la ciudad en un eje horizontal norte - sur, aparece, partiendo de su trazado central en los alrededores de la hacienda San Cristóbal, el primer asentamiento residencial con características de barriada periférica y desarticulado de la estructura central urbana, con el nombre de San Cristóbal, en honor al Santo que en una piedra del lugar apareció por obra de un pintor anónimo. Progresivamente aparecen nuevos asentamientos alrededor de las haciendas aledañas a la iglesia de las Cruces.”

Hacia los años cuarenta, se comienza a ocupar la parte plana de la Localidad, apareciendo los barrios Vitelma, Santa Ana, Suramérica, Velódromo y Santa Inés. Posteriormente, los procesos migratorios campo-ciudad, en la década del cincuenta, invadieron este sector de la ciudad,- localidades de San Cristóbal y Usme - en forma ilegal, incorporando a Bogotá tierras de reservas ambientales, proceso que continua en la

actualidad. En el Año de 1972, mediante el Acuerdo 26, estos Barrios y otros circunvecinos, pasan a conformar la Alcaldía Menor Número Cuatro del Distrito Especial de Bogotá, determinándose sus límites y designándose para su administración aun Alcalde Menor. Con la entrada en vigencia de la Constitución de 1991 se constituyó la localidad de San Cristóbal..

La localidad tiene una extensión de 4.816,32 hectáreas que equivalen al 5.7% del área total urbanizada de Bogotá , siendo la quinta en área. 1.629,19 Ha se clasifican como suelo urbano y 3.187,13 corresponden a suelo rural.

De acuerdo con los resultados del censo de 2005, en la localidad la mayoría de la población habita casas (46.3%) mientras que un (40.5%) habitan en apartamentos (Figura 5-2).

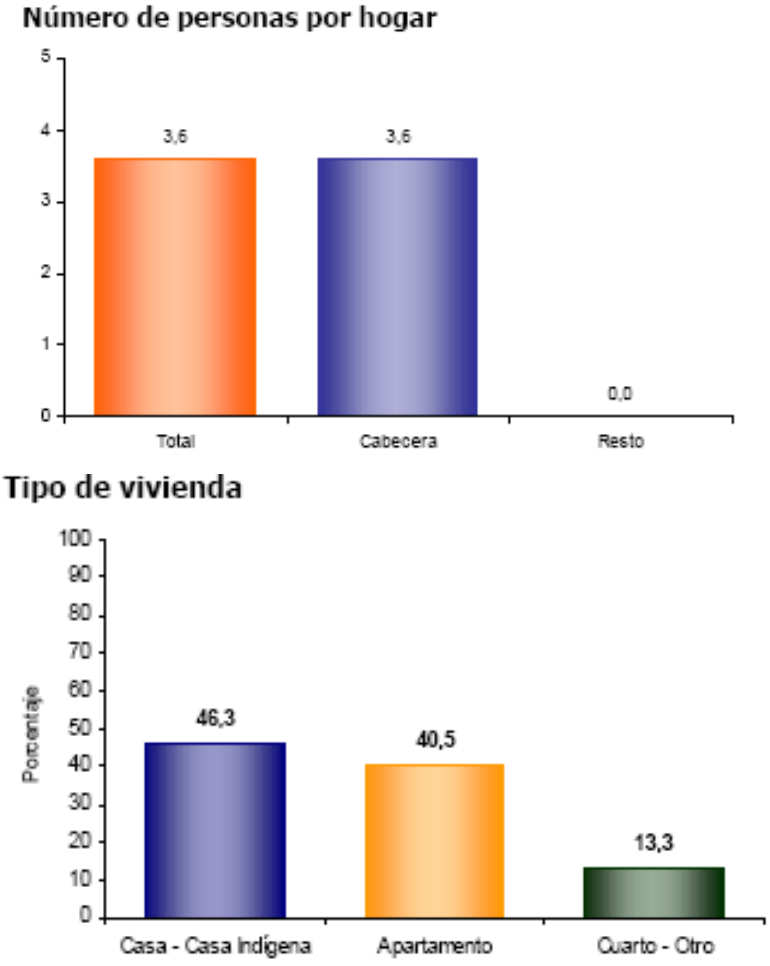


Figura 5-42 Graficas de viviendas localidad de San Cristóbal Fuente Boletín Censo general 2005 DANE

5.3.2 CLIMA

La localidad de San Cristóbal muestra un cambio de altitud entre 2600 a 3100 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 13.2 ºC y valores de humedad relativa de 80% en período lluviosos y en períodos secos de 75%. La precipitación promedio mensual es de 650 - 900 mm en la zona plana y de 900 – 1150 mm en la zona alta.Tomando como referencia análisis realizados por Ingeoeriesgos 2006 para el barrio Nueva Gloria, localizado en la Misma UPZ se estimo una precipitación media a partir de la información de las series de datos de las estaciones más cercanas al área de estudio. De acuerdo a lo consultado en las entidades IDEAM, CAR y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se tomaron como referencia las estaciones Vitelma, El Delirio y Juan Rey, todas ellas operadas por la EAAB. Se encontraron los valores medios mensuales y anuales (Tabla 5-12). Estas series de datos en las tres estaciones referidas, no corresponden al mismo periodo de registro, por lo que fue necesario homogenizarlas al período más largo, el cual corresponde a la estación Vitelma (1941-2005). Para posteriormente estimar el promedio anual multianual de precipitación en el área enmarcada por las mismas.

Tabla 5-12 Precipitación media mensual multianual – series históricas (mm)

ESTACIÓN	MESES												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	
Vitelma	49,6	65,4	85,9	114,1	103,2	73,1	79,3	65,3	57,8	114,7	123,2	79,2	1010,8
Juan Rey	46,2	59,8	84,8	97,2	126,2	137,4	162,5	126,2	70,6	87,2	108,0	57,9	1 164,0
El Delirio	56,7	76,9	99,2	98,6	134,6	142,9	178,2	130,9	71,3	98,0	97,3	61,8	1 246,4

Tabla 5-13 Precipitación media mensual multianual (mm) Series corregidas al periodo 1941-2005

ESTACION	MESES												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	
Vitelma	49,6	65,4	85,9	114,1	103,2	73,1	79,3	65,3	57,8	114,7	123,2	79,2	1010,8
Juan Rey	31,5	46,3	72,5	108,4	114,6	126,4	129,8	96,6	64,0	107,8	104,7	50,5	1052,9
El Delirio	46,6	62,9	87,5	105,0	125,2	133,6	153,2	109,0	67,9	101,4	97,0	61,4	1150,7
Promedio	42,5	58,2	82,0	109,2	114,3	111,0	120,8	90,3	63,3	108,0	108,3	63,7	1071,5
P %	3,97	5,43	7,65	10,19	10,67	10,36	11,27	8,43	5,90	10,08	10,11	5,94	100

Los valores totales multianuales para las tres estaciones son 1011 para Vitelma, 1053 para Juan Rey y 1151 para El Delirio.

Dado que no fue posible contar con registros de un mayor número de estaciones con información sobre el área, la precipitación media se obtuvo como el promedio aritmético de los valores anuales correspondientes a las tres estaciones citadas. El promedio anual multianual de precipitación representativo para el área de estudio es de 1072 milímetros,

el cual es un valor que se estima normal para el régimen de lluvias de los cerros nororientales de Bogotá en la ubicación y altitud correspondientes.

Debido a su cercanía al punto de estudio, a la extensión de su periodo de registro, a su menor diferencia de altitud con respecto al sitio (aprox. 60m) y por poseer información pluviométrica y climatológica; se considera apropiado escoger la estación de Vitelma como la más representativa de las características del régimen climático en el área de interés.

Variación espacial de la precipitación

Con el fin de visualizar de manera espacial la variación de las precipitaciones de una forma más general, se recurrió a la consulta de estudios realizados para el sur de Bogotá por el INGEOMINAS, de uno de los cuales se obtuvo el mapa con el patrón de isoyetas que se muestra en la Figura 5-43.

Del patrón de isoyetas del mapa se puede observar que en el área de interés la precipitación media multianual está entre 1000 y 1250 milímetros, coincidiendo con lo concluido en el punto anterior. En la parte oriental la precipitación es del orden de los 1250 milímetros aumentando hacia el sureste, disminuye hacia el occidente hasta valores medios por debajo de los 700 milímetros y muestra aumento hacia el norte donde alcanza valores cercanos a los 1000 milímetros nuevamente.

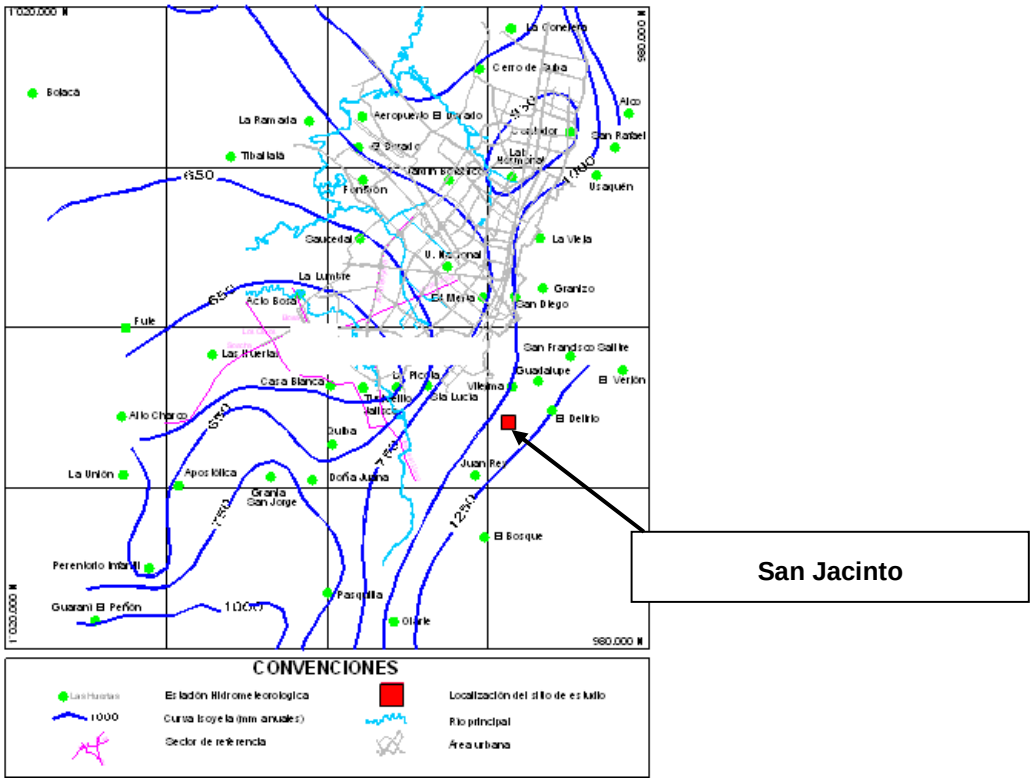


Figura 5-43 Variación espacial de precipitación

Variación temporal Interanual.

La variación de la precipitación en el tiempo se caracterizó mediante la definición de la forma como sus valores varían de un año a otro, denominada variación interanual. Con tal fin la serie de valores totales medios anuales de precipitación se sometió a análisis de frecuencia, para lo cual se realizó ajuste de la serie de la estación Vitelma a distribuciones teóricas, ya que como se consignó antes, consideramos la información de esta estación como representativa del régimen del área. La distribución teórica que presentó el mejor ajuste fue la Normal, cuya curva de distribución se muestra en la Figura 5-44 Análisis de distribución En esta curva se grafica la precipitación media contra la probabilidad de que este valor sea igualado o excedido, o sea la probabilidad de excedencia:

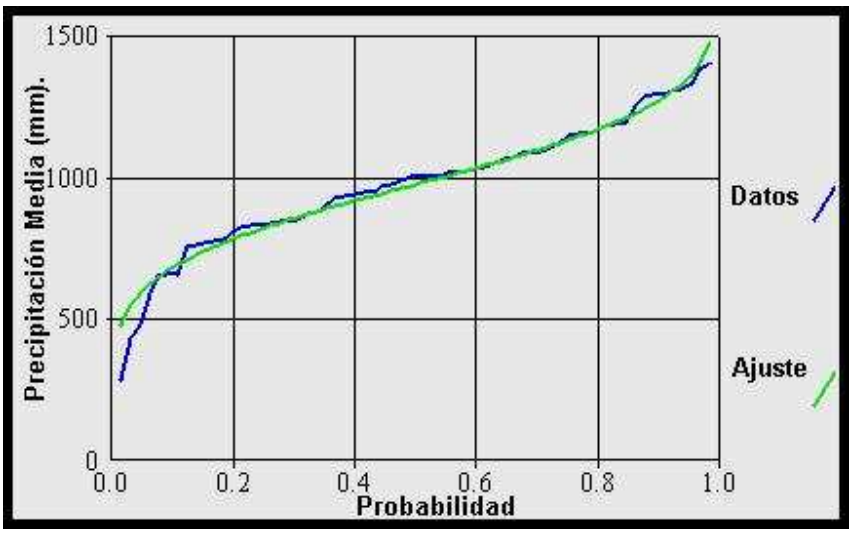


Figura 5-44 Análisis de distribución

Del análisis de esta distribución se obtuvieron los valores de precipitación media para los períodos de recurrencia que se muestran en la Tabla 5-14 Valores de precipitación media para diferentes recurrencias; de la que adicionalmente, se deduce que la precipitación de recurrencia de 50 años es 1,48 veces mayor que la de probabilidad 50 % cuyo valor extractado de la distribución es de 978 mm.

Tabla 5-14 Valores de precipitación media para diferentes recurrencias

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	**100**	**50**	**25**	**10**	**5**	**2**
P MEDIA (mm)	1514	1450	1381	1273	1171	978

Variación interanual

La forma como la precipitación varía dentro del año o variación interanual, se caracterizó mediante la determinación de la cantidad de precipitación media multianual correspondiente a cada mes en particular expresado como porcentaje de la precipitación

total anual multianual, para la estación Vitelma, tal como se aprecia en la Figura 5-45, , se concluye que la precipitación en el área presenta una distribución bimodal definida por dos períodos de alta precipitación, separados por períodos de precipitación con valores que si bien no se pueden llamar bajos comparados con los de los citados antes, son ligeramente menores que éstos

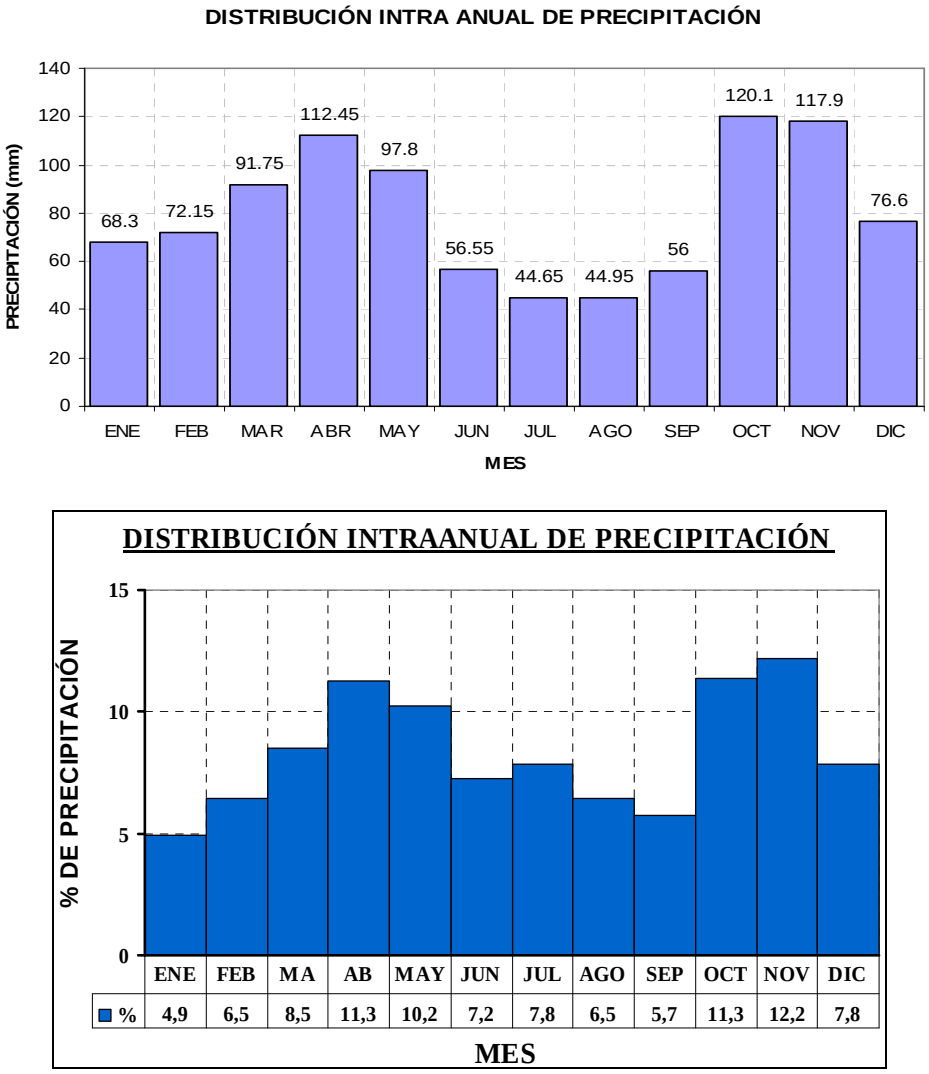


Figura 5-45 Precipitación distribución interanual

El primer período corresponde a los meses de marzo, abril y mayo, en él ocurre el 30,0 % del total anual de la precipitación. Sigue a este período, los meses de junio, julio, agosto y septiembre que son meses relativamente secos. En el mes de noviembre se presenta la mayor precipitación.

El segundo periodo lluvioso se presenta en los meses de octubre, noviembre y principios de diciembre con un total de 31,3% del total anual de la precipitación. El mes más seco es el mes de enero y el más lluvioso el de noviembre.

En la Tabla 5-15 se presenta el resumen de los demás parámetros de clima de la Estación Vitelma.

Tabla 5-15 Elementos de Clima Estación Vitelma

ELEMENTOS DE CLIMA ESTACIÓN VITELMA	MESES												VALOR ANUAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatura media	13.1	13.4	13.3	13.2	13.5	13.0	12.7	12.6	13.1	13.2	13.5	13.6	13.2
Humedad Relativa %	75.0	77.0	78.0	80.0	80.0	80.0	81.0	79.0	77.0	79.0	82.0	79.0	79.0
Brillo solar (hr)	107.6	109.3	103.2	86.5	75.1	88.8	87.0	99.3	102.7	81.9	81.4	51.9	1 074.7
Evaporación tanque (mm)	59.1	63.8	67.1	59.7	56.3	56.2	52.9	54.9	63.0	52.8	59.4	52.9	698.1

Relaciones de Intensidad, Duración y Frecuencia

Como elemento de referencia en la evolución de procesos de erosión de ladera, se desarrolló el análisis de la relación de Intensidad Duración Frecuencia. Para esto se utilizó como base la curva IDF desarrollada por la EAAB-ESP para la zona, correspondiente a la estación de Juan Rey.

La ecuación de las curvas IDF – EAAB E.S.P. es de la forma:

$$I = C_1 \left(Duración + X_0 \right)^{C2}$$

En donde: la Intensidad se trabaja en mm/h y la Duración en minutos. Las Constantes para la utilización de la ecuación se presentan en la

Tabla 5-8.

Tabla 5-16 Ecuación IDF Estación Juan Rey - EAAB E.S.P

Tr (años)	C1	Xo	C2
3	233,4	-2,4	-0,63
5	184,5	-7,2	-0,56
10	169,7	-9,8	-0,51
25	165,3	-11,5	-0,47
50	171,3	-12,1	-0,45
100	123,7	-15,2	-0,36

De la aplicación de la anterior expresión se obtuvieron los valores de intensidad en mm/hr para diferentes periodos de retorno y duraciones de lluvias hasta 120 minutos, los cuales se presentan en la Tabla 5-9.

Tabla 5-17 Valores de intensidad para diferentes periodos de retorno y duración.

Duración (min.)	5	10	15	20	25	30	60	120
Tr	I (mm/hr)							
3	127,8	65,0	47,3	38,3	32,7	28,9	18,2	11,6
5		103,7	58,4	44,3	36,8	32,0	20,0	13,1
10		385,6	73,2	51,9	42,4	36,6	23,0	15,4
25		5.3.3	91,7	60,5	48,6	41,9	26,7	18,3
50		5.3.4	5.3.5	67,6	54,2	46,8	30,0	20,8
100		5.3.6	5.3.7	70,3	54,4	46,9	31,5	23,2

Estos valores de intensidades son característicos para la zona sur oriental del distrito. Dicha estación cubre toda esta zona, además son de utilidad para la estimación de caudales de escorrentía probables en estos sectores para un área específica en un periodo de retorno seleccionado. Debido al alcance de este estudio y a la existencia de redes de drenaje de aguas lluvias y de aguas servidas construidas y en funcionamiento en el perímetro de la zona, no se consideró necesario profundizar en la posible incidencia de caudales de escorrentía generados por la cuenca de mayor extensión a la que pertenece el área de estudio.

De la observación realizada a los pozos de inspección de alcantarillado existentes, se puede deducir, que en términos generales, presentan un buen funcionamiento de las redes. Sin embargo, se debe revisar la posible existencia de filtraciones en los pozos.

Lluvia crítica

Para el análisis de la influencia de la precipitación como detonante de movimientos en masa, lluvia crítica deslizamiento, nos remitiremos a los estudios: Ingeocim Ltda. - *Zonificación de Riesgos por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé De Bogotá* - FOPAE. 1998 y Castellanos, R., González A.J. (1997). - *Algunas Relaciones de Precipitación Crítica - Duración que Disparan Movimientos en Masa en Colombia* - 2o. Simposio Panamericano de Deslizamientos - Vol. 2 pp. 863-878 - ABMS - Río de Janeiro, Noviembre 1997.

Según estos estudios de análisis de correlación, que fueron realizados basándose en registros de eventos históricos de movimientos de remoción en masa en diferentes sectores de la ciudad. Se encontró que para la zona de interés que corresponde al

Colegio Nueva Gloria C.P.F 438 el cual se ubica en los cerros orientales de Bogotá, la lluvia crítica se relaciona directamente con la lluvia media multianual (mm) y con la duración en días de esta lluvia crítica.

De la aplicación de los resultados de los estudios se determinó:

Lluvia crítica = 12.6326 + 0.1814*1072 m.m = 207 mm.

Duración = 0.04923 *207mm = 10.19 días.

Estos valores concuerdan con los promedios enunciados en la referencia, en la que se estima su periodo de retorno entre 20 y 30 años para las estaciones de esta zona.

Los datos se interpretan como la cantidad de lluvia antecedente que sería probablemente crítica para este sector, si se presentase de manera consecutiva durante un periodo de diez días, de acuerdo a los eventos históricos estudiados en la referencia. Lo cual equivale a que en tan solo 10 días consecutivos, de los 365 días del año, se precipite aproximadamente el 21% de la lluvia media anual estimada para esta zona de los cerros sur orientales del distrito.

5.3.8 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.3.8.1 Marco Geológico Regional

El sitio de interés se localiza en la estribación sur de la Serranía que se localiza en la parte meridional de la Sabana de Bogotá. La parte más alta recibe el nombre de Páramo de Chipaque. La altitud máxima promedio es de 3200 m.s.n.m., bajo condiciones climáticas de Páramo.

El barrio se encuentra ubicado cerca del canal de un afluente de la Quebrada Chiguaza, a la cota promedio de 2800 m.s.n.m, la cual desciende con geometría rectilínea desde el citado páramo.

Actualmente el canal de la quebrada ha sido rectificado y canalizado por medio de estructuras en concreto y gaviones , Los gaviones han contribuido a confinar y producir la retención de un movimiento en masa que generados por accion antropica así como mitigar los proceso de socavación en diferentes puntos de la quebrada

Como se indicó anteriormente, el sitio de interés se localiza en la parte sur de la estribación de la Serranía de Guadalupe que se prolonga al oriente de la ciudad de Bogotá. En esta parte coincide con la vertiente derecha del valle del Río Tunjuelo. Se trata de una amplia vertiente, de unos 6 Km. de longitud y diferencia de altura de unos 600 m. En la parte superior, es de condición rocosa escarpada, y continúa descendiendo con pendiente moderada a baja, La denominada Serranía de Guadalupe, registra una serie de sutiles entrantes y salientes morfológicas que representan algunas discontinuidades estructurales, orientadas transversalmente al elemento fisiográfico.

Figura 5-46 Serranía de Guadalupe-Chipaque

La imagen presenta el cerramiento de la Hoya Hidrográfica de la Quebrada Chiguaza. En segundo plano se observa el depósito de Morrena Glacial.

La Serranía está compuesta por rocas pertenecientes al Grupo Guadalupe y a las formaciones Guaduas, Usme y Regadera. Las últimas dos afloran hacia la parte media e inferior de la vertiente. Las rocas del Grupo Guadalupe conforman el escarpe rocoso que resalta la cima de la Serranía, en tanto la Formación Arenisca de La Regadera, aparece a manera de un "crestón" topográfico hacia el tercio inferior de la misma.

Las formaciones Guaduas y Usme se encuentran en su mayor parte cubiertas por depósitos de suelos transportados y transpuestos de condición reciente.

A continuación se presenta una descripción general de cada una de las secuencias de rocas que conforman las diferentes agrupaciones estratigráficas mencionadas.

Grupo Guadalupe Superior (Ksgs)

Corresponde a una secuencia compuesta por arenisca cuarzosa gris clara de grano fino a medio, con escaso cemento y de condición friable, con intercalaciones de limolitas y lodolitas silíceas, en la parte superior se presentan frecuentes intercalaciones de bancos de limolitas silíceas y de liditas habanas, hacia la base. El espesor total es variable hasta de unos 300 m.

Formación Guaduas (TKg)

Se encuentra de manera concordante con el grupo Guadalupe, y está compuesta esencialmente por lutitas arcillosas y arcillolitas con abundantes impresiones de restos orgánicos y de niveles de carbón.

Formación Bogotá (Tb)

Está constituida por arcillolitas abigarradas (grises, violáceas, azuladas, moradas y rojas), masivas, con esporádicas capas de areniscas cuarzosas y micáceas con estratificación cruzada de 1 a 18 m de espesor. Contiene ocasionalmente delgadas láminas de yeso entre las arcillolitas.

Se identificaron dos afloramientos, uno en los taludes de corte en la vía o carretera a Oriente, a unos 1000 m al norte del sitio de interés, y el segundo sobre la fotografías aéreas más antiguas y corresponden a un par de sitios de laboreo minero artesanal, en el costado sur de una sutil loma que respalda la localidad, De acuerdo a foto-interpretación, conforma un sutil resalte morfológico al sur de la quebrada Chiguaza. Al norte, este horizonte estratigráfico ha sido ampliamente explotado para la obtención de arcilla para la fabricación de ladrillo.

Esta roca se encuentra afectada por meteorización intensa, con la presencia de gruesos horizontes VI y V. El material para el horizonte VI es una arcilla rojiza bastante homogénea con espesor de hasta uno 8 m. El horizonte V expone un material violáceo grisáceo, masivo muy disgregado y ligeramente pastoso, con estructuras relícticas muy tenues y asociadas a delgadas intercalaciones de arenisca cuarzosa, que permiten identificar la orientación de los planos de estratificación.

Formación Arenisca de la Regadera (Tar)

Esta unidad litológica forma dos crestones importantes a cada lado del valle del río Tunjuelo. El crestón oriental conforma los denominados Altos de La Guacamaya y de Juan Rey, éste se encuentra disecado por la quebrada Chiguaza y Yomasa.

Los citados cerros se localizan hacia la parte inferior de la vertiente oriental del valle del Río Tunjuelo y están conformados en su totalidad por la Formación Arenisca de La Regadera, en el sentido de Hubach (1957) y de Julivert (1963).

Hubach, (op. cit.) se refiere a este nivel como" arenisca de grano medio y grueso hasta conglomerática con intercalaciones de arcilla, que conforma la base de la Formación Usme."

Julivert (op. cit.), indica la presencia de bancos detríticos resistentes, de arenisca de tamaño variable, generalmente grueso, alternando con conglomerado y niveles abigarrados de arcillolita.

En el área de estudio, conforma el mencionado filo rocoso que "interrumpe" el desarrollo de las laderas glacio-fluviales. Se trata de una secuencia de arenisca cuarzosa y cuarzo-feldespática, no muy consolidada, moderadamente cementada, ligeramente friable, de grano grueso a ligeramente conglomerática, color rojiza por meteorización, blanca a crema en fractura fresca, estratificación gruesa a masiva, con mínima evidencia de estructuras sedimentarias. El contacto superior con la formación Usme es de condición discordante.

Grupo Usme (Tu):

Hubach, 1957, denomina formación Usme, a una secuencia de rocas que afloran cerca de la población de igual nombre al sur de la ciudad de Bogotá.

La formación la define el mismo autor como: “en su base un nivel de areniscas con algunas intercalaciones de arcillolitas, con un espesor considerable, al cual se le asigna el nombre de la Arenisca de La Regadera. El resto de la sucesión, consta de arcillolitas de color gris claro, que contiene algunos foraminíferos, con algunas intercalaciones de arenisca de grano medio. El conjunto de la formación tiene un espesor de unos 500m a 600 m descansando concordante sobre la formación Bogotá”.

Depósitos de Till de Ablación (Qti)

Corresponden a los materiales que constituyen las laderas de la parte media de la vertiente oriental del río Tunjuelo y en particular del sitio de interés. Se tratan de un suelo de condición heterométrica de bloques y guijarros de arenisca y de limolitas silíceas, matriz soportados en arcilla-limo-arenosa. En general se trata de una acumulación glacio-fluvial, asociada a la más reciente glaciación. Se registran algunos bloques líticos de arenisca hasta de unos 3 m de diámetro que se identifican esporádicamente en la ladera de la quebrada, aguas abajo de la cancha deportiva y de guijarros de limolita y arcillolita de 1cm a 3 cm. La matriz es ligeramente arcillosa y limo arenosa de colores habanos y rojizos. En general se aprecia una consolidación y compactación moderada a baja. Es de esperar la presencia de algunos cuerpos lenticulares donde predominan las condiciones de materiales de tamaños granulares y guijarros. Hacia la parte superior o externa se reconoce un horizonte de suelo orgánico.

Fotografía 5-1 Talud de corte en Till de Ablación

Estos depósitos conforman una serie de superficies topográficas lisas y suavemente inclinadas, las cuales han sido desde ligeramente, hasta profundamente disecadas por los diferentes canales naturales. Desde la parte más alta, hasta el cerramiento que impone el

filo rocoso que conforma la formación Arenisca de la Regadera, se identifican por lo menos unos cuatro niveles de las mencionadas superficies.

5.3.8.2 Geomorfología: formas y procesos

La Serranía de Guadalupe – Chipaque, corresponde al extremo sur de un pronunciado y elongado elemento fisiográfico con más de 40 Km de longitud. Resalta por la presencia de una cima rocosa con una cota promedio de unos 3200 m.s.n.m y algunos "boquerones" hacia los 3000 m.s.n.m. La vertiente se puede dividir en tres segmentos característicos, los cuales son:

Tercio superior de la Vertiente

La parte superior de la vertiente, está compuesta por una ladera rocosa, con pendiente escarpada correspondiente a la contrapendiente del buzamiento de los planos de estratificación que presentan las rocas del Grupo Guadalupe principalmente. Tiene una altura de unos 200 m. Esta secuencia presenta una cima irregular, conformada por entrantes y salientes rocosas, como producto de fracturas o de sistemas de fracturación.

En aquellos sitios en que se ha establecido un mayor desgaste y por lo que es notoria la presencia de "entrantes" o "boquerones" en la masa rocosa, se aprecian geoformas de nichos de erosión glacial o de "circos glaciales" de pequeña extensión. Hacia abajo se concentran las acumulaciones de morrenas locales como consecuencia de los glaciales locales que allí se alcanzaron a conformar. Estas acumulaciones varían hacia abajo a depósitos de till de ablación, como consecuencia del deshielo y de los procesos mixtos de tipo glacio-fluvial.

En la ladera rocosa se reconocen los trazos de nichos de erosión que producen una ligera geoforma cóncava. En ninguno de los vuelos se aprecia actividad, pérdida de la cobertura vegetal o exposición de roca fresca. Los depósitos que generaron estas geoformas aun se registran a manera de morrenas, compuestas por suelos heterométricos de bloques y guijarros angulares, matriz soportados en arcilla arenosa.

Los depósitos glaciales han sido sometidos a erosión hídrica vertical concentrada. Se encuentran canales con cauces angostos y profundos. Las superficies de estos depósitos presentan pendientes más o menos lisas y moderadamente inclinadas.

Como consecuencia el mecanismo de erosión vertical conduce a la socavación de la matriz y al desprendimiento de algunos bloques y en ocasiones se implica el desarrollo de movimientos en masa locales que generan el desarrollo de deslizamientos someros de tipo rotacional. En las fotografías se evidencian estos rasgos en algunos sitios arriba y abajo del tramo rectificado de la quebrada. En la actualidad no se reconocieron procesos activos de esta naturaleza. En los sitios donde se considera una mayor amenaza, corresponden a aquellos tramos en donde el caudal de la quebrada incide sesgada o normalmente sobre una de las márgenes del canal.

Tercio Medio de la Vertiente

Inmediatamente por debajo y conformando el 1/3 medio, se localizan una serie de laderas ligeramente cóncavas, con superficies lisas, moderadamente inclinadas y disecadas verticalmente por canales de 2º. Orden, con profundidades de hasta unos 20 m. y con márgenes que van desde verticales a moderadamente tendidas.

El área en estudio, se localiza sobre el 1/3 medio de la vertiente oriental del río Tunjuelo. Comprende una amplia área con pendiente moderada y con desarrollo de algunos escalones topográficos de hasta unos 50 m.

Los procesos evidentes, corresponde a una erosión y acumulación de tipo glacial que dominó la porción superior de la serranía y que aportó una gran cantidad de detritos rocosos, para conformar las laderas que se describen hacia la parte media de la vertiente.

En la ladera rocosa y principalmente, hacia el nacimiento de los drenajes principales se logra identificar una serie de geoformas que podrían corresponder a trazos de sutiles circos glaciales. De todas maneras pertenecen a áreas pequeñas, las cuales no alcanzaron a almacenar masas importantes de hielo y por lo tanto su capacidad denudacional fue de moderada a baja.

Las laderas localizadas en la parte media de la vertiente, se interpretan como acumulaciones de Till de Ablación. Aquí se localiza el barrio San Jacinto. Presentan una geometría de pendiente más o menos constante con inclinaciones medias a bajas. También presentan una serie de superficies escalonadas, que quizás representan una serie de eventos o el retroceso de los pequeños glaciales que lograron formarse durante la última glaciación.

A continuación, ante el cambio climático con predominio de condiciones pluviales, estas acumulaciones quedaron sometidas a la erosión concentrada por procesos hídricos de canales de 2º. y 3er. orden. Dadas estas condiciones se registran entonces desde muy angostos interfluvios hasta otros con amplitud moderada, donde se concentra el mayor desarrollo urbano.

Estos canales presentan una distribución de tipo paralelo a ligeramente diagonal y trazo más o menos rectilíneo con desarrollo de algunas curvas no muy acentuadas. En algunas de las mencionadas curvas, pueden asociarse a procesos de erosión hídrica lateral, y al desarrollo de procesos de socavación y generación de procesos de movimientos en masa de magnitud reducida. No se reconocieron procesos activos importantes y en general se reconocen algunas obras para controlar y evitar el desarrollo de estos procesos.

Figura 5-47 Cauce de la quebrada Chiguaza 500 m al oriente de San Jacinto

En el sector el espesor de depósitos fluvioglaciales es mínimo, hacia la parte occidental del barrio se observa un cambio litológico que se expresa en el cambio de pendiente, se observa roca aflorante de tipo arenisca, sin embargo se observan restos de el depósito fluvioglaciar en la zona del parque contiguo (Figura 5-48) lo que indica que en la zona de la vía seguramente fue cortado durante su construcción.

Figura 5-48 Depósito fluvioglaciar parque costado occidental San Jacinto

Los procesos mencionados en el tercio superior son vigentes para este tercio también. Aunque aquí los suelos son un tanto diferentes debido a la disminución en la pendiente y al tamaño de sus componentes, el proceso de erosión hídrica vertical continúa.

Actualmente, la canalización y estructuras de amortiguamiento que se han establecido, han hecho que los procesos de erosión y de inestabilidad de las laderas naturales sean

controlados en su mayoría. En algunos tramos, del trazo de la quebrada, se reconocen inestabilidades recientes, y su control por lo menos parcial, se ha logrado mediante obras de estabilidad realizadas.

Al igual que en el caso anterior, el proceso se inicia cuando el caudal de la quebrada incide o produce la socavación de una de las márgenes y por lo tanto se produce el movimiento en masa de tipo rotacional. Al generarse la transposición del material involucrado, obliga a que el caudal incida sobre la margen opuesta y por lo tanto se inicia el mismo proceso en ese costado. Este mecanismo genera el ensanchamiento del valle de la quebrada y los fenómenos de remoción en masa.

Tercio Inferior de la Vertiente

El tercio inferior se caracteriza por el resalte que produce un filo rocoso que se extiende de manera sub-paralela con sutiles flexuras y de rumbo NE-SW. En los sitios de mayor curvatura, se registra el rompimiento de ésta, donde además convergen los depósitos de la parte media y hacia abajo se desprenden a manera radial una serie de laderas radiales centrífugas, sobre el fondo plano del valle glacio-fluvial del río Tunjuelo.

Esta vertiente es de carácter compleja dados los diferentes procesos que involucran las condiciones glaciales en la parte alta y media, seguidos por procesos aluvio-torrenciales hacia la porción media e inferior. Adicionalmente, la presencia de una serie de unidades litológicas duras (Areniscas de La Regadera) hacia el tercio inferior, seguramente inciden en la distribución y depositación de estos suelos por los correspondientes canales naturales.

La quebrada Chiguaza al cruzar la intercalación rocosa, en la parte inferior de la vertiente (Formación Arenisca de La Regadera), genera una interrupción y el confinamiento de los depósitos glacio-fluviales. Allí la secuencia de rocas establece un filo rocoso a manera de un “hogback”, donde su costado occidental es concordante con los planos de estratificación y el oriental representa su contrapendiente. Por debajo del filo topográfico, se identifica la presencia de una serie de abanicos y de conos de deyección que alcanzan a cubrir parcialmente los depósitos aluviales del río Tunjuelo.

Este filo rocoso presenta una suave flexura en “S” alargada en el rumbo de la formación. Transversalmente se encuentra disecada por las quebradas Chiguaza y Yomasa, además de dos ligeras depresiones topográficas que coinciden con los vértices de las curvas y de fracturas tectónicas de carácter local o de desplazamientos menores. En estos sitios y hacia abajo, asociado a la fracturación a la que ha sido sometida la roca, se observa el amplio desarrollo de una serie de conos de deyección que alcanzan a traslapar sobre los depósitos del río Tunjuelo.

Los procesos de erosión y de generación de inestabilidad son similares a los descritos para el tercio medio. Hacia aguas debajo de la angostura que establece la presencia de los filos rocosos antes mencionados se aprecian dos condiciones diferentes. Antes de la angostura, se registra que éste actuó como un retenedor de detritos y hacia aguas abajo,

se identifican una serie de conos de deyección dispuestos de manera radial con centro en la angostura. Estos suelos en el vuelos C- 2067, se observa que han sido explotados para la extracción de materiales de construcción.

5.3.9 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

Los depósitos que se presentan corresponden a Till de Ablación, "fluvioglaciar", aluviales y rellenos antrópicos. Estos materiales aparecen o no, dependiendo de la afectación urbanística; los materiales aluviales predominan hacia la zona de la quebrada en área del cauce presentando tamaños de cantos hasta de 1m (Figura 5-50), la depositación de estos materiales genera depósitos de tipo clastosoportados a lo largo del cauce, si se observan los taludes del cauce estos están constituido por material de origen fluvioglaciar, el desempeño de los taludes se ha visto afectado por procesos de socavación y erosión (Figura 5-51), más no por deficiencias en resistencia del material lo que se deduce de las inclinaciones altas de los taludes sin protección (Figura 5-51).

El material fluvio glaciar se encuentra en toada el área del barrio con espesor variable dependiendo de los niveles de excavación realizados para la construcción de las edificaciones o infraestructuras ya que algunas zonas fue removido en su totalidad por su poco espesor, como en el caso de la construcción de la avenida la victoria (Figura 5-52), este material corresponde como ya se menciono a un Till de Ablación, es una capa Arcillo limosa de color habano claro con oxidaciones, su consistencia es firme. Tiene presencia tanto de gravas como de bloques de arenisca. El comportamiento es de un material matriz-soportado. Las humedades promedio medidas en el material lo ubican en el límite de comportamiento entre sólido y comenzando el semisólido lo que aumenta su susceptibilidad a la erosión, la clasificación del material corresponde a una arcilla de baja plasticidad a Grava arcillosa. Los parámetros de resistencia al corte promedio son C=20 Kpa y ángulo de fricción de 27º

Figura 5-49 Detalle de los materiales superficiales San Jacinto

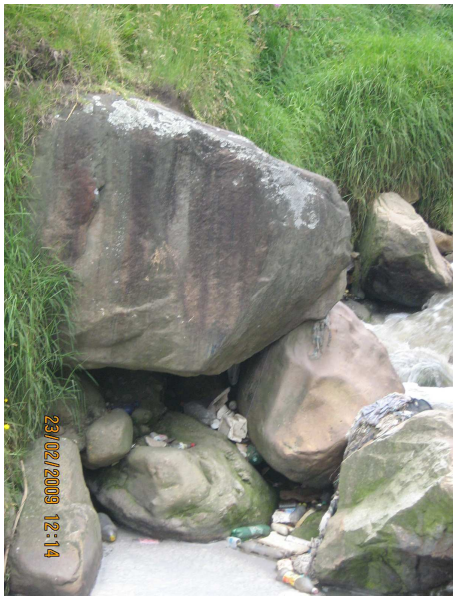


Figura 5-50 Detalle del tamaño de los cantos material aluvial

Subyaciendo a la capa de fluvioglaciar se encuentran una transición entre la la formación Bogotá y el material fluvioglacial, que coorespone a arcillolita con un grado alto de meteorización, tiene un espesor variable que de 0.5m aproximadamente en la zona, de acuerdo con la humedad el comportamiento del material está en el rango sólido y cerca del estado semisólido. El material clasifica como arcilla de alta plasticidad de acuerdo con la clasificación de la U.S.C.S

Posteriormente se encuentra la roca que corresponde a capas arcillolita de color gris claro de la formación Bogotá, con algunas intercalaciones de arenisca de grano medio.. que corresponde al material subyacente en el barrio.

Figura 5-51 Detalle de socavación talud margen derecha en la quebrada

Figura 5-52 de talle de la interrupción del depósito fluvioglaciar Avenida la victoria

En algunos puntos del barrio correspondientes a la zona de la quebrada se han desarrollado rellenos antrópicos de materiales sin clasificar y que aun no se ha consolidado (Figura 5-54) compuestos por escombros, en las zonas ya consolidadas también existen rellenos de espesor de hasta1 m compuesto por limo orgánico de color café oscuro con presencia de desechos de construcción y basuras. Su humedad y compresibilidad son altas. Al realizar procesos de clasificación de este material en diferentes puntos de la zona de estudio encontramos que está varía entre SM, GC, MH y CH. Con esto se evidencia la heterogeneidad de la capa. De acuerdo con las resistencias observadas de las prueba de penetración estándar no se reportan buenas condiciones de resistencia.

Figura 5-53 Detalle de las capas de arenisca avenida la victoria

Figura 5-54 Rellenos antrópicos sin consolidar margen derecho de la quebrada

Figura 5-55 Relleno antiguo consolidado

5.3.10 INSPECCIÓN PATOLÓGICA GENERAL DEL SECTOR

La inspección patológica se realizó sobre todos los elementos presentes en el espacio público incluyendo fachadas, vías, cerramientos etc. y su finalidad fue verificar si existen o no manifestaciones patológicas originadas por factores comunes que puedan indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas. Para estos se realizo un recorrido por el barrio. Observando la infraestructura y fachadas encontrando los siguientes aspectos relevantes:

Infraestructura vial

El barrio se desarrolla paralelo a la quebrada chiguaza sus vías se desarrollan paralélelas y transversales a esta, la vía principal que lo recorre desde la occidental parte más baja hasta el extremo oriental parte más alta es la carrera 6ª este (Figura 5-14),, por esta circula rustas de transporte público esta, fue construida en pavimento rígido, y a lo largo de esta se ha venido desarrollando la expansión del barrio

Figura 5-56 Estado de la vía principal San Jacinto en diferentes puntos

El estado superficial de la vía es regular se evidencian fisuras y reparaciones pero ya son del uso normal y de reparaciones por instalaciones de redes, ninguna de estas indica procesos de inestabilidad , al observar las juntas de las losas no se observa ningún proceso que indique fenómenos de socavación por acción del agua, la vía tiene sardinel en ambos costados lo que permite el manejo de aguas hasta cierto volumen pues su altura no es mas de 10cm en algunos puntos lo que genera desbordamientos en lluvias intensas.

En sentido normal a la vía se desarrollan vías secundarias (calles), la gran mayoría tienen estructura de pavimento rígido (Figura 5-57)) En la parte cercana a la quebrada en el costado oriental algunas las vías transversales (N-S) no tienen una estructura de

pavimento, están constituidas por material de afirmado,(Figura 5-58), en limite occidental del barrio se encuentra la avenida la victoria realizada en pavimento flexible (Figura 5-59)

En esta se observan sobre estas acanalamientos por socavación debido a flujos no controlados de agua lo que sumado a la deficiente estructura han deteriorado las cunetas

Figura 5-57 Estado vías secundarias San Jacinto

Figura 5-58 Vías secundarias sin estructura de pavimento San Jacinto

Figura 5-59 Avenida La Victoria

Al tratarse de una zona ya consolidada los andenes de casi todo el sector están desarrollados, son irregulares en altura por la pendiente pero con un ancho de 1m aproximado en general no presentan ningún tipo de fisura o daño relevante asociado a problemas de índole regional.

Figura 5-60 Estado andenes barrio Cerro Norte

Acueducto, Alcantarillado y estructuras de drenaje

El sector cuenta con redes de acueducto y alcantarillado la cual se desarrolla a lo largo de la vía principal (Figura 5-61)

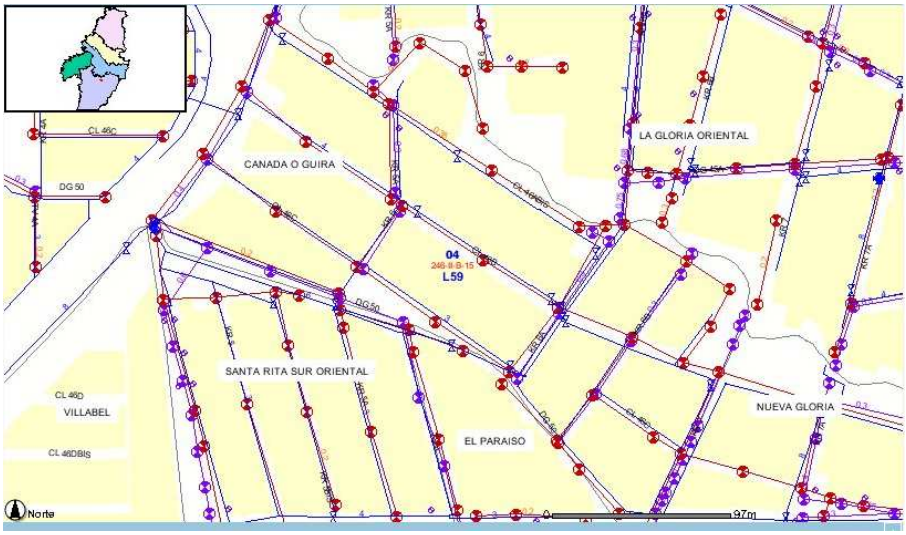


Figura 5-61 Detalle red de alcantarillado San Jacinto Fuente SIG -EEAB

En la zona hay redes de alcantarillado combinado y pluvial, no se observan daños sobre la red principal que puedan evidenciar daños de movimientos en masa o fenómenos de tipo regional. En cuanto a las estructuras de drenaje pluvial, el barrio está provisto de un alcantarillado pluvial, solo habían cunetas en la avenida la victoria, pero estas se han deteriorado por socavación (Figura 5-62) los sumideros no están funcionando adecuadamente ya que se encuentran colmatados con residuos(Figura 5-63).

Figura 5-62 Cuenta dañada Avenida La Victoria

Figura 5-63 Sumidero colmatado barrio San Jacinto

Las conexiones de acueducto a las vivienda son normales no se observan mayores problemas

Redes eléctricas y de teléfono

Las redes de energía y teléfono son aéreas, al revisar el estado de los postes en su mayoría conservan su verticalidad (Figura 5-64), algunos presentan inclinaciones leves pero estas se encuentran asociadas a proceso de instalación y no a fenómenos de movimiento en el barrio.

Figura 5-64 Estado redes eléctricas y teléfonos San Jacinto

Estado general de edificaciones

En general al realizar una inspección general las diferentes edificaciones del sector no se observan manifestaciones patológicas originadas por factores comunes que puedan indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas. Sin embargo en el barrio se localiza una zona de potencial amenaza a fenómenos de remoción en masa (Figura 5-65) una que se encuentra ubicada en el costado norte que corresponde a la quebrada chiguaza, producto de la socavación a pesar de que se han desarrollado obras de contención (Figura 5-66), la acción de la quebrada a socavado y generado fallas de estas en algunos puntos (Figura 5-67), lo que hace necesario una evaluación de estas o una limpieza del cauce

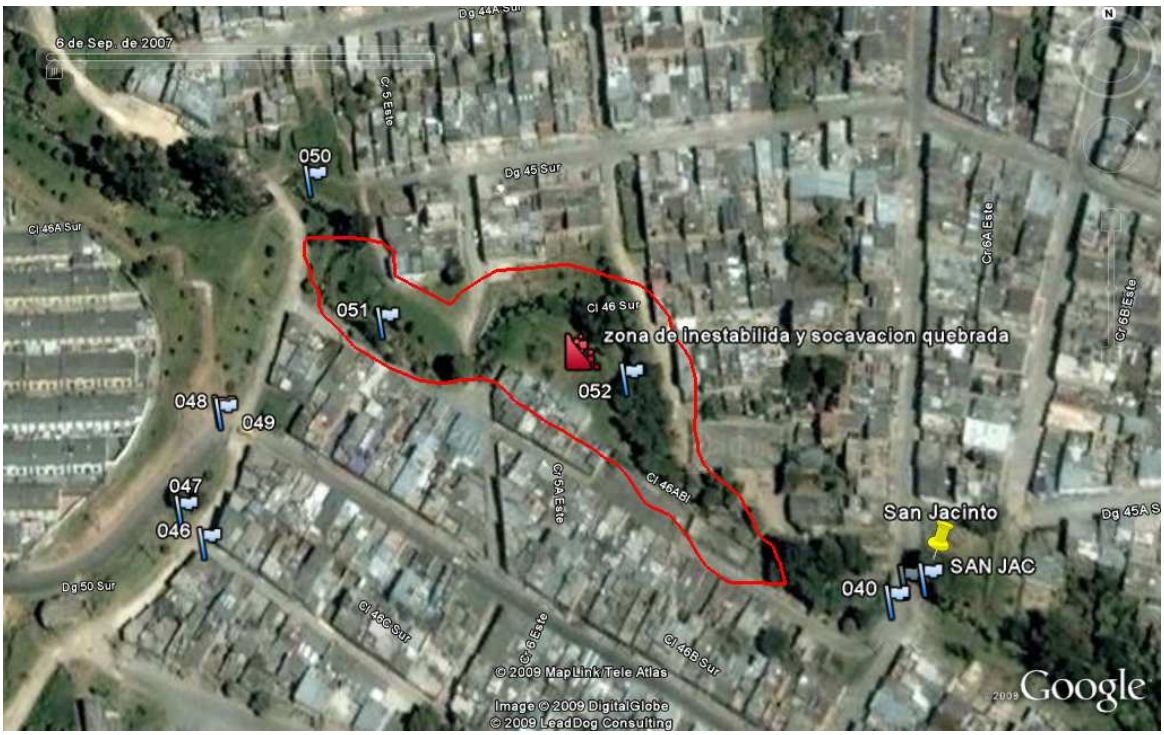


Figura 5-65 Zonas potencialmente Inestables San Jacinto

Figura 5-66 Detalles de obras mitigación socavación

Figura 5-67 Acción de la socavación margen derecha quebrada Chiguaza

5.3.11 TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL SECTOR

Figura 5-68 Vivienda

Vivienda esquinera de 3 pisos y un sótano, con mampostería simple sin confinamiento vertical, voladizos sucesivos hacia la fachada, muros conformados por ladrillo macizo y bloque en los pisos 1 y 2, terminando en el piso 3, con mampostería en bloque de arcilla, sin columnetas de confinamiento y sin cubierta en teja.

Figura 5-69 Vivienda

Vivienda esquinera de 2 pisos, con mampostería simple sin confinamiento vertical, voladizo hacia las fachadas, muros conformados por ladrillo macizo en el piso 1, terminando en el piso 2, con mampostería en bloque de arcilla, sin columnetas de confinamiento y sin cubierta en teja. Nótese la ménsula que recibe el voladizo y la placa aligerada con ladrillo bloque y viguetas, con viga perimetral de amarre.

Figura 5-70 Sistema de Ménsulas

Vivienda esquinera de 2 pisos, con mampostería simple sin confinamiento vertical, voladizo hacia las fachadas, muros conformados por ladrillo macizo en el piso 1 y 2, soportando el voladizo de la placa maciza de concreto reforzado con pie de amigos también en concreto reforzado. Se destaca que esta práctica de los pie de amigos, se construye por imitación, ya que se encuentra en ciertos sectores y no en todas las viviendas.

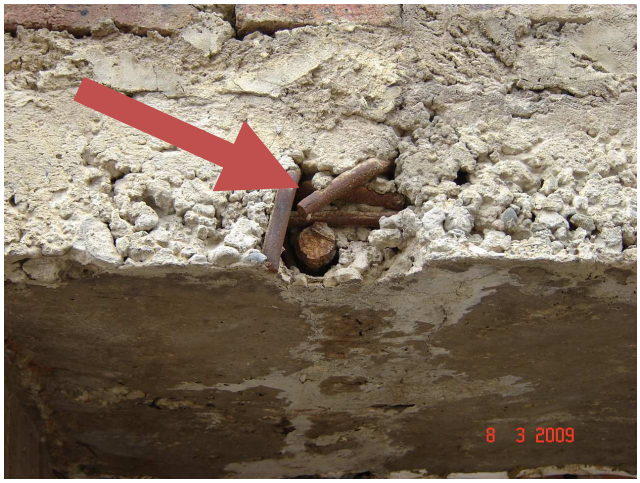


Figura 5-71 Detalle Acero Colocado en Cara Inferior de Voladizo.

Acercamiento de la foto de la vivienda anterior, donde apreciamos que el acero del voladizo se coloca en la cara inferior de la placa, que el concreto no se encuentra adherido con el acero, pues no se evidencia el uso de vibrado durante el vaciado, dejando múltiples hormigueros en el concreto, que afectan la integridad y homogeneidad de la placa, así como la durabilidad del acero, que no se encuentra debidamente protegido por el concreto.

Figura 5-72 Cimentación en Piedra Pegada

Vivienda medianera escalonada, según la topografía del terreno, donde encontramos que la cimentación de la vivienda es un ciclópeo con roca del lugar, luego sobre este va ladrillo macizo y a su vez, sirve de soporte al muro en ladrillo tipo bloque, que conforma el resto del muro; se destaca que el muro no está vinculado con elementos reforzados a esta cimentación.

Figura 5-73 Detalle Apoyo Viga de Cubierta

Detalle de la pobre conexión de la estructura de madera, que recibe la cubierta y un muro en ladrillo tipo bloque, donde no existe viga de coronación en el muro; la cubierta es en lámina ondulada de zinc y está tímidamente amarrada al cuartón con amaras de alambre galvanizado de bajo calibre

Figura 5-74 Elementos Pesados sobre Cubierta

Uso de rocas y toda suerte de elementos reciclados, para mantener el techo en su lugar en caso de fuertes vientos, aumentando las cargas sobre la estructura de soporte de la cubierta.

Figura 5-75 Estructura Liviana en tercer piso

Estructura liviana que conforma un tercer piso de una vivienda, elaborada en madera y materiales reciclados; en estos casos, no se observa una continuidad estructural y menos una vinculación de esta estructura con la del piso inmediatamente anterior.

Figura 5-76 Sistema Flaca Fácil

Vivienda que presente en cada piso una estructural de placa diferente, encontrando en la foto del piso 3, placa elaborada en sistema prefabricado tipo “placa lista”, conformado por elementos rectangulares en arcilla tipo bloque, que se apoyan en viguetas metálicas cada 60 cm de distancia entre sí, vaciadas en concreto reforzado.

Figura 5-77 Servicios Públicos Domiciliarios

En todas las viviendas revisadas, se encuentra servicio de gas natural, con tubería de cobre expuesta y sin la debida protección, al punto de encontrar cerca de dicha tubería, instalaciones eléctricas descubiertas, generando alto riesgo de incendio; estas instalaciones, no cumplen con las mínimas seguridades exigidas en otros estratos, así como no se encontraron ventilaciones adecuadas en los sectores donde se operan gasodomésticos, presentando riesgos de intoxicación por gas monóxido de carbono.

Morfología General de las Viviendas:

Viviendas de varios pisos, hasta con 4 niveles, escalonadas según la topografía del terreno (en algunos casos, tienen varios niveles por debajo de la puerta de acceso), con fachada principal hacia el acceso, donde se aprecian voladizos cortos menores a 80 cm, en algunos casos soportados por el sistema de pie de amigos, para suplir la colocación del acero de refuerzo en la cara inferior de los voladizos, que no permite en la mayoría de los casos, tomar los momentos negativos, que se presentan en estos sectores de las placas aéreas de la vivienda.

Figura 5-78 Viviendas Típicas del Sector

Es común encontrar que el último piso suele estar inconcluso, debido al largo tiempo que puede tomar la construcción de estas viviendas.

Se encontró que estas casas se encuentran construidas con muros individuales, sin dejar espaciamiento entre casas, formando grupos o conjuntos en los cuales las casas están confinadas por sus vecinas, a excepción de las esquineras que solo se encuentran soportadas de un lado y en cambio reciben una carga lateral importante de sus vecinas.

En caso de un sismo estas casas esquineras actuaran como confinamiento de la cuadra, en la dirección en la cual las casas se sustentan mutuamente, razón por la cual la estabilidad del conjunto de viviendas depende en gran medida de las casas esquineras.

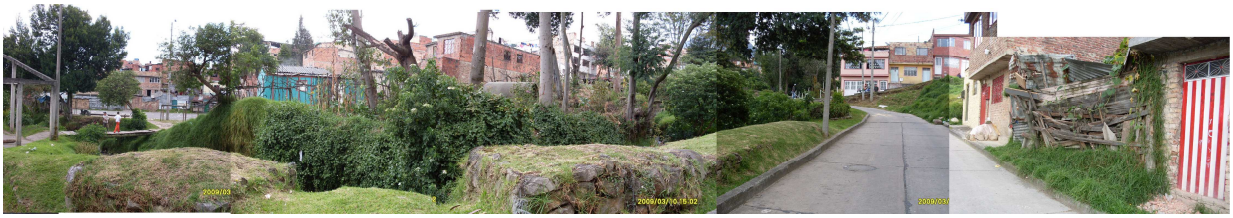


Figura 5-79 Panorámica del sector de la Quebrada. Zona limite del estudio.

Materiales de Cimentación:

Se encontró el uso generalizado de vigas en piedra pegada o concreto ciclópeo (no técnicamente elaborado) fundidas en zanjas de poca profundidad. Sobre estas se apoyan los muros.

En muchos casos, sobre el sistema anterior se fundieron vigas de concreto con refuerzo o se construyeron varias hiladas de ladrillo macizo antes de continuar con el muro en bloque de arcilla.

En el caso de columnas, estas se apoyan generalmente en zapatas individuales que son construidas sobre una base de piedra pegada, como la que se ha descrito anteriormente.

Figura 5-80 Casa Típica de la zona de la Quebrada, sin escalonamientos.

Es interesantemente característico el uso de sistemas de columnas o pórticos de concreto u otros materiales para la transmisión de cargas del nivel de la calle o un nivel más bajo (sótano) al suelo que se encuentra en algunos caso a más de cuatro metros de la placa al nivel del suelo.

Figura 5-81 Sistema de transmisión de cargas desde el nivel de la Calle o un Sótano, al suelo.

Materiales de la Mampostería:

Debido a que las viviendas son de desarrollo progresivo, suele encontrarse que la mampostería en cada piso de la vivienda, está construida con un tipo de ladrillo diferente

Figura 5-82 Mampostería Típica del Sector

También se encuentran muros de un mismo piso, conformados con ladrillos de diferentes tipos, siendo en el piso 1 macizo pegado en soga, para continuar posteriormente con bloque de arcilla en los niveles superiores. La traba entre las hiladas que conforman un muro, es errática en la mayoría de los casos

Estructuras Verticales de Concreto Reforzado:

Por la edad de este barrio, es común observar que no se tienen al menos columnetas de confinamiento en las esquinas y cruces de los muros, condición que se presentaba antes del código sismo resistente de 1984. En viviendas de mayor altura y en los sectores más pendientes, se encuentran algunas columnetas en las esquinas de las fachadas de las viviendas. (Figura 5-82 Mampostería Típica del Sector)

En viviendas de mayor altura y en los sectores más pendientes, se encuentran algunas columnetas en las esquinas de las fachadas de las viviendas.

Placas de Contrapiso y Aéreas:

La información recopilada del trabajo de campo, indica que las placas de contrapiso son de concreto simple; en las aéreas, se encuentran placas macizas de concreto reforzado, placas con elementos prefabricados en bloque de arcilla y placas nervadas aligeradas con ladrillo de arcilla tipo bloque.

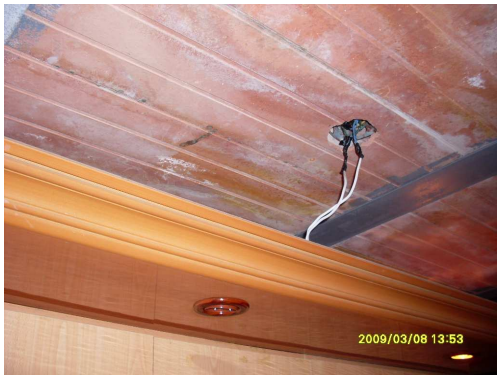
Placa Maciza acero a la Vista

Placa con Refuerzo en Guadua y sobre Rollizo.

Falla en Apoyo de Placa Sobre Muro.

Placa de Primer Piso, desde el Sótano.

Placa Aligerada y con nervaduras. No hay vigas.



Placa Lista o Fácil.

Figura 5-83 Sistemas de Placa Encontrados.

Cubiertas:

Es frecuente encontrar que hace las veces de cubierta, la última placa de concreto, debido al estado de desarrollo progresivo que presentan las viviendas; algunas cubiertas se conforma con láminas de zinc ondulado ó plano y otras, son en teja ondulada de asbesto cemento, soportadas por tímidas estructuras de madera, con uniones deficientes

a los muros de apoyo y en muchos casos, con presencia de objetos pesados sobre la cubierta, para darle mayor estabilidad en caso de presentarse vientos fuertes.

Figura 5-84Sistemas de Cubierta encontrados.

5.3.12 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se realizaron ensayos de laboratorio sobre el concreto (con materiales propios del sector), muretes, morteros (con materiales propios del sector) y las piezas de ladrillo individuales, para conocer los rangos de resistencia que se pueden obtener en estas viviendas.

Para el barrio San Jacinto, los resultados son:

Tabla 5-18 Valores Máximos y Mínimos en Ensayos, Barrio San Jacinto.

Descripción	Valor mínimo	Valor Máximo	Comentarios
Concreto	91 kg/cm2	105 kg/cm2	Concretos con materiales propios del sector, a edades de 28 días.
Muretes	117 kg/cm2	119 kg/cm2	Muretes con ladrillo macizo.28 días.
Morteros	112 kg/cm2	117 kg/cm2	Son débiles para la resistencia encontrada en los muretes. 28 dias.
Ladrillos macizos	N.A.	274.1 kg/cm2	Ladrillo recocidos
Bloques arcilla	49.2 kg/cm2	65.3 kg/cm2	Ladrillo con huecos horizontales.

5.4 BARRIO LA INDEPENDENCIA SAN BERNARDINO

5.4.1 ASPECTOS POLÍTICOS ENTORNO E HISTORIA

Como se menciono en los análisis generales, el barrio La Independencia y el barrio San Bernardino se encuentran ubicados en la localidad de Bosa, más específicamente en la UPZ Bosa Occidental, que agrupa 83 barrios.

Tabla 5-19 Barrios Localidad Bosa

Amaruc	Finca La Esperanza	Nueva Esperanza
Berlín	Holanda	Porvenir
Berlín de Bosa	Hortelanos de Escocia	Potreritos
La Libertad III	Jorge Uribe Botero	San Antonio
Betania	La Concepción	San Antonio de Bosa
Bosa Nova	La Dulcinea	San Antonio de Escocia
Bosa Nova II Sector	La Esmeralda	San Bernardino
Bosalinda (Holdebrando Olarte)	La Esperanza I y II	San Javier
Brasill	La Estanzuela I y II	San Jorge
Brasilia	La Florida	San Juanito
Campo Hermoso	La Fontana de Bosa-La Libertad	San Martín
Casa Nueva	La Independencia	San Pedro
Chiicala	La Libertad I, II, III, IV	Santa Inés
Ciudadela La Libertad	La Magnolia	Sauces
El Bosque de Bosa	La María	Siracuza
El Cauce	La Palma	Tokio
El Diamante	La Paz	Vegas de Santana
El Libertador	La Portada	Villa Carolina
El Paradero	La Portadita	Villa Clemencia
El Portal de La Libertad	La Veguita	Villa Colombia
El Porvenir	Las Margaritas	Villa de Los Comuneros

El Progreso	Las Vegas	Villa de Suaita
El Recuerdo	Los Ocales	Villa Magnolia
El Rincón de Bosa	Los Sauces	Villa Natalia
El Rodeo	Miami	Villa Nohora
El Sauce	New Jersey	Villa Sonia I y II
Escocia	Nuestra Señora de La Paz	Villas del Progreso
Nueva Escocia		Villas del Velero.

En 1539 Bosa existía como un poblado y era dominado por el Cacique Techotiva. En la actualidad aun se conservan familias étnico-Culturales indígenas ancestrales tales como los Neuta, Fitota y Chiguazaque.

Los descendientes del Cacique Techotiva ocupan actualmente la vereda de San Bernardino y tienen apellidos como Neuta, Chiguazaque, Orobujo y Tunjo.

Bosa fue territorio de enfrentamiento entre los Chibchas y comunidades vecinas del Sumapaz y el Tequendama, así mismo en 1853 se dio la batalla entre el dictador Melo y las Fuerzas Comandadas por Tomás Cipriano de Mosquera, José Hilario López y Pedro Alcántara Herrán.

La localidad de Bosa estaba ubicada a tres horas de Santa Fe, la cual para la mitad del siglo XX contaba con cinco barrios y 20 mil habitantes que se dedicaban a cultivar cebada, trigo, papa, arveja y hortalizas, ya que el territorio de clima frió era apto para la agricultura y la ganadería.

La Iglesia de San Bernardino de la Sierra decorada por lienzos de artistas santafereños es el resultado del tratado de paz que se hizo en 1939 con la presencia de Gonzalo Jiménez de Quesada, Nicolás de Federman y Sebastián de Belalcázar, actualmente el templo se preserva como patrimonio de la comunidad y está ubicado en el parque principal de Bosa.

El 17 de diciembre de 1954, durante el gobierno del General Rojas pinilla y mediante decreto ley No. 3440, Bosa se constituye en municipio agregado a Bogotá D.E., junto a los municipios de Fontibón,l Suba, usme, Usaquen y Engativa. Con el acuerdo 32 de 1956 se organiza el Distrito Especial en “Zonas Administrativas Menores” (acuerdo 26), conformándose de esta forma la alcaldía menor del Distrito Especial.

Con los procesos de descentralización administrativa, política y fiscal de Colombia (ley 11 de 1986) y pasado el primero de enero de 1992 se divide el “Distrito Capital” en las

denominadas localidades urbanas y rurales, lo0 que para Bosa significaría ser conocida a partir de ese momento como la localidad Séptima de Bosa.

Como se muestra en la Figura 5-85, Bosa tiene cinco UPZ: dos son de tipo 1, residencial de urbanización incompleta; una es de tipo 2, residencial consolidado, y dos son de tipo 4, destinadas al desarrollo. La tabla 6-10 contiene el área total y la cantidad de manzanas de cada UPZ, área total de las manzanas, el suelo de expansión, el total de áreas sin desarrollar y la superficie clasificada como suelo urbano.

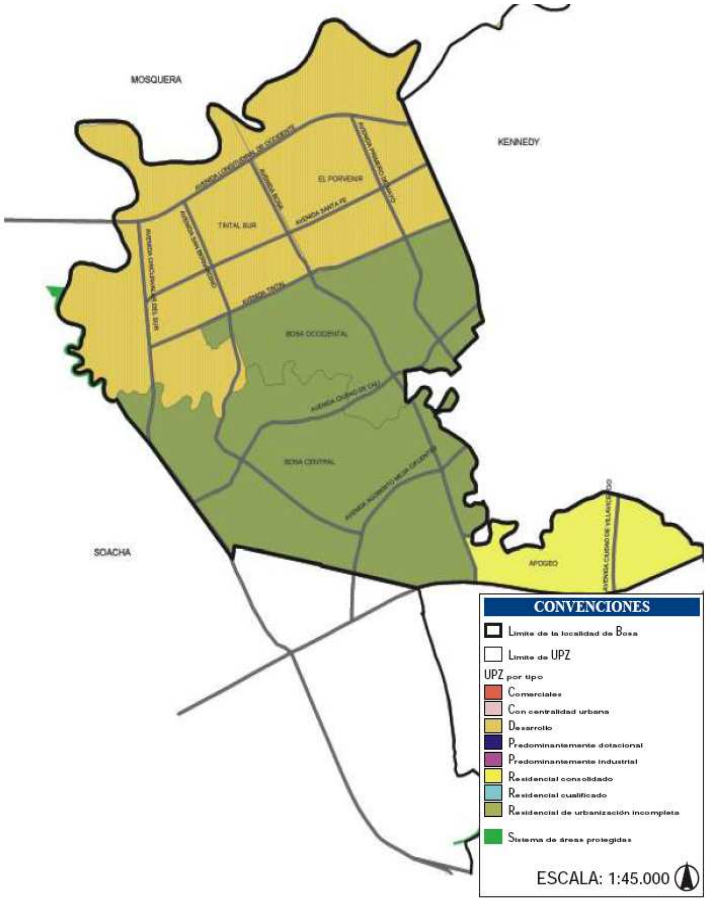


Figura 5-85 UPZ de la localidad de Bosa

Tabla 5-20 UPZ de la localidad de Bosa

No.	UPZ	Clasificación	Extensión UPZ (ha)	%[1/]	No. manzanas	Superficie de manzanas (ha)	Área total del suelo de expansión		Áreas sin desarrollar en suelo urbano	Suelo urbanizado (ha)
							Áreas protegidas (ha)	Suelo de expansión (ha)		
49	Apogeo	Residencial Consolidado	210,43	8,80	205	80,49	0	0	12,45	197,98
84	Bosa occidental	Residencial de Urbanización incompleta - Tipo 1	496,60	17,50	968	225,00	0	0	48,41	448,19
85	Bosa central	Residencial de Urbanización incompleta - Tipo 1	717,45	30,00	1175	348,47	0	0	100,9	616,55
86	El Porvenir	Desarrollo	402,24	19,00	230	58,18	114,4	0	195,16	92,68
87	Tintal Sur	Desarrollo	564,86	24,70	23	11,86	119,29	228,69	61,4	155,48
	Total		2.391,58	100,00	2.601	724,00	233,69	228,69	418,32	1.510,88

Fuente: DAPD, POT, Decreto 619 de 2000 y Subdirección de Desarrollo Social. Bogotá, D.C. 2002.

Tabla 5-21 Información general de la localidad de Bosa

Localidad 7 - Bosa			
Alcalde Local	Juan Carlos Castellanos Puentes		
Sede Alcaldía Local	Cra. 80 i 61 - 05 sur - teléfonos: 7750420/34 7751189		
Habitantes	Cabecera	Rural	Cabecera+Rural
	Hombres: 244.554 Mujeres: 256.906	Hombres: no Mujeres: no	Hombres:244.554 Mujeres: 256.906
	Total habitantes:		501.460
Area	2.392 hectáreas		
UPZ	49-Apogeo 84-Bosa Bosa Occidental 85-Bosa central 86-El Porvenir 87-Tintal sur		
Barrios	330		
Educación	113 colegios privados, 26 distritales		
Límites	limita por el norte con la localidad de Kennedy; por el sur con la localidad de Ciudad Bolívar y el municipio de Soacha; por el oriente con las localidades de Kennedy y Ciudad Bolívar, y por el occidente con el municipio de Mosquera.		

En la zona de estudio, las construcciones más frecuentes son las casas, que tienen de uno a tres pisos y en muy poco porcentaje se encuentran viviendas de 4 pisos.

En el sector de San Bernardino se observa un conjunto de propiedad horizontal, el cual es el único de la zona de estudio; en cuanto al barrio La Independencia, no se encuentran construcciones de este tipo.

En la

Figura 5-86 se puede observar la distribución de las viviendas de los barrios La Independencia y San Bernardino.

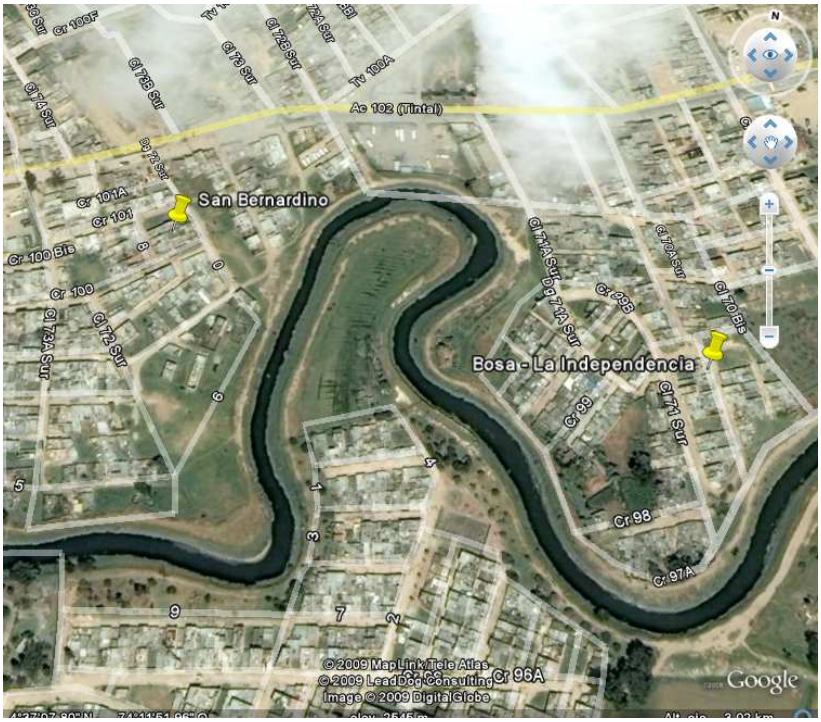


Figura 5-86 La Independencia y San Bernardino, Bosa occidental, fuente Google Earth

5.4.2 Aspectos Socioeconómicos

SISTEMA DE EQUIPAMIENTOS

Es el conjunto de espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos de servicios sociales con carácter formativo, cultural, educativo, de salud, de culto religioso, de bienestar social, deportivo y recreativo; prestan también apoyo funcional a la administración pública y a los servicios urbanos básicos de la ciudad. Los equipamientos se clasifican, según la naturaleza de sus funciones, en tres grupos: equipamiento colectivo, equipamiento deportivo y recreativo, y servicios urbanos básicos. Los equipamientos colectivos están relacionados directamente con la actividad residencial y con el bienestar de los ciudadanos. Se clasifican en cinco subgrupos: educación, bienestar social, salud, cultura y culto religioso.

En la Tabla 5-22 se presenta la cantidad de equipamientos existentes la población local y las dotaciones de equipamientos por cada 1.000 habitantes, para cada una de las localidades urbanas del Distrito.

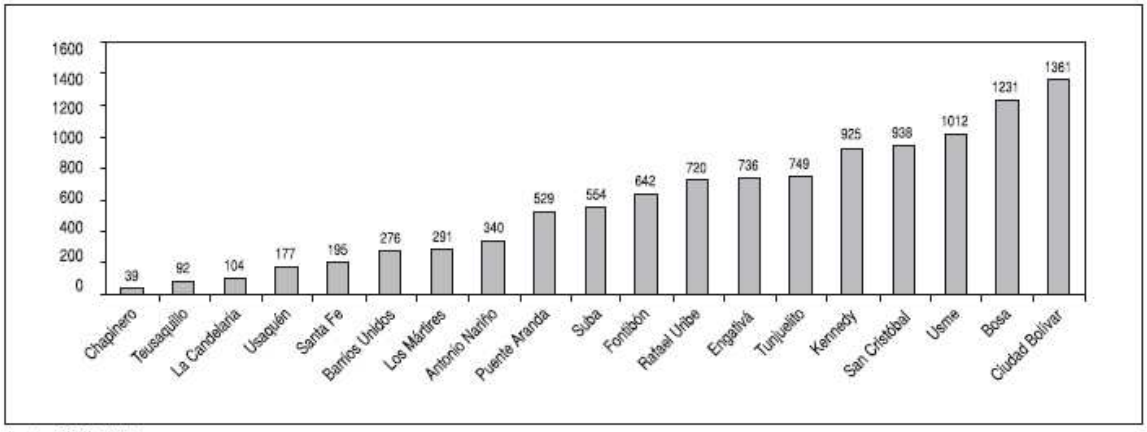
Tabla 5-22 Equipamientos. Bogotá, D.C., 2002

Localidad	Número de equipamientos	Población 2002	Equipamientos por cada 1.000 hab.
Chapinero	3.160	122.991	25,69
Teusaquillo	1.364	126.125	10,81
La Candelaria	265	27.450	9,65
Usaquén	2.485	439.341	5,66
Santa Fe	549	107.044	5,13
Barrios Unidos	639	176.552	3,62
Los Mártires	328	95.541	3,43
Antonio Nariño	289	98.355	2,94
Puente Aranda	534	282.491	1,89
Suba	1.360	753.593	1,80
Fontibón	468	300.352	1,56
Rafael Uribe	535	385.114	1,39
Engativá	1.045	769.259	1,36
Tunjuelito	273	204.367	1,34
Kennedy	1.028	951.330	1,08
San Cristóbal	488	457.726	1,07
Usme	256*	259.189	0,99
Bosa	366	450.468	0,81
Ciudad Bolívar	462	628.672	0,73
Total	15.894	6.635.960	2,40

Fuente: DAPD, Subdirección de Desarrollo Social. Bogotá, D.C. 2002.

Analizando la tabla anterior y como se observa en la Figura 5-87, Bosa, en comparación con las otras localidades del Distrito capital y con relación al total de su población, es la segunda localidad con menos equipamientos con respecto a su población después de Ciudad Bolívar.

Figura 5-87 Cantidad de población por equipamiento. Bogotá, D.C., 2002



Fuente: DAPD, 2002.

- En la Tabla 5-22 se presenta la población y los equipamientos existentes por sector, en cada una de las UPZ de Bosa. La UPZ El Tintal sur, presenta la relación más alta de habitantes por equipamiento con 3.302, seguida por Bosa occidental y El Porvenir, que presentan 1.673 y 1.504 habitantes por equipamiento, respectivamente.

- Borde occidental: se considera el extremo occidental de la ciudad y conforma el espacio intermedio entre la superficie urbanizada y el río Bogotá, proyectándose a una parte de la región de la Sabana que tiene gran dinámica. La mayor parte del territorio de la localidad de Bosa se encuentra localizada en la Pieza urbana Borde occidental y una pequeña superficie, que corresponde a la UPZ El Apogeo, está ubicada en la Pieza urbana Tejido residencial sur.

Tabla 5-23 Suelo urbano, Bogotá, D.C., 2002

Localidad	Área total (ha)	Suelo urbano		
		Suelo urbanizado	Suelo por desarrollar en suelo urbano	Total
Usaquén	6.531	2.988	534	3.522
Chapinero	3.899	1.193	42	1.235
Santa Fe	4.488	632	53	685
San Cristóbal	4.816	1.493	136	1.629
Usme	21.556	1.822	242	2.064
Tunjuelito	1.028	1.019	9	1.028
Bosa	**2.392**	**1.511**	**418**	**1.929**
Kennedy	3.857	3.152	454	3.606
Fontibón	3.326	2.557	496	3.053
Engativá	3.556	3.160	279	3.439
Suba	10.055	4.880	1.154	6.034
Barrios Unidos	1.190	1.185	5	1.190
Teusaquillo	1.421	1.400	21	1.421
Los Mártires	655	636	19	655
Antonio Nariño	494	482	12	494
Puente Aranda	1.724	1.705	20	1.724
La Candelaria	184	184	0	184
Rafael Uribe	1.310	1.279	31	1.310
Ciudad Bolívar	12.998	2.835	403	3.238
Sumapaz	78.096	0	0	0
Total	**163.575**	**34.112**	**4.325**	**38.438**

Fuente: DAPD, POT, Decreto 619 del 2000 y Mapa Único.

5.4.3 CLIMA

El clima de la sabana de Bogotá se clasifica como fresco a subhúmedo tropical, siendo el de las montañas vecinas clasificado como fresco a frío húmedo tropical. La sabana presenta una variación de alturas entre 2550 a 2700 m de altitud, el promedio anual de temperatura es de 14º C, la variación mensual de temperatura no excede de 1º C., aproximadamente del promedio anual.

Bosa cuenta con área rural la cual se ve afectada por las heladas y escarchas de la sabana, originadas por cambios bruscos de temperatura, principalmente en los meses más secos de fines de diciembre y enero y menos frecuentes en los meses de julio y agosto.

La precipitación arroja un promedio anual que varía entre 700 y 1000 mm. En la sabana, llegando hasta 1500 mm. En las montañas aledañas. El régimen de precipitación es bimodal lo que indica dos estaciones lluviosas, la primera de las cuales se inicia en marzo

y termina en junio, y la segunda inicia en octubre y finaliza en diciembre. En las áreas montañosas no son tan definidas las fechas de las precipitaciones.

Para Bogotá el promedio anual de precipitaciones es de 941 mm. La humedad relativa máxima diaria alcanza valores entre 70 a 100% y la mínima diaria entre 40 a 80%, a excepción de los meses de febrero a marzo, cuando está entre 20 y 70%. Según las cifras históricas, los promedios anuales de precipitación en Bogotá han disminuido de la siguiente forma: en el año 1900 se registraron 1108 mm., en el periodo de 1901 a 1930 el promedio fue de 971 mm., en tanto que para 1960 fue de 941 mm.

Los vientos superficiales provenientes del sureste son poco fuertes en abril y mayo; fuertes de abril a septiembre y más fuerte en septiembre. Los vientos que entran a la sabana por el suroeste son poco fuertes en octubre y los del oeste son suaves entre noviembre y febrero.

5.4.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.4.4.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico, la localidad de Bosa se ubica sobre la formación sabana, con orígenes en el Pleistoceno y cuyo espesor según Hubach, citado por IGAC 1980, es de 200 a 400 m.

La formación sabana consiste principalmente en depósitos lacustres del Pleistoceno, con capas de turba a intervalos no menores en la parte inferior del sedimento, lo cual Van Der Hanmen y González atribuyeron a intersticiales secos; además, información de cenizas volcánicas entre 29 y 31 m. debajo de la superficie, cerca de Bogotá, lo cual ellos correlacionan con Riss Interstadial.

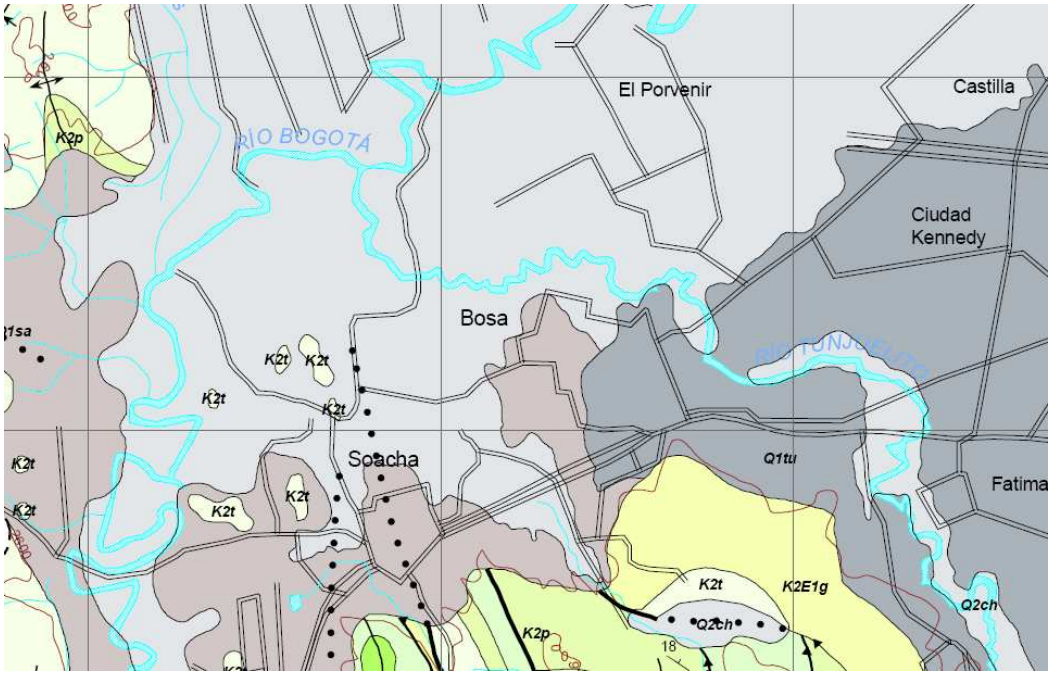
Los sedimentos inferiores de la formación sabana fueron depositados al final del Würn o pleniglacial II, hace cerca de 10.000 años, y los 3.5 m. superiores son de origen removido, probablemente por abanicos aluviales o depósitos aluviales en pendientes de sedimentos. Luna encontró evidencias de cenizas volcánicas en algunos suelos de la sabana, así como también en los de las montañas vecinas.

Según Mauricio Chacón Quintero, en su informe “Identificación y análisis de futuro de las actividades económicas de la localidad de Bosa 2010”, el suelo de Bosa está constituido por una llanura cuaternaria, con algunos conos aluviales y depósitos coluviales. Los primeros están constituidos por gravas y arenas y los segundos conformados por areniscas y limolitas con una matriz areno-arcillosa. Superficialmente los suelos están conformados por arcillas y limos porco permeables de aproximadamente 1 m de espesor. La geología muestra el fino material arcilloso sobre el cual se desarrollarían los suelos de la formación Bogotá y su influencia de cenizas volcánicas, lo que desde el plano de ingeniería trae serias complicaciones.

Los depósitos cuaternarios, inconsolidados y semiconsolidados que conforman las zonas morfológicas I y VI y se clasifican así: Complejo de conos (Qcc), terrazas altas (Qta), terrazas bajas (Qtb), conos de diyección (Qd), llanuras aluviales (Qlla), colusiones (Qdp), suelos residuales (qr), material de relleno de excavación (Qr) y rellenos de basuras (Qb).

5.4.4.2 Estratigrafía Regional

Figura 5-88 Mapa geológico de la localidad de Bosa. Bogotá, D.C.



En la Figura 5-88 se muestra la ubicación de la localidad de Bosa y su correspondiente formación, también se observa, que la localidad no tiene fallas ni ningún tipo de accidente geológico puntual.

Formación Sabana (Q1sa)

Se denomina formación Sabana a los depósitos lacustrinos que afloran en toda la zona plana y que hace parte de la Sabana de Bogotá. Para Helmes & Van der Hammen (1995), esta formación está constituida principalmente por arcillas y hacia las márgenes de la cuenca se observan arcillas orgánicas, arenosas y turba-lignita.

Para Carvajal et al. (2005), este depósito es resultado de un antiguo lago que dejo planicies y deltas lacustrinos, los cuales son extensos, de aspecto aterrazado y con morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por los escarpes de estos.

Litología

Para Helmes & Van der Hammen (1995), este depósito tiene por lo menos 320 m (pozo Funza II), está constituido por sedimentos finos y en los dos metros superiores son suelos constituidos por cenizas volcánicas; en general son arcillolitas grises con locales intercalaciones de arenas finas y niveles delgados de gravas y turbas.

Posición estratigráfica y edad

La Formación Sabana se presenta suprayaciendo los sedimentos de la Formación Subachoque y por datos de huellas de fisión, Carbono, indican una edad Pleistoceno medio y tardío (Helmes & Van der Hammen, 1995).

Formación río Tunjuelito (Q1tu)

Helmes & Van der Hammen (1995), llaman formación río Tunjuelito al depósito constituido por sedimentos de grano grueso a lo largo de los ríos que cruzan la Sabana de Bogotá, están constituidos por gravas intercaladas de arenas, arcillas y turbas y que están cubiertas por sedimentos de la Formación Chía. Esta formación aflora en el Valle de Guasca, en la zona del río Tunjuelito y en cercanías a la cabecera del municipio de Cogua.

Para Carvajal et al. (2005), estos depósitos son de origen fluvial, forman abanicos aluviales explayados y aterrazados con suaves pendientes. Para (Helmes & Van der Hammen, 1995), esta formación está presente en varios niveles de terraza fluviales y son el resultado de depósitos en los valles marginales de la cuenca de la Sabana en donde se depositaron sedimentos arenosos; las gravas son depositadas en los canales a lo largo de los ríos, luego hubo periodos donde se dio sedimentación de material fino desde el centro de la cuenca a estos valles y se depositan arcillas y turbas.

Litología

Para Helmes & Van der Hammen (1995), esta formación está caracterizada por secuencias de gravas con intercalaciones de arenas arcillosas, arcillas, arcillas orgánicas y arcillas turbosas; las gravas pueden mostrar gradación, los cantos son redondeados, con diámetros hasta de 40 cm. En ciertas localidades los sedimentos gravosos pueden tener espesores de hasta 80 m (río Tunjuelito).

Posición estratigráfica y edad

Estos sedimentos se han encontrado sobre rocas de la formación Marichuela en el río Tunjuelito y son recubiertas por una delgada capa de sedimentos finos de la formación

Chía (Helmes & Van der Hammen, 1995). La edad asignada para este depósito es determinada por datos palinológicos y 14 C y le asignan una edad Pleistoceno para la parte más superior.

Sin embargo Van del Hammen (2003), considera que toda la Formación río Tunjuelito cubre todo el Pleistoceno.

Formación Chía (Q2ch)

Helmes & Van der Hammen (1995), denominan formación Chía a los depósitos constituidos por sedimentos fluviales de grano fino que afloran a lo largo de los ríos principales que generalmente están por debajo de las llanuras de inundación de los ríos.

Litología

El espesor máximo es de 5 m, está constituido por arcillas, en ocasiones pueden ser moteadas (grises y naranja) como se observa en el sector de Chía y localmente pueden contener limos y en áreas fangosas, arcillas orgánicas diatomíticas (Helmes & Van der Hammen, 1995).

Para Carvajal et a (2005), estos depósitos forman terrazas fluviales por erosión, son planas, de suave pendiente y son talladas por la acción de las corrientes fluviales actuales.

Posición estratigráfica y edad

La formación Chía suprayace sedimentos de la formación Río Tunjuelito o formación Sabana; los datos de 14 C, arrojan edades del holoceno y hasta de 16.000 años (Van der Hammen, 2005).

5.4.4.3 Geomorfología: Formas y Procesos

Desde la época del Paleoceno no se han presentado plegamientos en el sector de Bogotá, no obstante, si ha habido movimientos telúricos recientes ocasionados por fallas geológicas (IGAC 1980). La localidad de Bosa se ubica en la zona plana de la sabana, con sectores que se encuentran bajo las cotas de inundación del río Bogotá y Tunjuelito. Las pendientes varían, en la mayoría de los casos entre el 1% y 3% y en menor proporción por debajo del 8%.

5.4.1 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

En la zona de estudio se encuentran tres tipos de depósitos, en primer lugar tenemos los depósitos lacustrinos, que están constituidos por arcillas y hacia las márgenes de la cuenca se observan arcillas orgánicas, arenosas y turba-lignita, formados también por sedimentos finos y en los dos metros superiores son suelos constituidos por cenizas volcánicas. En general son arcillolitas grises con locales intercalaciones de arenas finas y niveles delgados de gravas y turbas, son de aspecto aterrazado y con morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por los escarpes de estos.

En segundo lugar se encuentra el depósito integrado por sedimentos de grano grueso a lo largo de los ríos que cruzan la Sabana de Bogotá. Éste tipo de depósitos están constituidos por gravas intercaladas de arenas, arcillas y turbas, estos depósitos son de origen fluvial, forman abanicos aluviales explayados y al igual que los depósitos lacustrinos son aterrazados con suaves pendientes. Tiene una caracterización que son las secuencias de gravas con intercalaciones de arenas arcillosas, arcillas, arcillas orgánicas y arcillas turbosas; las gravas pueden mostrar gradación, los cantos son redondeados, con diámetros hasta de 40 cm.

Por último tenemos los depósitos integrados por sedimentos fluviales de grano fino que afloran a lo largo de los ríos principales y que generalmente están por debajo de las llanuras de inundación de los ríos. Tienen un espesor máximo es de 5 m, y están constituidos por arcillas, en ocasiones pueden ser moteadas (grises y naranja) y pueden contener limos y arcillas orgánicas diatomíticas. Estos depósitos forman terrazas fluviales por erosión, son planas, de suave pendiente y son talladas por la acción de las corrientes fluviales actuales.

Según 4 sondeos de 15 m de profundidad cada uno, realizados por GAVESA S.A., la localidad de Bosa está constituida por arcillas, cuyos colores varían de carmelita y gris claro a gris y verde claro; Presenta cohesión entre 0.40 k/cm2 y 1.0 k/cm2 con promedio de 0.71 k/cm2, compresión inconfinada entre 0.75 k/cm2 y 2.75 k/cm2 con un promedio de 1.68 k/cm2.; estos valores son obtenidos con ensayos realizados a las muestras del tubo SHELVY en cada uno de los sondeos.
Se tiene también relleno limo arenoso en los primeros 4.5 m aproximadamente, al cual se le realizo ensayos de SPT. Se obtienen resultados en No. de golpes entre 9 y 43 con promedio de 24, este ensayo fue realizado en 3 de los 4 sondeos ya que en el sondeo No. 2 no se tiene relleno limo arenoso, si no arcilloso.

Las memorias de sondeos se muestran de la Figura 5-89 a la Figura 5-96.

Figura 5-89 Sondeo No. 1, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

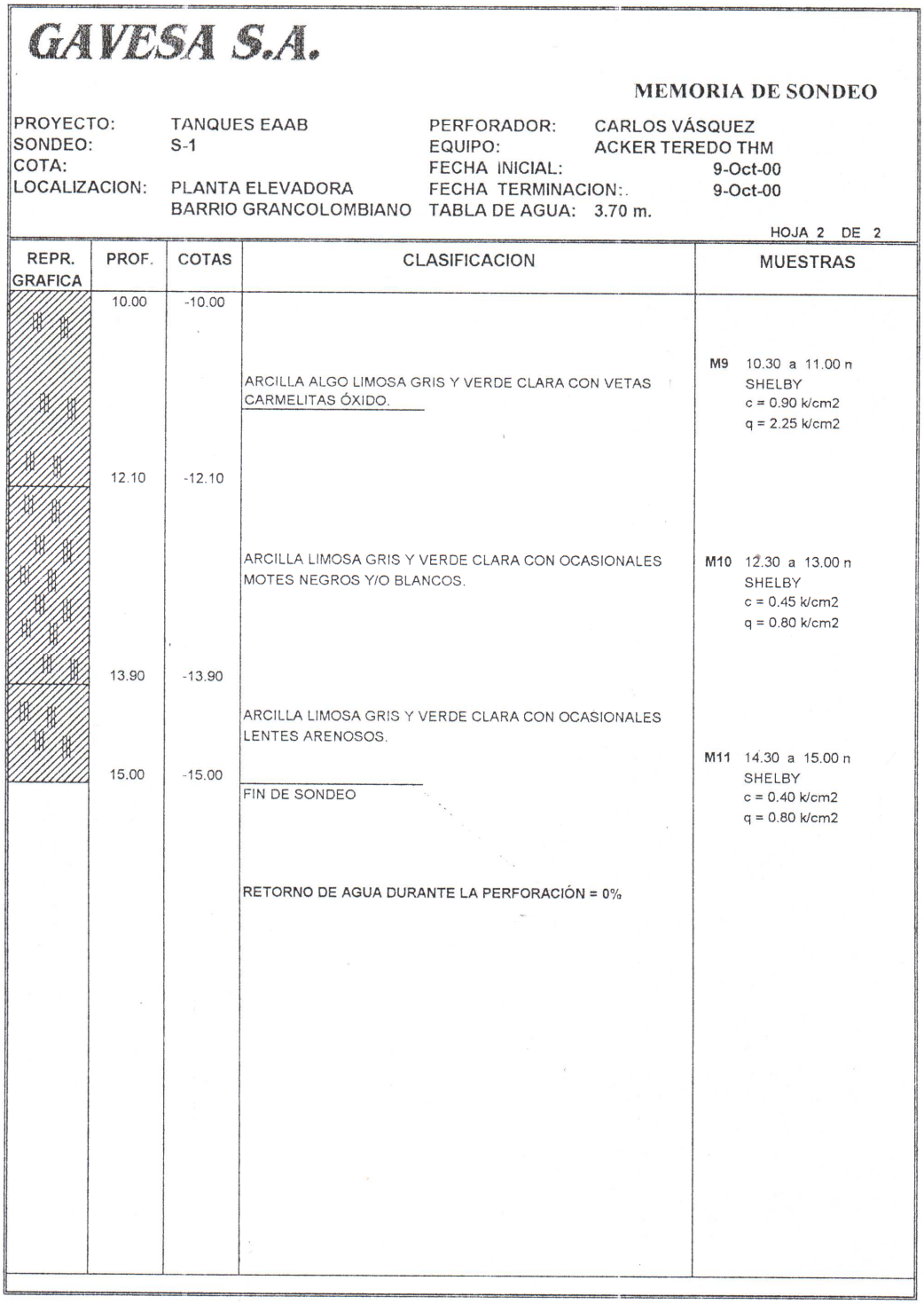
PROYECTO: TANQUES EAAB
SONDEO: S-1
COTA:
LOCALIZACION: PLANTA ELEVADORA
BARRIO GRANCOLOMBIANO

PERFORADOR: CARLOS VÁSQUEZ
EQUIPO: ACKER TEREDO THM
FECHA INICIAL: 9-Oct-00
FECHA TERMINACION: 9-Oct-00
TABLA DE AGUA: 3.70 m.

HOJA 1 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF. (m)	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
			RELLENO DE ARCILLA Y LIMO CARMELITO CON ALGO DE DESECHOS DE OBRA Y RAÍCES.	M1 0.40 a 1.00 m. SHELBY M2 1.30 a 1.75 m. 4/6" 5/6" 5/6" St
	2.90	-2.90		M3 2.70 a 3.30 m. SHELBY
			RELLENO DE ARCILLA ALGO ARENOSA CARMELITA CON RASTROS DE RAÍCES Y ALGUNOS MOTES BLANCOS Y NEGROS. (Seco)	M4 3.40 a 3.85 m. 10/6" 12/6" 14/6" St
	4.10	-4.10		
			RELLENO DE LIMO ARCILLO-ARENOSO CARMELITO CON LENTES GRISES, RASTROS DE RAÍCES, MOTES NEGROS Y VETAS DE ÓXIDO.	M5 4.50 a 5.10 m. SHELBY
	5.80	-5.80		M6 5.40 a 5.85 m. 8/6" 12/6" 17/6" St
			ARCILLA ARENO-LIMOSA CARMELITA Y GRIS CLARA CON RAÍCES Y VETAS DE ÓXIDO.	
	6.30	-6.30		
			ARCILLA GRIS, VERDE Y CARMELITA CLARA CON MOTES ORGÁNICOS NEGROS Y MOTES DE ÓXIDO. (Fisurada)	M7 6.60 a 7.30 m. SHELBY c = 1.00 k/cm2 q = 2.75 k/cm2
	8.20	-8.20		
			ARCILLA ALGO ARENOSA GRIS CON VETAS VERDES CLARAS MOTES NEGROS Y MOTES DE ÓXIDO.	M8 8.50 a 9.20 m. SHELBY c = 0.90 k/cm2 q = 2.00 k/cm2
	9.50	-9.50		
	10.00	-10.00	ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS Y VERDE CLARA CON VETAS CARMELITAS ÓXIDO.	

Figura 5-90 Sondeo No. 1, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A.



GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO:	TANQUES EAAB	PERFORADOR:	CARLOS VÁSQUEZ
SONDEO:	S-1	EQUIPO:	ACKER TEREDO THM
COTA:		FECHA INICIAL:	9-Oct-00
LOCALIZACION:	PLANTA ELEVADORA	FECHA TERMINACION:	9-Oct-00
	BARRIO GRANCOLOMBIANO	TABLA DE AGUA:	3.70 m.

HOJA 2 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF.	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
	10.00	-10.00	ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS Y VERDE CLARA CON VETAS CARMELITAS ÓXIDO.	M9 10.30 a 11.00 n SHELBY c = 0.90 k/cm2 q = 2.25 k/cm2
	12.10	-12.10	ARCILLA LIMOSA GRIS Y VERDE CLARA CON OCASIONALES MOTES NEGROS Y/O BLANCOS.	M10 12.30 a 13.00 n SHELBY c = 0.45 k/cm2 q = 0.80 k/cm2
	13.90	-13.90	ARCILLA LIMOSA GRIS Y VERDE CLARA CON OCASIONALES LENTES ARENOSOS.	M11 14.30 a 15.00 n SHELBY c = 0.40 k/cm2 q = 0.80 k/cm2
	15.00	-15.00	FIN DE SONDEO	
			RETORNO DE AGUA DURANTE LA PERFORACIÓN = 0%	

Figura 5-91 Sondeo No. 2, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO: TANQUES EAAB
SONDEO: S-2
COTA:
LOCALIZACION: PLANTA ELEVADORA
BARRIO GRANCOLOMBIANO

PERFORADOR: CARLOS VÁSQUEZ
EQUIPO: ACKER TEREDO THM
FECHA INICIAL: 10-Oct-00
FECHA TERMINACION: 11-Oct-00
TABLA DE AGUA: 1.20 m.

HOJA 1 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF. (m)	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
			RELLENO DE ARCILLA, LIMO, ARENA Y PIEDRAS.	
	0.80	-0.80		M1 0.80 a 1.40 m. SHELBY
			RELLENO DE ARENA LIMOSA FINA A MEDIA CARMELITA CON VETAS DE ÓXIDO.	
	2.90	-2.90		M2 2.60 a 3.20 m. SHELBY c = 0.95 k/cm2 q = 1.75 k/cm2
			ARCILLA CARMELITA CON RASTROS DE ARENA FINA, LENTES DE ARENA FINA A MEDIA Y LENTES GRISES.	
	4.70	-4.70		
			ARCILLA ALGO ARENOSA CARMELITA Y GRIS CON MOTES	M3 4.50 a 5.20 m. SHELBY c = 0.90 k/cm2 q = 1.70 k/cm2
	5.20	-5.20	NEGROS.	
			ARCILLA ALGO ARENOSA GRIS CON MOTES DE ÓXIDO.	M3A 6.15 A 6.30 m. veleta c(in-situ) = 1.10 k/cm2
				M4 6.30 a 7.00 m. SHELBY c = 0.60 k/cm2 q = 1.50 k/cm2
	7.30	-7.30		
			ARCILLA GRIS Y CARMELITA CLARA CON VETAS DE ÓXIDO Y LENTES AMARILLOS CLAROS.	M4A 8.15 a 8.30 m. veleta c(in-situ) = 0.66 k/cm2
				M5 8.30 a 9.00 m. SHELBY c = 0.45 k/cm2 q = 1.00 k/cm2
	9.40	-9.40		
			ARCILLA LIMOSA ALGO ARENOSA GRIS Y VERDE CLARA CON LENTES CARMELITOS Y RASTROS ORGÁNICOS.	
	10.00	-10.00		

Figura 5-92 Sondeo No. 2, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO:	TANQUES EAAB	PERFORADOR:	CARLOS VÁSQUEZ
SONDEO:	S-2	EQUIPO:	ACKER TEREDO THM
COTA:		FECHA INICIAL:	10-Oct-00
LOCALIZACION:	PLANTA ELEVADORA BARRIO GRANCOLOMBIANO	FECHA TERMINACION:	11-Oct-00
		TABLA DE AGUA:	1.20 m.

HOJA 2 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF.	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
	10.00	-10.00		M5A 10.20 a 10.35 n veleta c(in-situ) = 1.10 k/cm2
			ARCILLA LIMOSA ALGO ARENOSA GRIS Y VERDE CLARA CON VETAS CARMELITAS OXIDADAS ALGO GRANULOSAS, MOTES BLANCOS Y OCASIONALES LENTES ARENOSOS.	M6 10.35 a 11.05 m. SHELBY c = 0.40 k/cm2 q = 0.75 k/cm2
				M6A 12.15 a 12.30 n veleta c(in-situ) = 0.88 k/cm2
	12.60	-12.60		
			ARCILLA LIMOSA GRIS Y VERDE CON LENTES CARMELITOS Y OCASIONALES VETAS DE ÓXIDO.	M7 12.30 a 13.00 m. SHELBY c = 0.75 k/cm2 q = 2.00 k/cm2
	14.00	-14.00		M7A 14.20 a 14.35 m. veleta c(in-situ) = 0.73 k/cm2
			ARCILLA LIMOSA CARMELITA, GRIS Y VERDE CLARA CON MOTES BLANCOS.	M8 14.35 a 15.05 m. SHELBY c = 0.65 k/cm2 q = 1.35 k/cm2
	15.20	-15.20		M8A 15.05 a 15.20 m. veleta c(in-situ) = 0.66 k/cm2

Figura 5-93 Sondeo No. 3, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO: TANQUES EAAB
SONDEO: S-3
COTA:
LOCALIZACION: PLANTA ELEVADORA
BARRIO GRANCOLOMBIANO

PERFORADOR: CARLOS VÁSQUEZ
EQUIPO: ACKER TEREDO THM
FECHA INICIAL: 12-Oct-00
FECHA TERMINACION: 13-Oct-00
TABLA DE AGUA: 7.20 m.

HOJA 1 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF. (m)	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
			RELLENO DE LIMO ARENOSO CARMELITO CON VETAS DE ARCILLA Y RAÍCES.	M1 0.60 a 1.30 m. SHELBY M2 1.40 a 1.85 m. 7/6" 8/6" 8/6" St
	2.10	-2.10		
			RELLENO DE LIMO ARENOSO CARMELITO CON VETAS DE ARENA FINA LIMOSA Y RASTROS DE RAÍCES.	M2A 2.85 a 2.95 m. veleta c(in-situ) = 2.77 k/cm2 M3 2.95 a 3.40 m. SHELBY M4 3.40 a 3.85 m. 7/6" 9/6" 12/6" St
	5.20	-5.20		M5 5.00 a 5.40 m. 8/6" 9/6" 12/6" St
			ARCILLA CARMELITA Y GRIS CLARA CON LENTES GRISES CLAROS, MOTES NEGROS Y MOTES DE ÓXIDO.	M5A 5.85 a 6.00 m. veleta c(in-situ) = 1.31 k/cm2 M6 6.10 A 6.80 m. SHELBY c = 1.00 k/cm2 q = 2.75 k/cm2 M5 5.00 a 5.40 m. 8/6" 9/6" 12/6" St
	7.50	-7.50		
			ARCILLA ALGO ARENOSA GRIS Y VERDE CLARA (Dura y seca)	M6A 8.20 a 8.35 m. veleta c(in-situ) = 2.70 k/cm2 M7 8.35 a 8.75 m. SHELBY q > 5.00 k/cm2 M8 9.00 a 9.45 m. 12/6" 15/6" 16/6" St c > 1.00 k/cm2 q = 2.75 k/cm2
	10.00	-10.00		

Figura 5-94 Sondeo No. 3, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO:	TANQUES EAAB	PERFORADOR:	CARLOS VÁSQUEZ
SONDEO:	S-3	EQUIPO:	ACKER TEREDO THM
COTA:		FECHA INICIAL:	12-Oct-00
LOCALIZACION:	PLANTA ELEVADORA	FECHA TERMINACION:	13-Oct-00
	BARRIO GRANCOLOMBIANO	TABLA DE AGUA:	7.20 m.

HOJA 2 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF.	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
	10.00	-10.00		M8A 10.30 a 10.45 m. veleta c(in-situ) = 1.61 k/cm2
			ARCILLA GRIS Y CARMELITA CLARA CON VETAS DE ÓXIDO GRANULOSAS.	M9 10.50 a 11.20 n SHELBY c = 0.75 k/cm2 q = 1.70 k/cm2
				M9A 11.80 a 11.95 m. veleta c(in-situ) = 1.02 k/cm2
	12.30	-12.30		M10 12.00 a 12.70 m. SHELBY c = 0.60 k/cm2 q = 1.50 k/cm2
			ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS Y VERDE CLARA.	M10A 14.15 a 14.30 m. veleta c(in-situ) = 0.73 k/cm2
				M11 14.30 a 15.00 m. SHELBY c = 0.60 k/cm2 q = 1.30 k/cm2
	15.00	-15.00		

Figura 5-95 Sondeo No. 4, Profundidad 0m – 10m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO:	TANQUE EAAB	PERFORADOR:	CARLOS VÁSQUEZ
SONDEO:	S-4	EQUIPO:	ACKER TEREDO THM
COTA:		FECHA INICIAL:	13-Oct-00
LOCALIZACION:	PLANTA ELEVADORA	FECHA TERMINACION:	14-Oct-00
	BARRIO GRANCOLOMBIANO	TABLA DE AGUA:	3.50 m.

HOJA 1 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF. (m)	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
				M1 0.50 a 0.95 m. 3/6" 3/6" 5/6" St
			RELLENO DE LIMO ARENOSO CARMELITO CON VETAS DE ARENA FINA ALGO LIMOSA.	M2 1.00 a 1.70 m. SHELBY M3 1.80 a 2.25 m. 4/6" 5/6" 7/6" St M4 2.30 a 3.00 m. SHELBY M5 3.20 a 3.65 m. 2/6" 3/6" 4/6" St
	4.10	-4.10		M6 4.00 a 4.70 m. SHELBY c = 0.45 k/cm2 q = 1.30 k/cm2
			ARCILLA CARMELITA Y GRIS CON MOTES DE ÓXIDO Y RASTROS DE RAÍCES.	M6A 4.70 a 4.85 m. veleta c(in-situ) = 1.31 k/cm2 M7 4.85 a 5.30 m. 5/6" 8/6" 10/6" St c = 0.90 k/cm2 q = 1.75 k/cm2
	6.00	-6.00		
				M7A 6.60 a 6.75 m. veleta c(in-situ) = 1.10 k/cm2 M8 6.75 a 7.35 m. SHELBY c = 0.90 k/cm2 q = 2.20 k/cm2
			ARCILLA ALGO ARENOSA CARMELITA Y GRIS CON MOTES NEGROS Y VETAS DE ÓXIDO.	
				M8A 8.70 a 8.85 m. veleta c(in-situ) = 0.80 k/cm2
	9.20	-9.20		
			ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS, ALGO VERDOSA, CON OCASIONALES MOTES DE ÓXIDO.	M9 9.00 a 9.70 m. SHELBY c = 0.50 k/cm2 q = 1.10 k/cm2
	10.00	-10.00		

Figura 5-96 Sondeo No. 4, Profundidad 10m – 15m, Fuente GAVESA S.A.

GAVESA S.A.

MEMORIA DE SONDEO

PROYECTO:	TANQUE EAAB	PERFORADOR:	CARLOS VÁSQUEZ
SONDEO:	S-4	EQUIPO:	ACKER TEREDO THM
COTA:		FECHA INICIAL:	13-Oct-00
LOCALIZACION:	PLANTA ELEVADORA	FECHA TERMINACION:	14-Oct-00
	BARRIO GRANCOLOMBIANO	TABLA DE AGUA:	3.50 m.

HOJA 2 DE 2

REPR. GRAFICA	PROF.	COTAS	CLASIFICACION	MUESTRAS
	10.00	-10.00	ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS, ALGO VERDOSA, CON OCASIONALES MOTES DE ÓXIDO.	
	10.80	-10.80	ARCILLA ALGO LIMOSA GRIS, ALGO VERDOSA CLARA, CON VETAS CARMELITAS OXIDADAS.	M9A 11.05 a 11.20 m. veleta c(in-situ) = 1.10 k/cm2 M10 11.20 a 11.90 m. SHELBY c = 0.55 k/cm2 q = 1.30 k/cm2
	12.60	-12.60	ARCILLA LIMOSA GRIS Y VERDE CON LENTES GRISES ALGO ARENOSOS.	M10A 12.90 a 13.05 m. veleta c(in-situ) = 1.17 k/cm2 M11 13.05 a 13.75 m. SHELBY c = 0.60 k/cm2 q = 1.70 k/cm2
	13.80	-13.80	LIMO ARCILLOSO GRIS Y VERDE CLARO CON VETAS DE ÓXIDO Y MOTES BLANCOS.	M11A 14.20 a 14.35 m. veleta c(in-situ) = 1.02 k/cm2 M12 14.35 a 15.05 m. SHELBY c = 0.60 k/cm2 q = 1.40 k/cm2
	15.05	-15.05		

5.4.2 INSPECCIÓN PATOLÓGICA GENERAL DEL SECTOR

Infraestructura vial

El barrio la independencia, en la zona de estudio, no tiene una vía principal definida, si no una serie de vías que se conectan entre sí creando de esta forma el sistema de comunicación de la zona; se puede concluir que este fue creciendo sin tener en cuenta las vías y que ellas se tuvieron que acomodar a la disposición de las viviendas. Esto se puede observar en la Figura 5-97.

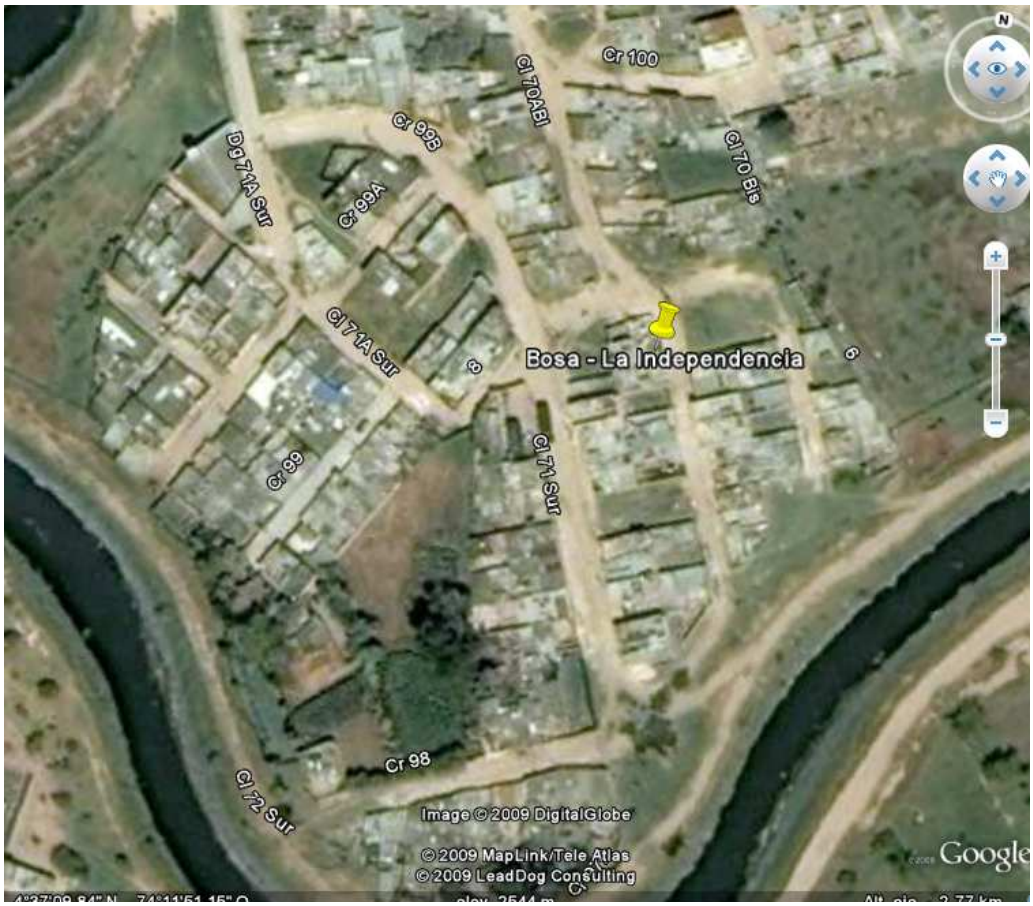


Figura 5-97 Sistema vial, Barrio La Independencia, Google Earth.

Las vías del barrio La Independencia no tienen una estructura de pavimento, están construidas con material de afirmado y no tienen andenes definidos, adicional a esto, la geometría de las vías es irregular; cabe aclarar, que en la mayoría de los casos las vías son mas de tipo peatonal que vehicular, aunque si transitan carros, ya que son las únicas vías de acceso a las viviendas.

Figura 5-98 Estado de las vías Barrio La Independencia

En algunos casos, las vías presentan empozamientos y acanalamientos por socavación debido a flujos no controlados de agua y a la ausencia de estructuras o sistemas de drenaje.

En cuanto a los postes de la zona, no presentan ningún tipo de inclinación y no hay evidencia de ningún tipo de fractura que indique procesos de inestabilidad en las vías. Esto se muestra en la Figura 5-98.

Por otro lado, el Barrio San Bernardino, si tiene una vía principal definida, que lo recorre en su totalidad, ésta a su vez, lo conecta con los diferentes sectores de la localidad y en torno a ella fue desarrollando el barrio. Esto se observa en la Figura 5-99.

Figura 5-99 Sistema vial, Barrió San Bernardino, Google Earth.

La vía principal del barrio San Bernardino, como se observa en la Figura 5-100, fue construida en pavimento flexible, pero se encuentra en malas condiciones; la capa de rodadura está deteriorada, no cuenta con cunetas ni con andenes, hay presencia de hundimientos y en algunos tramos hay huecos y se notan acanalamientos por el mal manejo del agua.

Los postes de esta zona, presentan un tipo de inclinación leve y no se observa ningún tipo de fractura que indique procesos de inestabilidad en las vías.

Las vías secundarias de esta zona, se encuentran en las mismas condiciones que las del barrio La Independencia, ya que no tienen ningún tipo de manejo del agua, están sin estructura de pavimento, los postes no se encuentran inclinados y no se presentan fracturas considerables; pero por el contrario, en estas vías si hay presencia de andenes los cuales están en mal estado y tienen una altura promedio de 10 cm., claro que no en todos los casos, ya que hay tramos que el andén está al mismo nivel que la vía, permitiendo así, el paso libre del agua. Lo anterior se observa en la Figura 5-101.

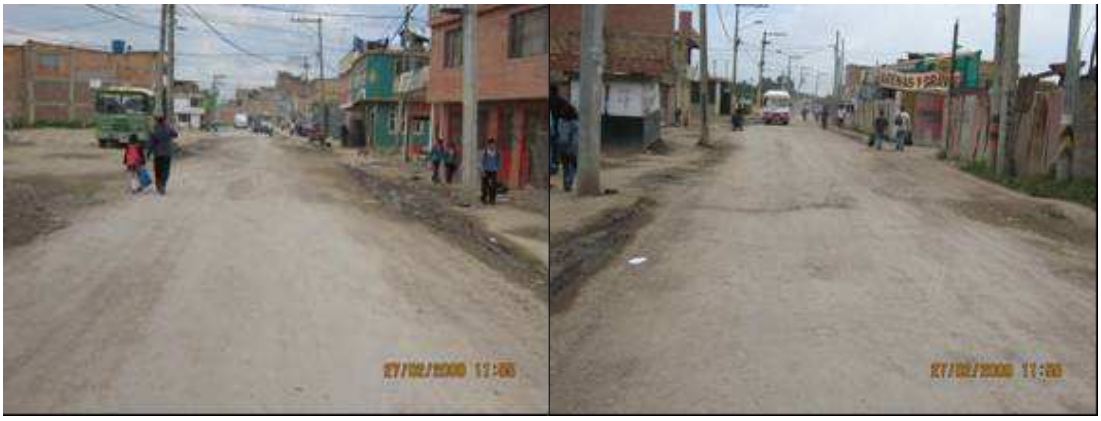


Figura 5-100 Estado de la vía principal del Barrio San Bernardino.

Figura 5-101 Estado de las vías secundarias del Barrio San Bernardino.

Acueducto, Alcantarillado y estructuras de drenaje

Los dos barrios cuentan con redes de alcantarillado combinado y pluvial, no se observan daños sobre la red principal que puedan evidenciar procesos de movimientos en masa o fenómenos de tipo regional.

Las problemáticas son de orden local en las conexiones a la red; por ejemplo, gracias a que las vías no tienen una estructura de pavimento definida y se han hecho con material de afirmado, que cuando se pone en contacto con el agua se presenta el lavado de finos, esto significa que gran porción de material que esta suelto, va a ser transportado hasta los sumideros y los va a tapar, también se presenta el taponamiento de las tapas del sistema de alcantarillado; cuando se produce lo anterior, el sistema de alcantarillado no opera eficientemente y se producen acanalamientos en la vía. (Figura 5-102). Otro problema evidente, son las basuras que son transportadas a los sumideros y se van acumulando hasta provocar su taponamiento. (Figura 5-103)

Figura 5-102 Problemas en el sistema de alcantarillado.

Figura 5-103 Problemas de basuras.

Redes eléctricas y de teléfono

Figura 5-104 Estado redes eléctricas y de teléfono, barrios La Independencia y San Bernardino.

Como se puede observar en la Figura 5-104, las redes eléctricas y telefónicas de la zona son aéreas, las cuales en algunos sectores presentan una leve inclinación pero en general conservan su verticalidad, cabe aclarar que la inclinación anteriormente

mencionada, no se asocia con inestabilidad del sector ni a movimientos del barrio, se podría atribuir a los malos procesos en el momento de la instalación.

Estado general de edificaciones

La inspección realizada en la zona de estudio, indica que las estructuras no presentan manifestaciones patológicas ocasionadas por factores comunes que puedan indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas. Cabe aclarar, que tanto el barrio La Independencia como el barrio San Bernardino, están ubicados en la misma zona de potencial amenaza a fenómenos de inundación (Figura 5-105), el riesgo de inundación está dado por el río Tunjuelito, el cual divide a los barrios de los demás sectores de la localidad.

Figura 5-105 Zona de riesgo de inundación, barrios La Independencia y San Bernardino.

En el pasado, como medida de prevención a cualquier desastre, los residentes del sector, se unieron y comenzaron obras de estabilización del río, en este caso, los trabajos realizados fueron los correspondientes al jarillón del mismo, los rellenos iniciales fueron hechos con escombros y basuras, posteriormente, el acueducto tomo el proyecto y se realizaron métodos constructivos más técnicos y profesionales, el relleno inicial continúo con material seleccionado y con su respectiva compactación y para estabilizar el talud del jarillón se utilizó bolsacretos y pilotes, esta se puede observar en la Figura 5-106.

Figura 5-106 Jarillón del río Tunjuelito.

En general, el jarillón está en buen estado, salvo algunas zonas que puede que presenten algún tipo de amenaza, como lo son los pilotes que presentan deslizamiento y un tramo que presenta inestabilidad con presencia de grietas.

Figura 5-107 Problemas del Jarillón

En cuanto a las viviendas, el estado general es muy parecido en los dos barrios de estudio. Se encuentran casas en desarrollo, lotes para futuro desarrollo y casas prefabricadas, se observan fisuras leves en las fachadas de las viviendas. Lo anterior se muestra en la Figura 5-108.

Figura 5-108 Estado general de las edificaciones.

Aunque las viviendas del sector no presentan inclinaciones perceptibles, si se pudo observar la aparición de fisuras en los muros de fachada, debidos a la interacción con casas vecinas, ya que no se emplean elementos de separación o juntas constructivas entre casas, es decir, las casas están pegadas las unas a las otras.

En los dos barrios estudiados, se impone la combinación de materiales de construcción y de procesos constructivos en una misma edificación, (Figura 5-109).

Figura 5-109 Combinación de materiales de construcción.

En una casa en proceso de construcción fue posible ver en detalle la ejecución de la cimentación, consistente en zapatas individuales, espaciadas cada 3m aproximadamente, con la cara superior al nivel del terreno, se aprecia un concreto con materiales de escombro, como pedazos de ladrillo, el refuerzo utilizado es varillas #4, también se aprecia acero reciclado (liso), el ancho es de 75cm x 85 cm. y no es muy profunda, aproximadamente 30cm. Es de anotar la poca regularidad en su geometría. (Figura 5-110).

Figura 5-110 Zapata barrio La Independencia.

5.4.3 TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN EL SECTOR

Figura 5-111 Vivienda

Vivienda tipo tugurio de tres niveles, conformada por material de recuperación, soportada en postes de madera; se localiza cerca del jarillón del río Tunjuelito.

Figura 5-112 Vivienda

Construcción esquinera de forma triangular, donde funciona una casa cural, de 4 niveles, conformada por muros en ladrillo macizo sin confinamiento vertical, presentando hacia las fachadas el sistema de pequeños voladizos sucesivos.

Figura 5-113 Vivienda

Construcción esquinera de dos pisos, conformada por muros en ladrillo tipo bloque, sin confinamiento vertical, presentando voladizos hacia las fachadas.

Presentó alta carbonatación en el concreto expuesto a la intemperie, de los pie de amigos y de las columnas del piso uno.

Figura 5-114 Vivienda en construcción

Construcción en proceso, donde se aprecia una cimentación superficial en zapatas independientes, con el arranque de la respectiva columna, encontrando acero corrugado nuevo y una varilla lisa de acero reciclado.

Figura 5-115 Problemas típicos

Fisura típica en la placa aérea del piso dos, producto de la carga sobre el voladizo, donde se encontró que el acero de refuerzo, se instaló en la cara inferior de la placa, reduciendo su capacidad de absorber momento negativos.

Figura 5-116 Problemas típicos

Ménsula construida posteriormente al vaciado de la placa de la foto anterior, para soportar el voladizo.

Figura 5-117 Viviendas

Construcción medianera de dos pisos, con una placa aérea en sistema prefabricado, con aligeramientos en bloque de arcilla y viguetas en una dirección.

5-118 Zapata en construcción

Construcción en proceso, donde se aprecia una cimentación superficial en zapatas independientes, con el arranque de la respectiva columna, encontrando acero corrugado nuevo y una varilla lisa de acero reciclado.

Morfología General de Las Viviendas

Viviendas localizadas en terreno plano, hasta con 3 niveles, donde se aprecia el sistema de voladizos cortos menores a 80 cm, en algunos casos soportados por el sistema de pie de amigos, para suplir la colocación del acero de refuerzo en la cara inferior de las placas, condición que no permite en la mayoría de los casos, tomar los momentos negativos, que se presentan en estos sectores de las placas aéreas de la vivienda (ver Figura 5-115 tipo de fisura que se presenta y Figura 5-115 pie de amigo que se construye posteriormente).

Figura 5-119 Morfología General de las Viviendas.

Debido al desarrollo del barrio y su extensión, se encuentra en el sector recorrido, diversidad de sistemas constructivos, hasta el punto de ubicar cerca del jarillón, viviendas de desarrollo tugurial, con materiales reciclados de diversos tipos.

Se encontró que estas casas se encuentran construidas con muros individuales, sin dejar espaciamiento entre casas, formando grupos o conjuntos en los cuales las casas están confinadas por sus vecinas, a excepción de las esquineras que solo se encuentran soportadas de un lado y en cambio reciben una carga lateral importante de sus vecinas.

En caso de un sismo estas casas esquineras actuaran como confinamiento de la cuadra, en la dirección en la cual las casas se sustentan mutuamente, razón por la cual la estabilidad del conjunto de viviendas depende en gran medida de las casas esquineras.

Materiales de Cimentación

Concretos ciclópeos y zapatas aisladas de concreto reforzado, sin vigas de amarre, como se aprecia en las fotos siguientes (Figura 5-120).

Figura 5-120 Sistemas de Cimentación encontrados.

Materiales de la Mampostería:

Aunque las viviendas son de desarrollo progresivo, predomina la mampostería en bloque de arcilla de diversos tipos y anchos, instalado en pandereta (apoyado en el canto angosto del ladrillo); en algunos casos, se encontró ladrillo macizo de arcilla pegado en soga.

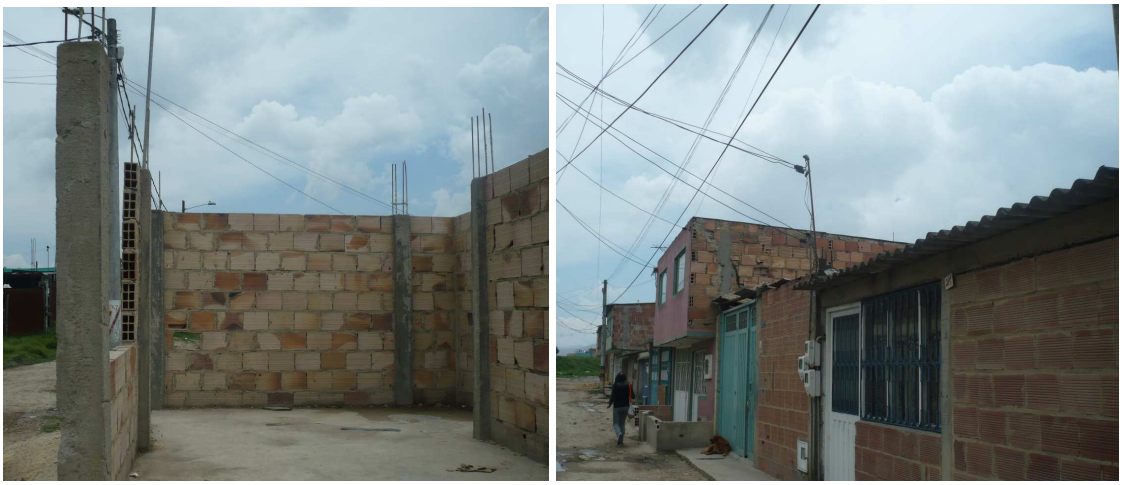


Figura 5-121 Mampostería Usual en el Sector.

Estructuras Verticales de Concreto Reforzado:

Por la edad de este barrio, se observan tanto muros con columnetas de confinamiento en el perímetro de la vivienda, así como otros sin elementos verticales de apoyo ó amarre.

Figura 5-122 Estructuras Típicas del Sector.

Presenta mayor cantidad de viviendas con columnas y columnetas que en San Jacinto; lo particular, es que no se tiene claridad en el concepto de nudo entre placa – columna, situación que genera una deficiente conexión vertical entre pisos.

Placas de Contrapiso y Aéreas:

La información recopilada del trabajo del campo, indica que las placas de contrapiso son en concreto simple; en las aéreas, se encuentran placas macizas de concreto reforzado,

placas con elementos prefabricados en arcilla (Figura 5-117) y placas con viguetas aligeradas con ladrillo tipo bloque.

Figura 5-123 Placa Típica del Sector.

Cubiertas:

Es frecuente encontrar que las cubiertas son una placa de concreto, debido al estado de desarrollo permanente de las viviendas; otras se conforman con láminas de zinc ondulado ó plano y en otros casos, con teja ondulada de asbesto cemento. Hay una marcada tendencia al empleo de elementos pesados sobre cubiertas livianas.

5.4.4 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se realizaron ensayos de laboratorio sobre el concreto (con materiales propios del sector), muretes, morteros (con materiales propios del sector) y las piezas de ladrillo individuales, para conocer los rangos de resistencia que se pueden obtener en estas viviendas.

Para el barrio La Independencia, los resultados son:

Tabla 5-24 Valores Máximos y Mínimos en Ensayos, Bosa San Bernardino y Bosa La Independencia

Descripción	Valor mínimo	Valor Máximo	Comentarios
Concreto	92 kg/cm2	108 kg/cm2	Concretos con materiales propios del sector, a edades de 28 días.
Muretes	117 kg/cm2	161 kg/cm2	Muretes con ladrillo macizo. a edades de 28 días.
Morteros	226 kg/cm2	246 kg/cm2	Son resistencias altas para la resistencia encontrada en los muretes. A edades de 28 días.
Ladrillos macizos	N.A.	285.9 kg/cm2	Ladrillo recocidos
Bloques arcilla	N.A.	33.7 kg/cm2	Ladrillo con huecos horizontales.

6 RESULTADOS PRELIMINARES DE LA ETAPA DE DIAGNOSTICO GENERAL DEL PROYECTO

Se comentan las actividades generales de las labores de campo en los levantamientos patológicos, los resultados obtenidos, algunas conclusiones de avance en diagnóstico según las patologías constructivas y lesiones encontradas, para los barrios San Jacinto , Bosa la Independencia. Bosa San Bernardino y Cerro Norte.

Se darán comentarios generales desde el punto de vista patológico y de materiales, con respecto a la información tabulada de las pruebas desarrolladas en las viviendas y de los ensayos de laboratorio sobre los materiales revisados dentro de este estudio.

A pesar de encontrar lesiones patológicas en algunas de las viviendas, se destacan más las patologías constructivas, que se harán más evidentes en el evento de aumentar las cargas en las viviendas existentes, por adición de nuevos pisos ó en el caso de eventos sísmicos, cuando se soliciten las estructuras por cargas horizontales.

La información obtenida de los levantamientos patológicos, se tabuló en un cuadro general, para dar conceptos sobre toda la muestra y en particular, de cada uno de los dos barrios incluidos en este informe.

Se destacan las siguientes cifras:

Tipología: El 63% de las viviendas revisadas, son medianeras, se cuñan lateralmente unas a otras y están ubicadas en terrenos pendientes. El 82% han sido construidas por etapas (situación que explica el uso de materiales diversos, así como de sistemas de placas macizas, aligeradas y prefabricas en una misma vivienda), con igual porcentaje con desplante a nivel, donde el 55% de las viviendas son similares a sus vecinas (construcción por imitación y empleando referidos en la mano de obra según su sector de influencia). El 36% son de dos pisos, seguidos por un 28% de casas de 1 piso y otro 28% de casas de 3 pisos. El 37% tienen cubierta liviana (laminas de Zinc o tejas plásticas, muy susceptibles de ser arrastradas por ventarrones), el 38% tienen placa de concreto como cubierta y el 25% restante tienen cubierta en fibrocemento.

Materiales: El ladrillo se usó nuevo en el 88% de las casas, siendo tipo bloque de arcilla en el 66% de las viviendas y el ladrillo macizo, se usó en un 13% de la muestra. Para los concretos se empleó el agregado mixto en el 92% de las casas, como refuerzo el 75% es corrugado y el 25% es liso, con un 13% de uso de acero reciclado para ambos tipos. La madera, se encontró como estructura de soporte en las cubiertas livianas, en el 58% de las viviendas.

Por medio del esclerómetro, se encontraron valores de resistencia a la compresión en elementos de concreto desde 76 ± 42 kg/cm^2 hasta 461±74 kg/cm^{2,} con una gran dispersión en los valores de resistencia obtenidos; es necesario tomar en cuenta que los altos niveles de carbonatación encontrados en dichos elementos de concreto afectan los

valores de resistencia obtenidos aumentándolos. En el capítulo 13 y anexos III y XIV se amplía este tema.

Descripción estructural: De las viviendas, el 67% tienen base en piedra pegada con mortero, el 60% tiene una cimentación de zapatas individuales apoyadas sobre las bases en piedra o anexas a ellas, 70% presentan voladizos en las placas aéreas y con un 45% de estas sin ménsulas de apoyo. El 63% de las placas aéreas son macizas en concreto reforzado (tienen vigas incluidas con la misma altura de la placa) y el 17% son placas macizas con vigas descolgadas.

El 53% presentan columnas y el 23% columnetas. En el caso de escaleras, el 75% las tienen en concreto reforzado.

Patologías constructivas: La muestra de viviendas revisadas, se observó un 62% de concreto poroso, llegándose a encontrar carbonataciones superiores al recubrimiento del acero, un 72% del concreto con hormigueros (compactación y vibrado del concreto deficientes ó inexistentes), un 75% del acero de refuerzo sin el recubrimiento adecuado, un 47% del acero de refuerzo colocado en la cara inferior de los voladizos de las placas, un 57% de anclaje de estructura de soporte sobre los muros de apoyo, un 32% de las cubiertas livianas con bajas pendientes que permiten la acumulación de granizo y un 12% de las cubiertas livianas, con elementos pesados sobre ellas, destacando que en la mayoría de las cubiertas livianas, el anclaje de estas a la estructura de soporte es deficiente ó inexistente. Para la generalidad de las viviendas, el concepto de manejo de nudos entre columna-placa, así como el amarre de un elemento vertical de un piso con el siguiente, no son claros ó no existen en las estructuras revisadas.

Lesiones patológicas: Las lesiones que presentaron los porcentajes más altos, son en un 38% de fisuras en las pegas de los muros en mampostería, un 18% de fisuras en piezas de mampostería (por uso de ladrillos reciclados ó de segunda categoría), un 13% de fisuras por flexión en placas aéreas, un 12% de fisuras en voladizos por colocación indebida del acero de refuerzo y un 13% de oxidación en el acero de refuerzo. Con respecto a las carbonataciones (Ver anexos III, VII y XIV), en las casas de estos dos barrios, fueron superiores al espesor de recubrimiento del concreto al acero de refuerzo y en casos como una de las casas de la Independencia y San Bernardino, igualó el espesor de una placa maciza de concreto.

7 CONCLUSIONES DE LA PARTE SOCIAL

CERRO NORTE

En el barrio Cerro Norte se encontraron familias estrato 2 propietarias, es un barrio conformado aproximadamente hace 25 años en forma irregular no planificada, en la actualidad no se encuentra legalizado y está ubicado en la zona de reserva forestal.

Los encuestados refrieren que no confían en instituciones estatales porque piensan que entidades estatales los quiere desalojar sin brindarle alternativas que estén acordes a sus intereses (sus casas son grandes y espaciosas).

Las personas encuestadas no son consientes del riesgo que implica que sus casas no estén construidas bajo criterios técnicos, y los dueños le dan más importancia a la parte estética de su casa que a la parte estructural, porque piensan que la construcción es segura.

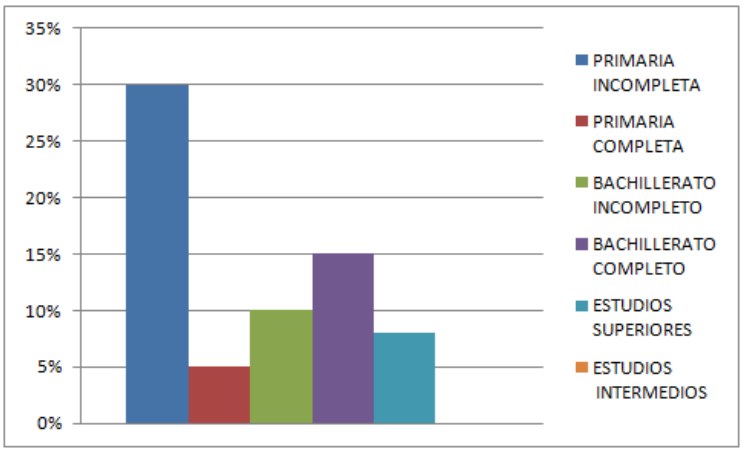


Figura 7-1 Nivel Educativo Barrio Cerro Norte

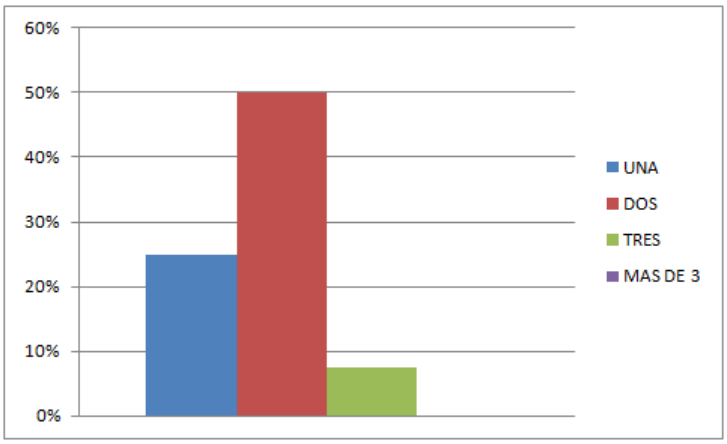


Figura 7-2 Numero de Núcleos Familiares por Casa Cerro Norte

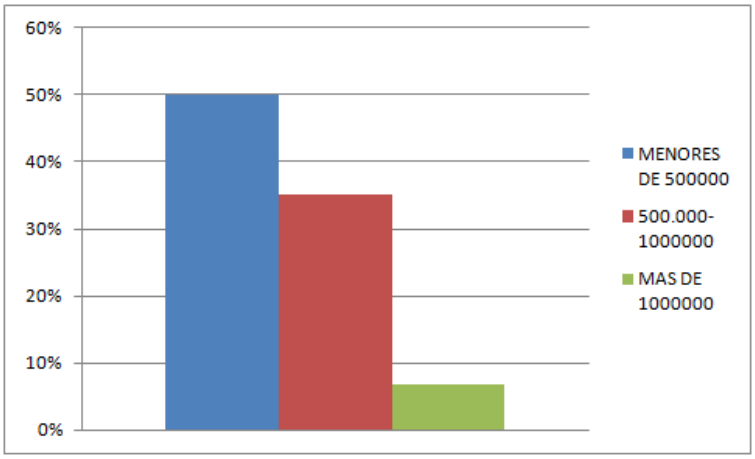


Figura 7-3 Nivel de Ingresos Económicos Cerro Norte

Se puede afirmar que el nivel educativo es muy bajo y predomina la primaria incompleta, en más del 50% de las viviendas habita más de una familia, aunque debido al tamaño que se observo en las viviendas ni llega a observarse hacinamiento.

Los ingresos económicos del 50% de los familias no sobrepasa un salario mínimo, lo que apenas les permite sustentar las necesidades primarias y el dinero que se puede destinar a la construcción es resultado de ingresos ocasionales o ahorros logrados con mucho esfuerzo, aumentando el apego a las viviendas.

SAN JACINTO

San Jacinto es un barrio de estrato 1 y 2, el cual cuenta con los servicios públicos domiciliarios, y buenas rutas de transporte público hacia toda la ciudad. Dentro del estudio es una de los barrios más antiguos de Bogotá aproximadamente 70 años de antigüedad), las familias residentes en este barrio no se sienten amenazadas por la falta de criterios

técnicos en la construcción de sus viviendas y presentan rechazo a los estudios de las entidades gubernamentales, porque sienten amenazados ante un posible desalojo.

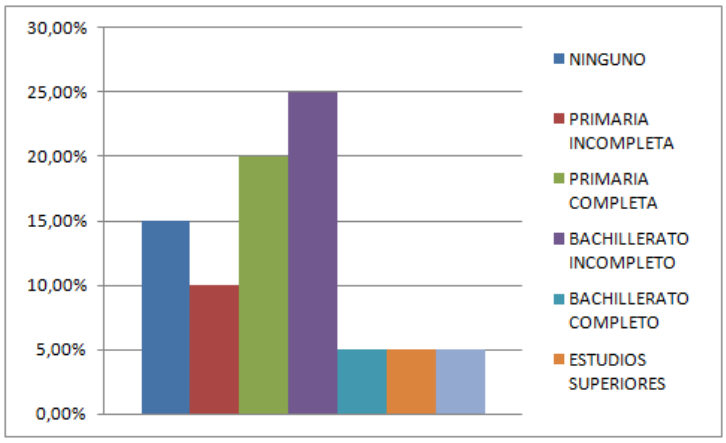


Figura 7-4 Nivel Educativo Barrio San Jacinto

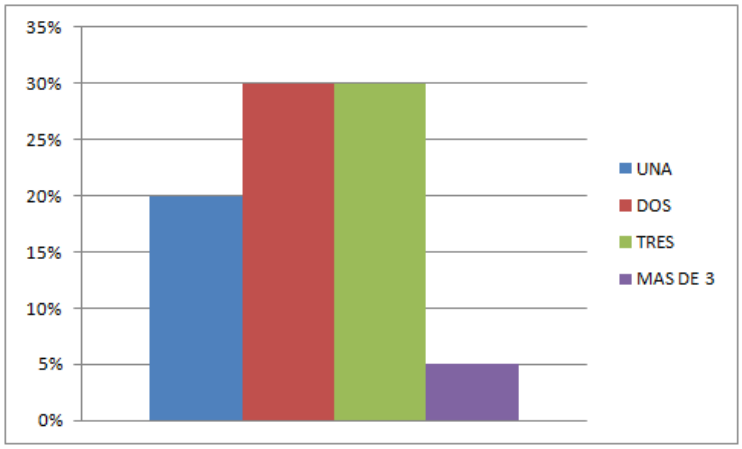


Figura 7-5 Numero de Núcleos Familiares por Casa Barrio San Jacinto

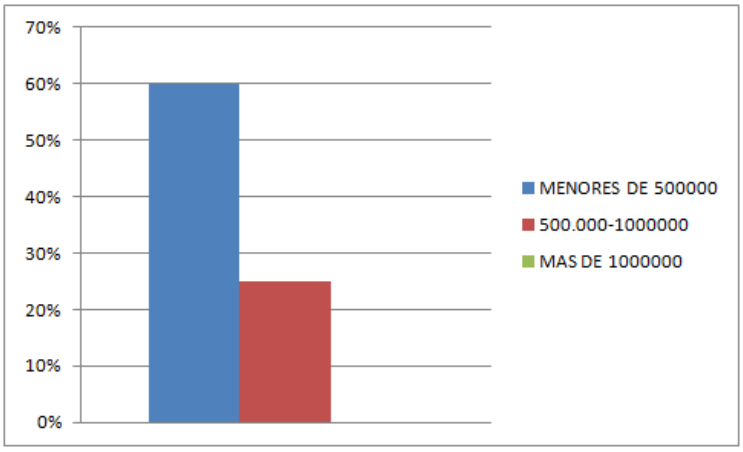


Figura 7-6 Nivel de Ingresos Económicos Barrio San Jacinto.

El nivel educativo es bajo con predominancia de la primaria completa y el bachillerato incompleto, en más del 50% de las viviendas habita más de una familia observándose hacinamiento en las viviendas. Adicionalmente se observó directamente la presencia y aumento de grupos de desplazados afrodecendientes que bajo la modalidad del arriendo llegan a ocupar más de diez familias una sola vivienda.

Los ingresos económicos del 50% de los familias no sobrepasa un salario mínimo, lo que apenas les permite sustentar las necesidades primarias y el dinero que se puede destinar a la construcción es resultado de ingresos ocasionales o ahorros logrados con mucho esfuerzo, aumentando el apego a las viviendas.

BOSA SAN BERNARDINO Y LA INDEPENDENCIA

Los barrios objeto de estudio se encuentran clasificados en estrato 2, los cuales cuentan con todos los servicios públicos, vías de acceso sin pavimentar y servicios de salud, en las encuentras sociales se evidencio que un 50% de las familias residen en casas de dos niveles en obra gris, que no existe hacinamiento, y que sus ingresos son menores a $500.000 por familias lo cual permite suplir gastos mínimos para vivir.

Las personas encuestadas no son consientes del riesgo que implica que sus casas no estén construidas bajo criterios técnicos, y los dueños le dan más importancia a la parte estética de su casa que a la parte estructural, porque piensan que la construcción es segura.

Por observación directa y contacto con los resientes estos muestran apatía ante las entidades gubernamentales, piensan que estas solo realizan estudios para desalojarlos o cobrar más impuestos.

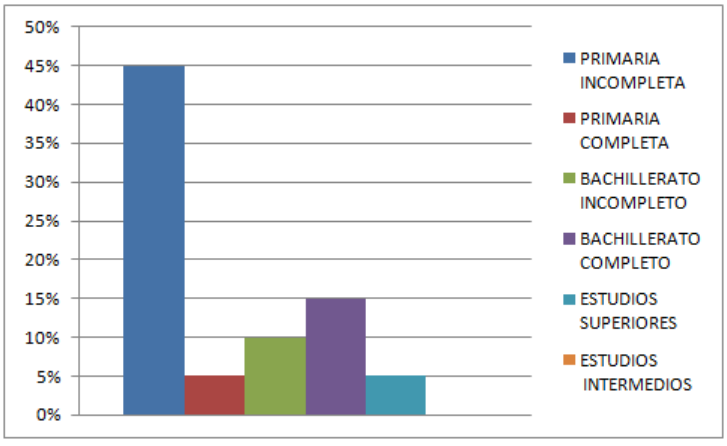


Figura 7-7 Nivel Educativo Bosa La Independencia y San Bernardino.

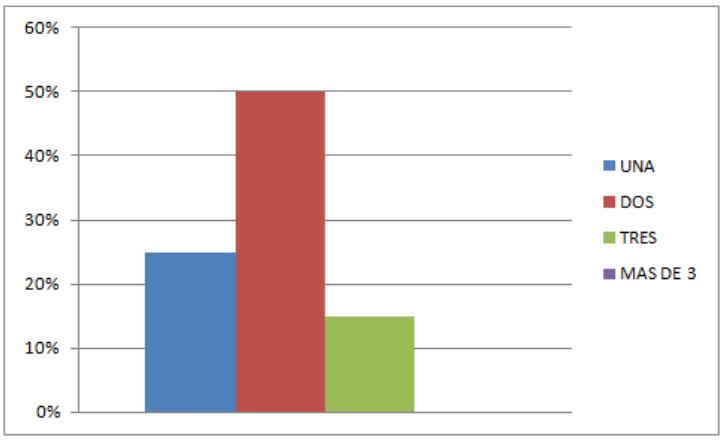


Figura 7-8 Numero de núcleos Familiares por casa Bosa La Independencia y San Bernardino.

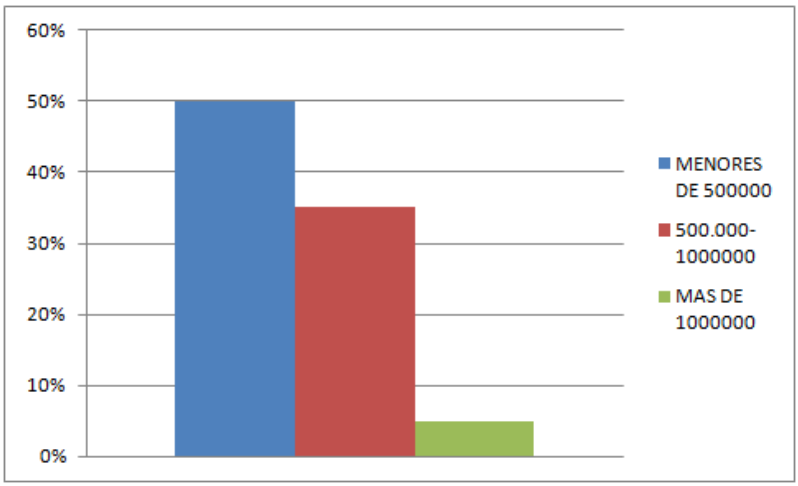


Figura 7-9 Nivel de Ingresos Económicos Bosa La Independencia y San Bernardino.

Se puede afirmar que el nivel educativo es muy bajo y predomina la primaria incompleta, en más del 50% de las viviendas habita más de una familia, aunque debido al tamaño que se observo en las viviendas ni llega a observarse hacinamiento.

Los ingresos económicos del 50% de los familias no sobrepasa un salario mínimo, lo que apenas les permite sustentar las necesidades primarias y el dinero que se puede destinar a la construcción es resultado de ingresos ocasionales o ahorros logrados con mucho esfuerzo, aumentando el apego a las viviendas.

8 CONCLUSIONES DEL TRABAJO GEOTÉCNICO Y TOPOGRÁFICO

Dentro del estudio se seleccionaron los sectores de zona de ladera Cerro Norte y San Jacinto y el de zona aluvial Bosa san Bernardino e independencia, la elección se baso en las condiciones representativas de la zona en topografía, suelos, geomorfología, geología y potenciales amenazas encontrando lo siguiente:

8.1 CERRO NORTE

Presenta a los asentamientos ubicados en zonas de alta pendiente, la condición de alta pendiente se genera debido a la presencia de rocas competentes, todas las construcciones se apoyan sobre roca lo que garantiza una adecuada capacidad de soporte,

Los mayores problemas que se pueden presentar son asociadas a procesos de inestabilidad, que se generan por un inadecuado manejo de los cortes realizados al macizo para la construcción de las viviendas, estos se realizan verticalmente sin suministrar una contención adecuada más que muros en mampostería. Otro factor que incide en la inestabilidad del sector es la modificación del paisaje por efecto antrópico por antiguas explotaciones mineras que se vuelven en detonantes de procesos a lo largo de la ladera por falta de recuperación de las mismas.

Otro factor que contribuye a la inestabilidad son las conexiones erradas, de las viviendas a las redes de servicios públicos lo que permite el flujo libre de agua en diferentes puntos que se infiltran y debilitan el macizo rocoso generando procesos de inestabilidad a largo plazo. Adicionalmente algunas de las viviendas en las zonas donde se manejan aguas “baños, cocinas, patios etc. no presentan tratamiento para evitar la infiltración indiscriminada de agua, lo que contribuye al deterioro a largo plazo del macizo.

De la revisión de la infraestructura se observa que las vías secundarias no presentan estructura de pavimento ni un adecuado manejo de las aguas de escorrentía lo que favores procesos de erosión y de inestabilidad por filtración de agua.

La utilización de muros en piedra encarrada con mortero es común como elemento de transmisión de cargas al terreno, este tipo de cimiento si bien proveen un adecuado comportamiento en transmisión de cargas verticales, son ineficientes en el caso de movimientos sísmicos ya que carecen de refuerzos y al ser superficiales y no tener cobertura, facilitando su falla por corte en sismo.

Otro de los factores que se genera por el cambio de pendiente pronunciado es un efecto local en sismo por topografía que puede producir amplificaciones sísmicas importantes que puede desestabilizar la ladera y/o afectar las construcciones.

Para la selección de viviendas se tomaron en cuenta los fenómenos mencionados, buscando poder evaluar el desarrollo estructural de estas ante las condiciones del terreno.

8.2 SAN JACINTO

La pendiente del terreno varían de alta a modernamente inclinada, esto se debe a la presencia de depósitos de suelos que corresponden a acumulaciones de Till de Ablación compuesto materiales finos con presencia de bloques procedentes de depósitos fluvio glaciales o roca según el sector, estos tiene con capacidad portante alta lo que permitió el desarrollo de edificaciones hasta cuatro pisos con cimiento superficial.

En la ladera rocosa se reconocen los trazos de nichos de erosión que producen una ligera geoforma cóncava. No se aprecia actividad de pérdida de la cobertura vegetal o exposición de roca fresca. Los depósitos que generaron estas geoformas aun se registran a manera de morrenas, compuestas por suelos heterométricos de bloques y guijarros angulares soportaos en una matriz de arcilla arenosa.

En general los procesos de inestabilidad asociados a esta zona son debidos a procesos erosivos o intervención antrópica. Los materiales presente son susceptibles al mecanismo de erosión vertical que conduce a la socavación de la matriz y al desprendimiento de algunos bloques y en ocasiones esto implica el desarrollo de movimientos en masa locales que generan el desarrollo de deslizamientos someros de tipo rotacional. Esto se evidencia a lo largo del lineamiento de la quebrada Chiguaza, lo que induce un factor de amenaza por su posible represamiento y generación de avenidas torrenciales. Una de las cuales ya se produjo en el pasado.

Otro factor importante para la generación de avenidas torrenciales es la precipitación, que dentro del estudio se pudo verificar en lo siguiente:

Lluvia crítica	= 12.6326 + 0.1814*1072 m.m		= 207 mm.
Duración	= 0.04923 *207mm	=	10.19 días.

Estos valores concuerdan con los promedios enunciados en la referencia, en la que se estima su periodo de retorno entre 20 y 30 años para las estaciones de esta zona. Los datos se interpretan como la cantidad de lluvia antecedente que sería probablemente crítica para este sector, si se presentase de manera consecutiva durante un periodo de diez días, de acuerdo a los eventos históricos estudiados en la referencia. Lo cual equivale a que en tan solo 10 días consecutivos, de los 365 días del año, se precipite aproximadamente el 21% de la lluvia media anual estimada para esta zona de los cerros sur orientales del distrito.

El material fluvio glaciar se encuentra en toda el área del barrio con espesor variable dependiendo de los niveles de excavación realizados para la construcción de las edificaciones o infraestructuras ya que algunas zonas fue removido en su totalidad por su poco espesor, como en el caso de la construcción de la avenida la victoria.

En general los cimientos que se usan son del tipo superficial, cimiento corrido y zapatas, en los caso de cambio de pendiente se detecta la utilización de muros en piedra encarrada con mortero, esto es común como elemento de transmisión de cargas al terreno.

Al tratarse de materiales material matriz-soportado. Las humedades promedio medidas en el material lo ubican en el límite de comportamiento entre sólido y comenzando el semisólido lo que aumenta su susceptibilidad a la erosión, lo que puede ocasionar

problemas de estabilidad. Una de las grandes ventajas es que al tratarse de viviendas ya consolidadas de más de 10 años la mayoría de las zonas donde se manejan aguas ya tienen un manejo adecuado de agua en su mayoría por mejoras realizadas por los propietarios a lo largo de su ocupación.

Otro factor de amenaza es la realización de rellenos antrópicos sin ninguna especificación hacia las márgenes de la quebrada, que al deslizarse pueden ocasionar el taponamiento de esta generando avenidas torrenciales que arrastraran materiales de gran tamaño que son depositados cauce abajo de la quebrada.

8.3 BOSA INDEPENDENCIA SAN BERNARDINO

Este corresponde a depósitos aluviales, su topografía es plana y se encuentra constituido por depósitos lacustres, que están conformados por arcillas y hacia las márgenes de la cuenca se observan arcillas orgánicas, arenosas y turba-lignita, formados también por sedimentos finos y en los dos metros superiores son suelos constituidos por cenizas volcánicas. En general son arcillolitas grises con locales intercalaciones de arenas finas y niveles delgados de gravas y turbas, son de aspecto aterrazado y con morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por los escarpes de estos.

Los mayores riesgos asociados a esta zona corresponden a riesgo de inundación en crecidas del río Tunjuelo, que ha sido mitigado por la construcción de un jarillón a la orilla del río. Es por esto que al indagar con la comunidad, no existen evidencias de inundaciones recientes.

Los cimientos observados corresponden a zapatas aisladas superficiales con una baja profundidad de cobertura, estas se encuentran apoyadas sobre la capa superior fina que corresponde arcillas sobre consolidadas debido a los procesos de fluctuación de nivel freático, esto ha otorgado una resistencia mayor a estas capas permitiendo soportar adecuadamente estructuras hasta de 3 pisos. Es importante anotar la construcción desarrollada por etapas favorece el proceso de asentamientos por consolidación, ya que al transcurrir tiempo entre la construcción de los pisos de las viviendas permite que se disipen los excesos de presión de poros generados por las sobrecargas disminuyendo el asentamiento respecto a las edificaciones que se construyen completas en un lapso de tiempo corto.

En general existe un comportamiento aceptable del jarillón en las condiciones actuales, salvo en unas zona donde se observaron algunas grietas, lo que hace necesario un estudio de caracterización para evaluar su vulnerabilidad para garantizar su estabilidad en una crecida súbita del rió. Ya que una zona debilitada como esta puede fallar ocasionando la inundación del sector.

Otro de los factores importante es el potencial de licuación, de las capas de arena que se encuentran subyaciendo a la capa fina superficial. Que genera una amenaza alta sobre las edificaciones próximas al río.

9 REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA DE LAS VIVIENDAS

Los usuarios de estas viviendas, buscan de primera mano, solucionar su problema habitacional, localizándose en sectores económicos, ya sea para comprar ó construir una nueva vivienda.

Por este motivo, suelen contactar personas recomendadas por los mismos habitantes del barrio, para que construyan su vivienda ó adicionen un nuevo piso, en la medida de las necesidades y considerando el dinero disponible.

En casos muy particulares, se ha detectado que los mismos propietarios de las viviendas, trabajan en el área de la construcción, con una buena capacitación y acometen la obra de su vivienda, encontrando que en la medida de su preparación y conocimiento, construyen una vivienda con mejores características que las otras de su sector.

A pesar de contar con servicios públicos legales, como redes de gas natural y energía eléctrica (con instalaciones inadecuadas, donde se tienen las tuberías de gas natural expuestas y cercanas a las instalaciones eléctricas, aumentando el riesgo de incendio), así como una ficha catastral, por lo menos del predio, se percibe un temor generalizado a legalizar las construcciones ó buscar las aprobaciones de los permisos ante las curadurías, para continuar con la construcción de la vivienda, generando un círculo vicioso donde los entes oficiales no tienen contacto con estos usuarios, fomentando así la construcción fuera de las normas y requisitos legales vigentes.

Se suma a lo anterior, la preocupación que les genera el contacto con los entes de control, por los altos costos que ellos consideran que vale un trámite de licencia de construcción, por la posibilidad de ser reubicados al encontrarse en zonas de alto riesgo y por el aumento del estrato en servicios públicos, que ocasionaría mayor pago de impuestos.

Con base en lo anterior, es de vital importancia un plan de choque por parte de las entidades oficiales de control, para sensibilizar a las comunidades de las bondades que tiene este acercamiento, y definir un marco legal que les permita interactuar de manera más abierta y eficiente.

La forma de construcción de las viviendas, a pesar de que la revisión fue realizada en tres barrios diferentes, con escenarios de ladera y aluvial, presenta similitudes que se pueden destacar de la siguiente manera:

- El 67% de las viviendas en los tres barrios, se apoyan en bloques de piedra, pegados con mortero, sobre los cuales se inician los muros, teniendo como transición algunas hiladas de ladrillo macizo y en otros casos, se utilizan como apoyo de las zapatas individuales, que servirán posteriormente como punto de partida de las columnas, al menos en el primer nivel de la vivienda. Dentro del cuadro siguiente se presentan las estadísticas por barrios y para el total de los tres barrios.

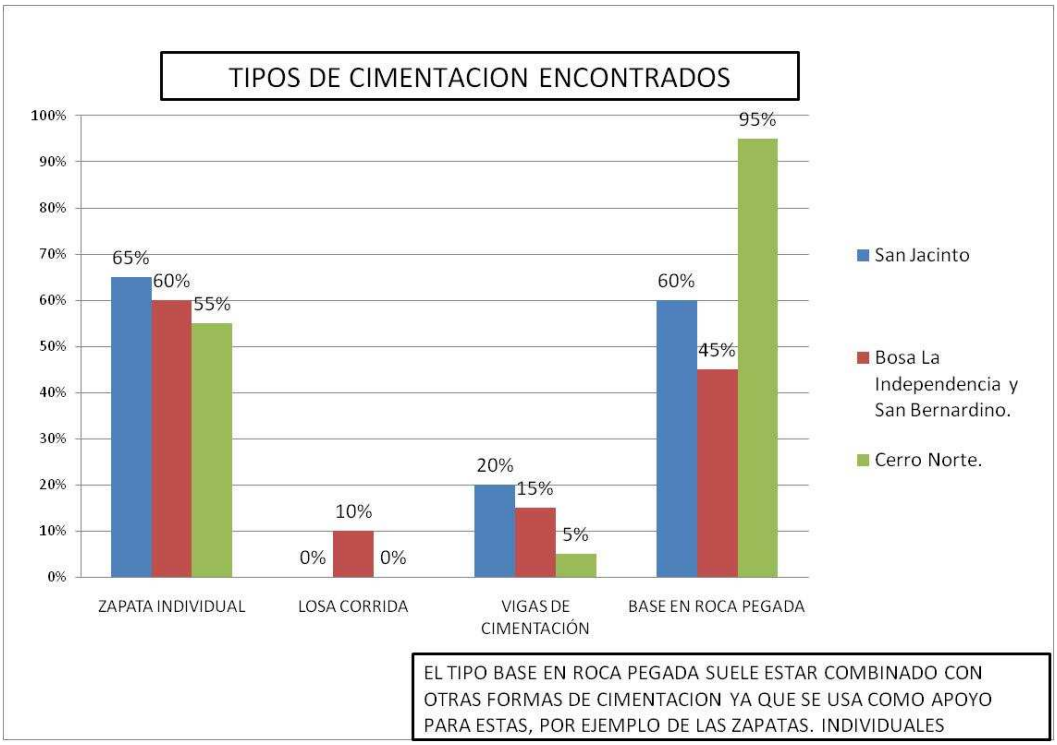


Figura 9-1 Tipos de Cimentación por Zona de Estudio

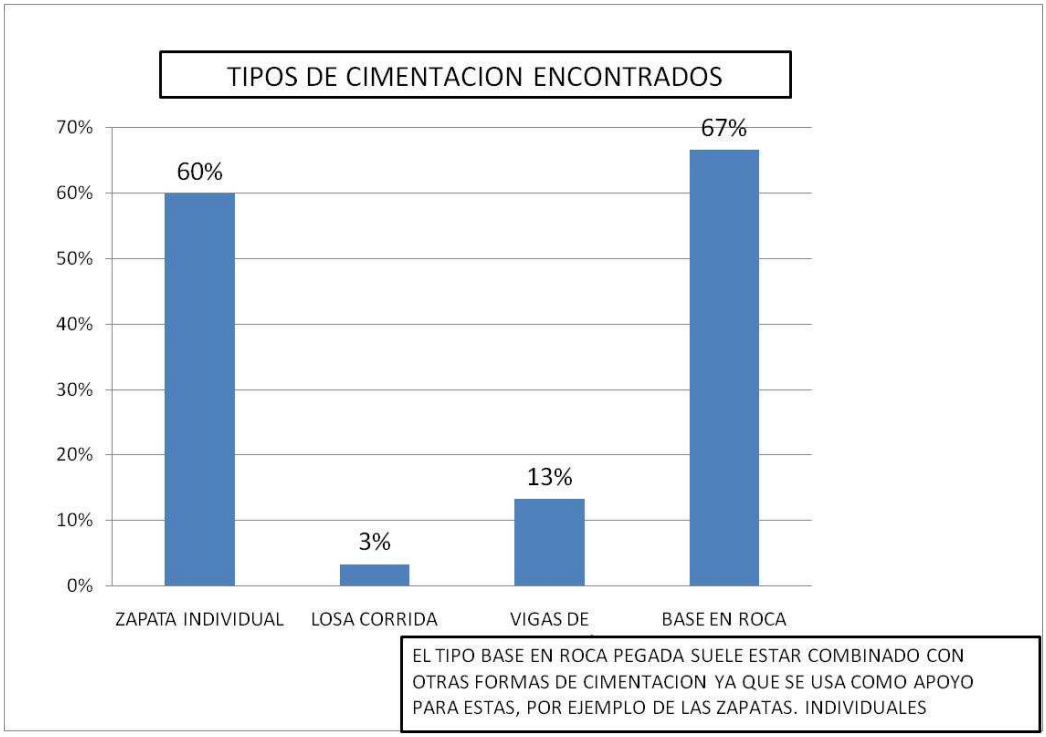


Figura 9-2 Tipos de Cimentación totalizado.

- En todas las viviendas se presentaron sistemas combinados, por ejemplo en un mismo hogar, pueden existir algunas columnas, columnetas o sistemas confinados en

algunos muros. De todas formas, cuando se tienen columnas desde la cimentación hasta el primer nivel de placa de la vivienda, no hay un criterio claro en continuarlas hasta el último nivel de construcción, pues se encuentra que en cada piso ó nuevo nivel, no hay vínculo por medio de estos elementos con el nivel anterior; en otras palabras, la intención que se percibe es que cada nivel de la vivienda, se construye independiente del nivel anterior, como si se tratara de una estructura donde solo se apilan los nuevos pisos sobre el anterior, sin importar que se vinculen físicamente por medio de elementos verticales, sean columnas ó columnetas

Tabla 9-1 Tipos Estructurales

TIPOS ESTRUCTURALES	NUMERO DE OCURRENCIAS
COLUMNETAS[1]	14
COLUMNAS	32
MAMPOSTERÍA SIMPLE	15
MAMPOSTERÍA CONFINADA	6
HIBRIDA[2]	9

[1] La presencia de columnetas hace referencia al planteamiento de un sistema de mampostería confinada, que en las casas estudiadas no llega a satisfacer los requisitos de la NSR-98 para poder definirse como tal, razón por la cual se define la variable por la presencia de las columnetas.

En el caso de las columnas, estas se encontraron ejerciendo una función de carga vertical pura de la placa, en general sin conformar pórticos, razón por la cual solamente se puede definir la variable como la presencia o no de las columnas, haciendo en este caso el uso de estos elementos unos tipos estructurales a analizar.

[2] La estructura hibrida es aquella en la cual por el grado de combinación de elementos o técnicas es imposible determinar qué tipo de sistema estructural posee o se aproxima.

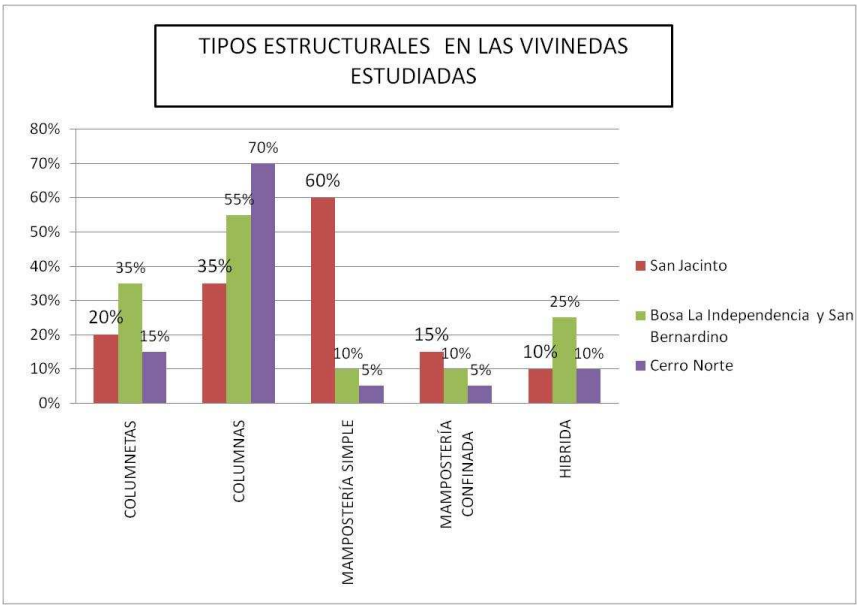


Figura 9-3 Tipos Estructurales por Sector[3]

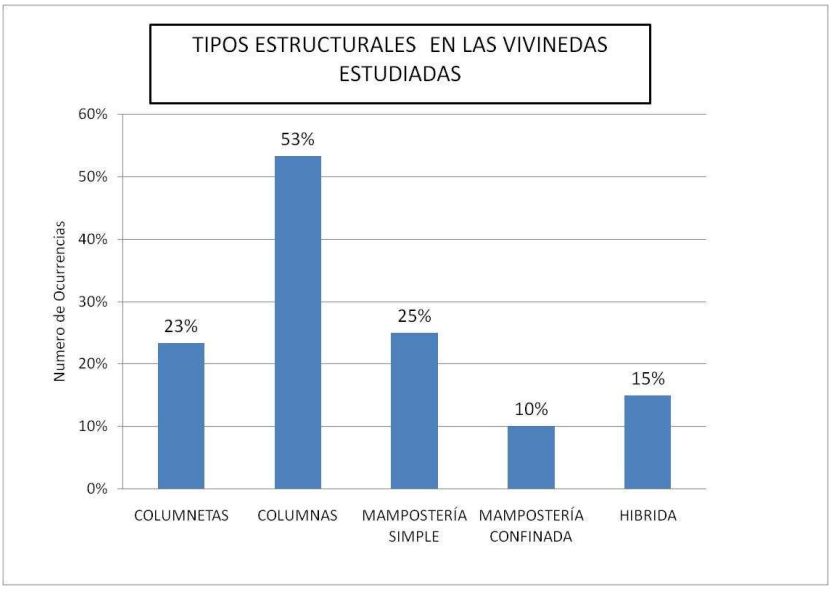


Figura 9-4 Tipos Estructurales Totalizado

[3] La presencia de columnetas hace referencia al planteamiento de un sistema de mampostería confinada, que en las casas estudiadas no llega a satisfacer los requisitos de la NSR-98 para poder definirse como tal, razón por la cual se define la variable por la presencia de las columnetas.

En el caso de las columnas, estas se encontraron ejerciendo una función de carga vertical pura de la placa, en general sin conformar pórticos, razón por la cual solamente se puede definir la variable como la presencia o no de las columnas, haciendo en este caso el uso de estos elementos unos tipos estructurales a analizar.

- Considerando que el 82% de las viviendas son de desarrollo progresivo (especialmente en Bosa y Cerro Norte), tardando entre 1 y 5 años para su construcción final, se explica que la mano de obra sea diferente en cada etapa del proceso, así mismo cambian los materiales para hacer el concreto, el mortero de pega, el tipo de ladrillo y su formato, las placas aéreas (pueden ser macizas en concreto reforzado, aligeradas con ladrillo tipo bloque, de sistemas comerciales como placa lista y con el uso hasta de viguetas prefabricadas), y los tipos de cubierta, donde todo lo anterior impide que las viviendas sean homogéneas tanto en sus materiales como en el método constructivo. Las siguientes gráficas muestran los porcentajes por barrio y también el total de los tres barrios.

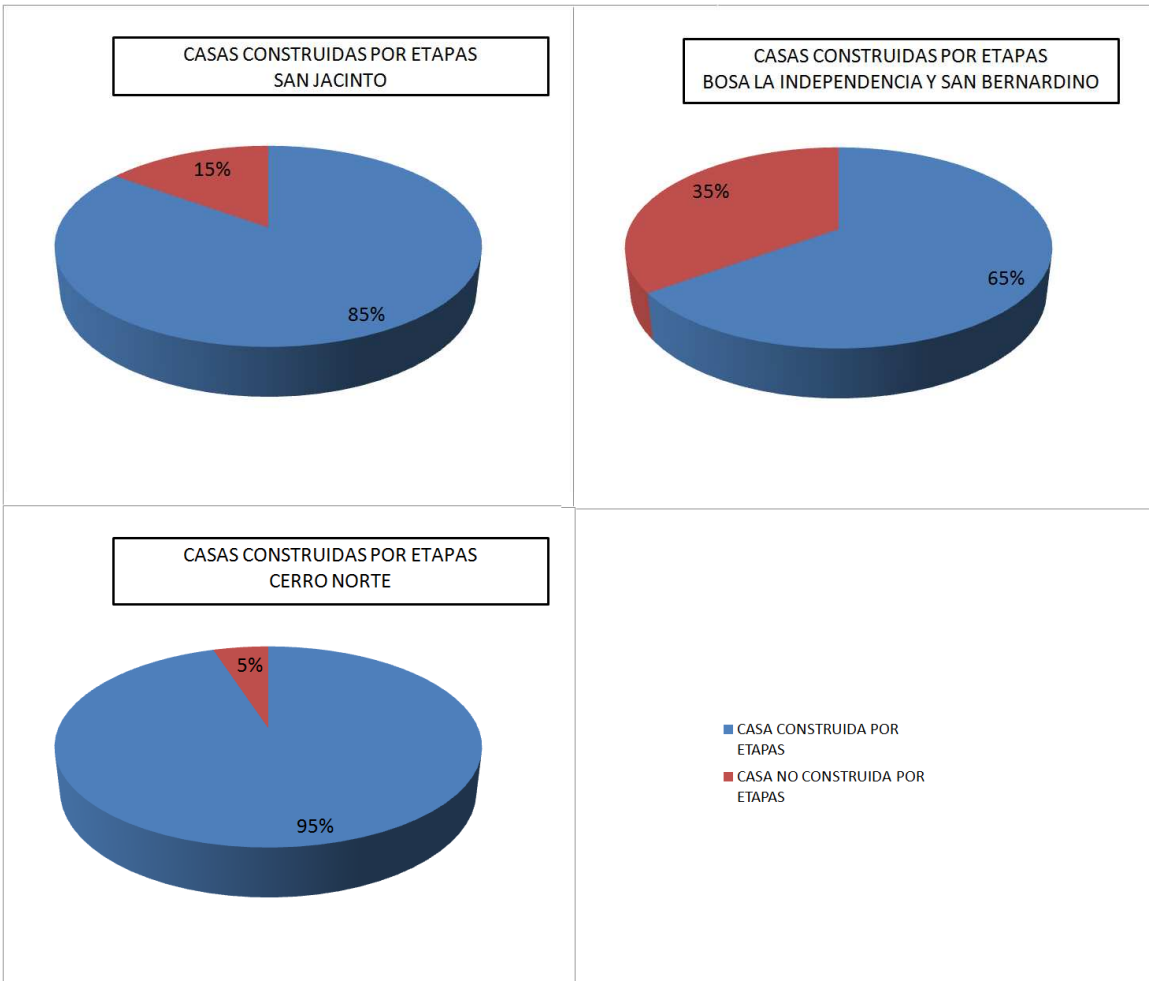


Figura 9-5 Casas construidas por etapas de acuerdo a cada sector.

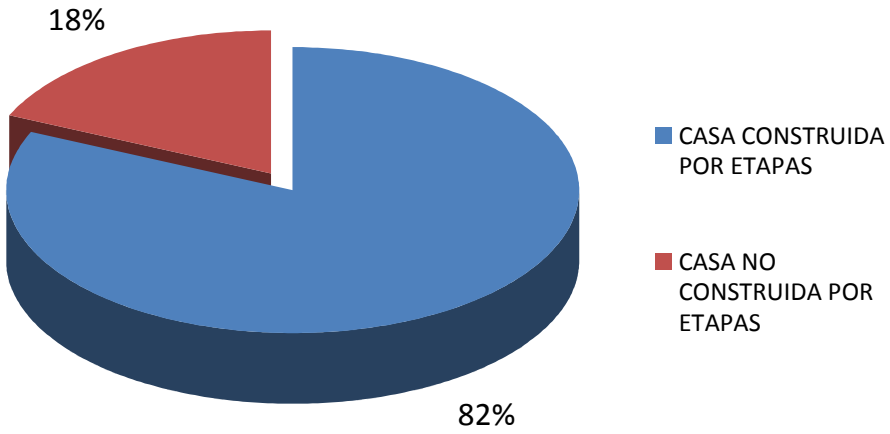


Figura 9-6 Casas Construidas por Etapas Totalizado

- En el 70% de las viviendas los muros son en mampostería con ladrillo tipo bloque, en ladrillo macizo en el 12% de las viviendas, existiendo también algunos en bloque de mortero de cemento ó ladrillo tipo calicanto, se utilizan de tal manera que toman desde parte hasta la totalidad de las cargas verticales, que se transmiten a la cimentación.

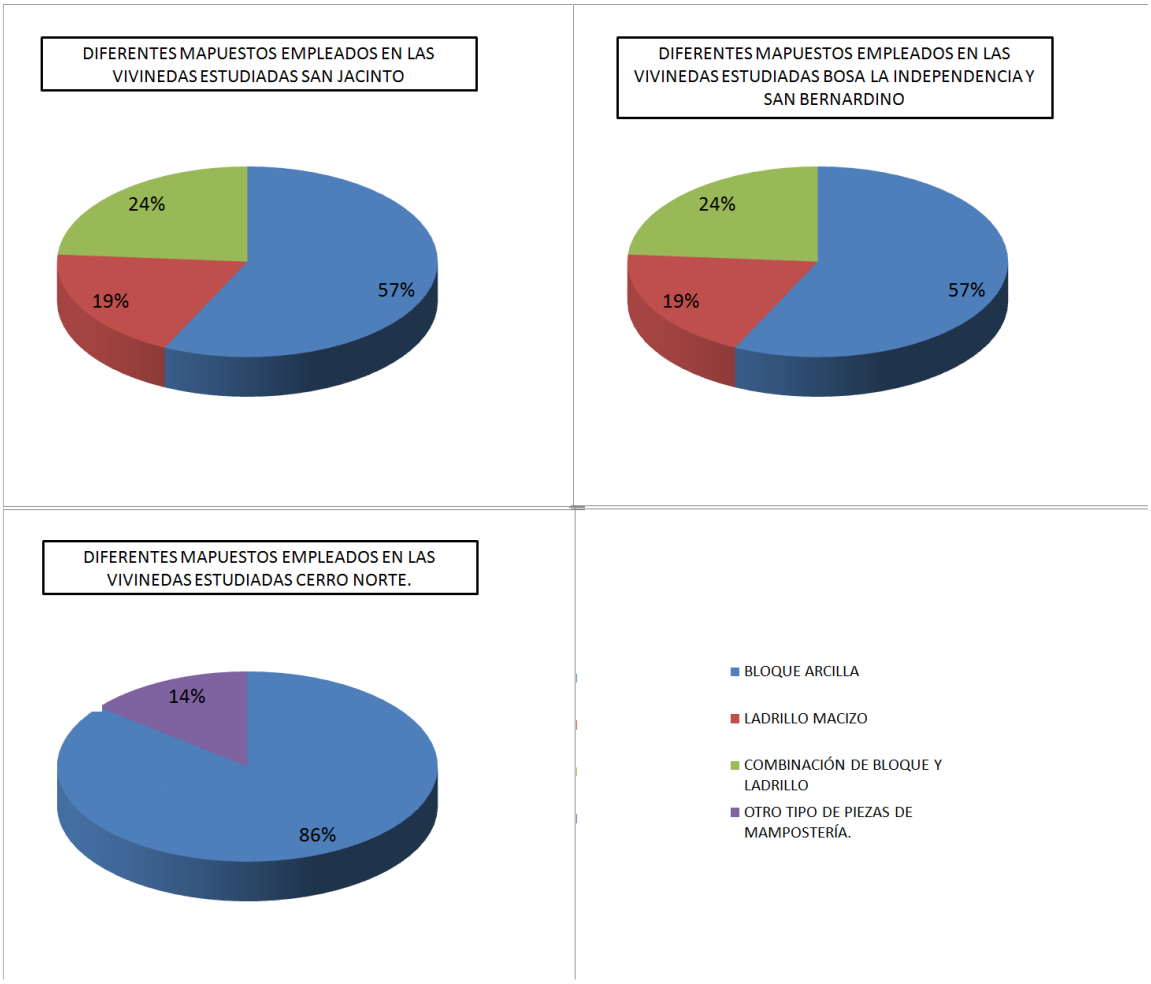


Figura 9-7 Mampostería de las Viviendas por Sector

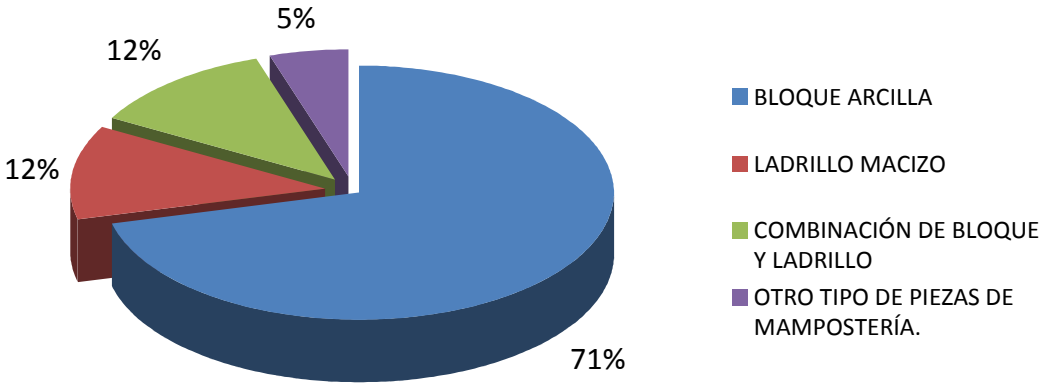


Figura 9-8 Mampostería de las Viviendas Totalizado

- Dado que cada vivienda es independiente de sus colindantes, en más del 95% de los casos, presentando muros dobles en los linderos sin dilataciones ó separaciones adecuadas entre ellos, combinados con cubiertas a diferentes niveles y con diversos sistemas constructivos, que impiden hacer un sello adecuado entre estos muros, se presenta el paso del agua lluvia, que ocasiona las humedades[4], principalmente en los muros del nivel más bajo de la vivienda.

Figura 9-9 Viviendas del Sector

[4] Ver Lesiones Patológicas Pagina 259 ss.

A pesar de que el estudio no tuvo oportunidad de revisar la totalidad de las casas de una sola manzana, para determinar la variabilidad de sistemas constructivos, se evidenció que la tendencia de los habitantes de las casas estudiadas, es no tener en cuenta la altura y sistema constructivo de las casas vecinas, cuando se construye un nivel adicional ó una nueva casa.

- La ubicación de las escaleras, así como su método constructivo, varían de manera importante en su geometría, en los materiales que las conforman (el 81% de las escaleras son en concreto reforzado) y en su confort operativo, producto de la ausencia de un plano general donde se defina desde el inicio, el número de pisos de la vivienda, la altura libre y las circulaciones para el acceso a cada uno de ellos.

Figura 9-10 Escaleras Bosa y San Jacinto

MATERIALES DE LAS ESCALERAS

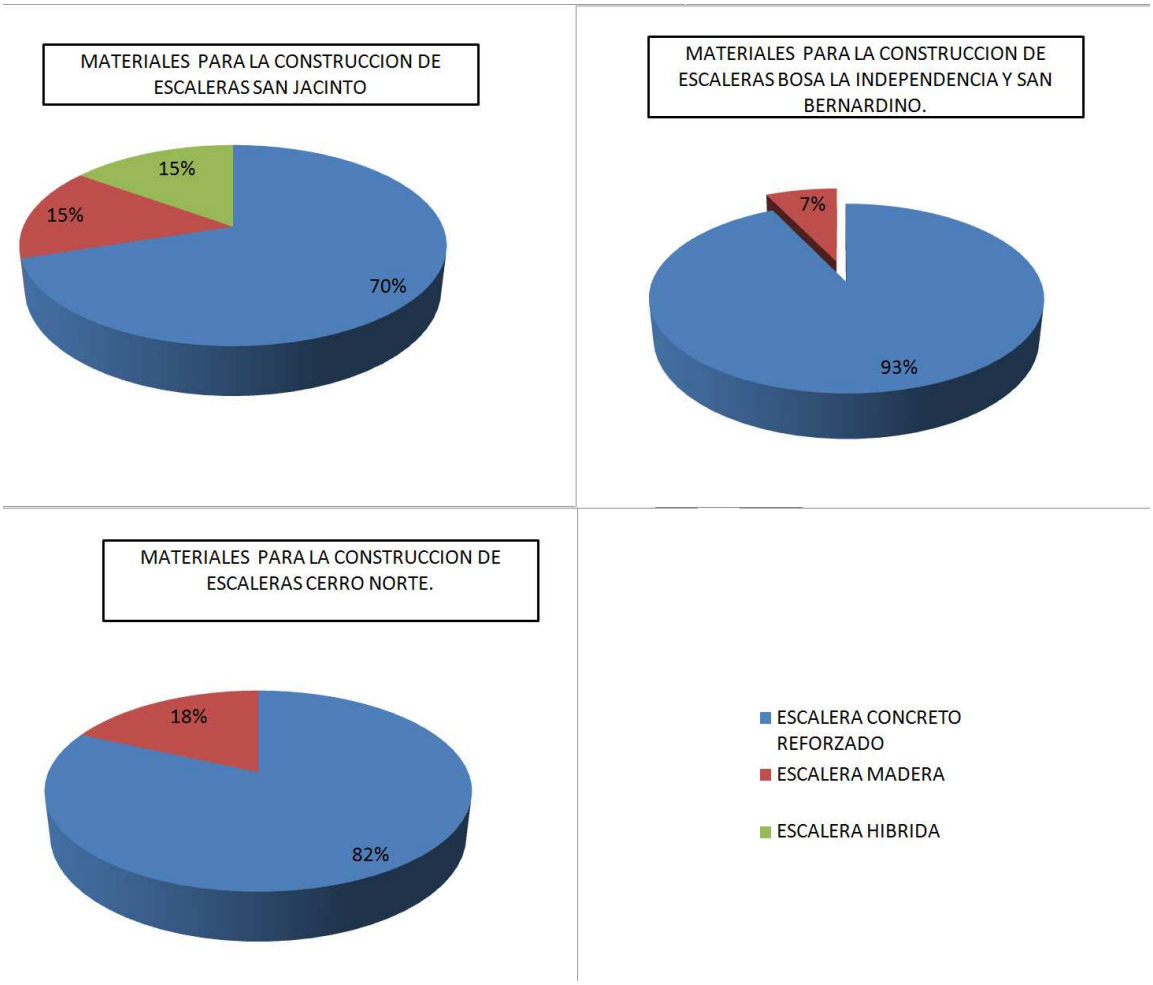


Figura 9-11 Materiales de las Escaleras por Sector.

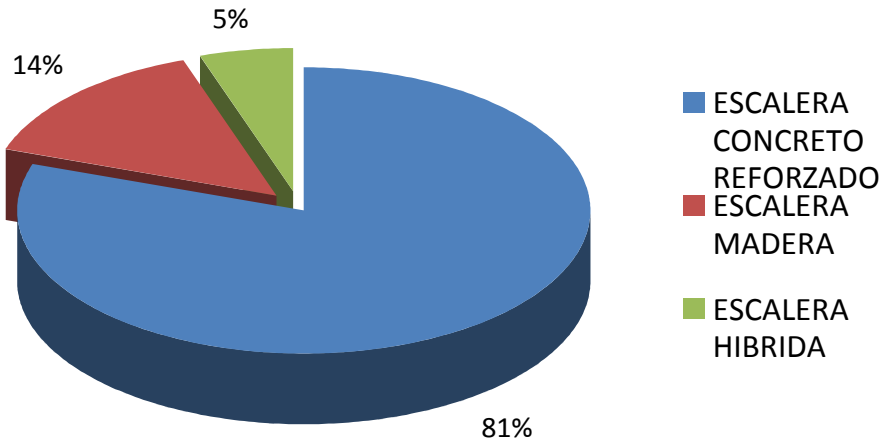


Figura 9-12 Materiales de las Escaleras Totalizado.[5]

- Se encuentra como una práctica generalizada, en el 100% de las viviendas, el no considerar la importancia de la unión columna-placa, como un nudo rígido, condición que permite derivas más amplias de las deseables, ante cargas laterales, facilitando los mecanismos de colapso que pueden presentarse en las viviendas de este tipo.

Figura 9-13 Obras Bosa

- El concepto de cubierta, en una vivienda de desarrollo progresivo en altura, es utilizar la última placa aérea construida como cubierta provisional (se encontró en el 42% de las viviendas), sometiéndola a un intemperismo severo, donde el concreto sufre procesos de carbonatación acelerados, dejando expuesto el acero de refuerzo a procesos de oxidación y posterior corrosión, comprometiendo la sanidad estructural y la durabilidad de estas viviendas. Para el resto de cubiertas (el 38% de cubiertas livianas y el 20% de cubiertas en teja de fibrocemento), se encuentra que obedecen

[5] La escalera denominada como hibrida corresponde a la construida de forma y con materiales diferentes a los normalmente empleados, por ejemplo con bloquelones empotrados en los muros.

también al manejo de la construcción por etapas, donde queda abierta la posibilidad de continuar el desarrollo de la vivienda en altura. Se suma a lo anterior, que las viviendas que presentaron estas cubiertas livianas y de fibrocemento, carecen de vigas de amarre en los muros del último nivel (solo se encontraron 3% de las casas con vigas de coronación), ya que estas interfieren con el vaciado de una nueva placa de concreto.

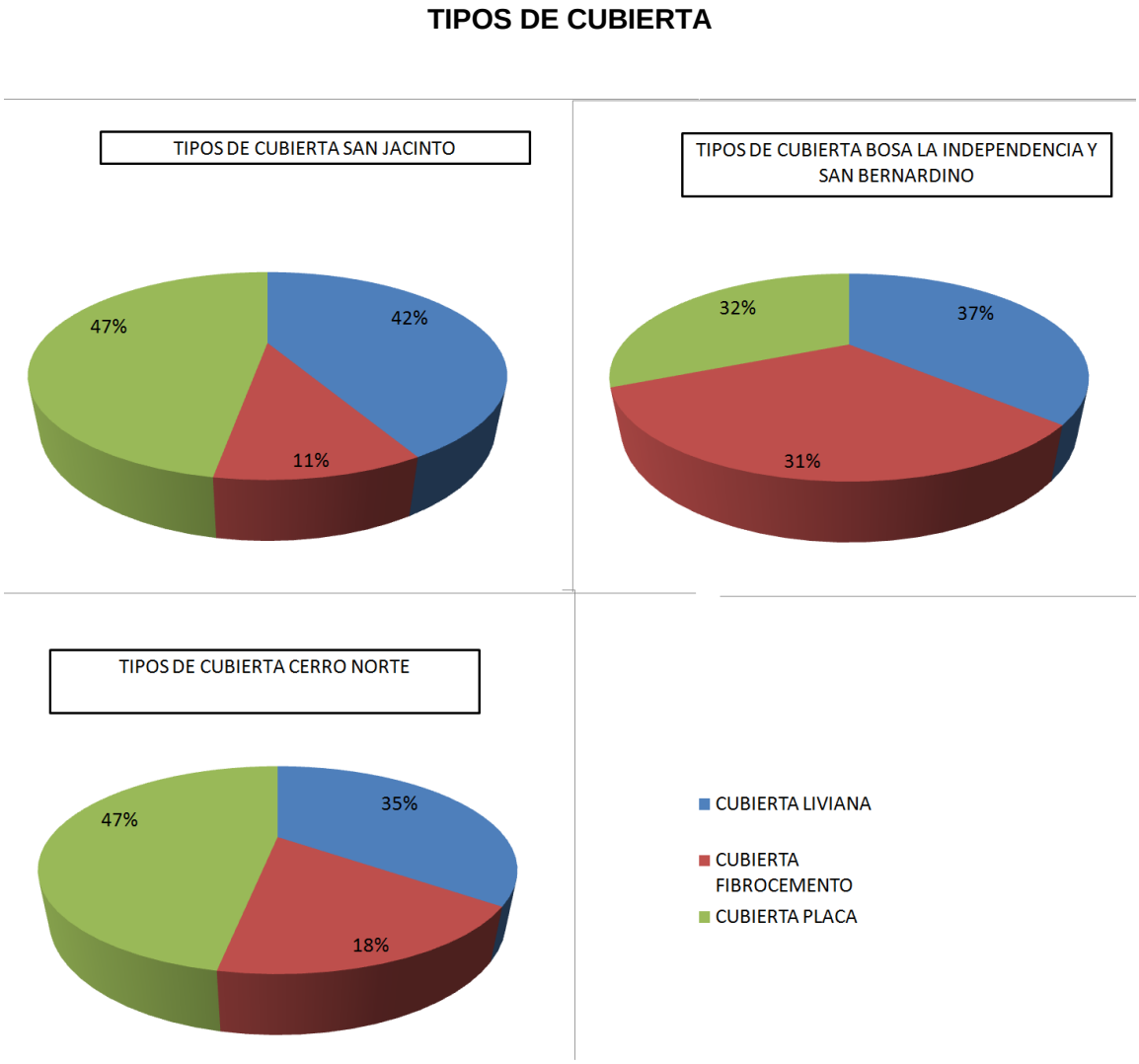


Figura 9-14 Tipos de Cubierta por Sector.

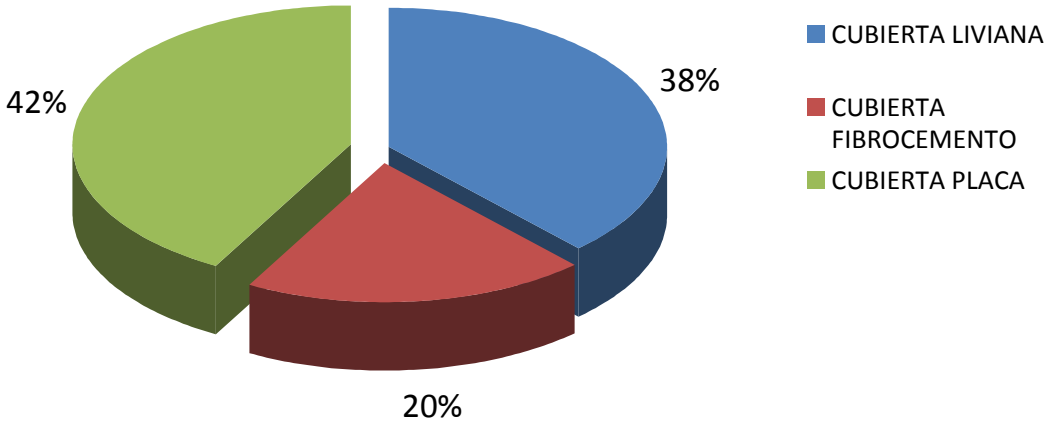


Figura 9-15 Tipos de Cubierta totalizado

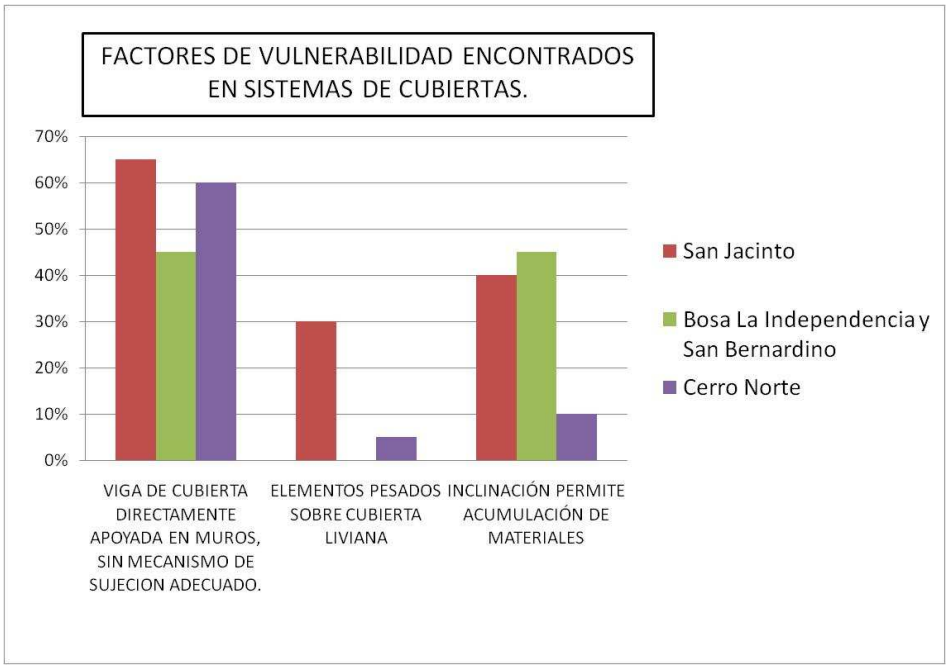
- Para el caso de los elementos de concreto reforzado, sean columnas, columnetas ó placas aéreas, el recubrimiento del acero es bajo ó inexistente, condiciones que afectan el concepto de durabilidad en la vivienda, algo que se evidenció en el estudio que no tiene importancia en los procesos constructivos de vivienda informal.

Figura 9-16 Bosa La Independencia

- Cuando las viviendas se encuentran con cubiertas livianas (encontrada en el 38% de la muestra) ó de fibro-cemento (encontrada en el 20% de la muestra), las estructuras de soporte, sean de madera ó metálicas, presentan un anclaje deficiente a la mampostería del último piso, situación que se suma a la escasa presencia de amarres para sujetar las tejas a su estructura de soporte; para suplir el escaso amarre de las

tejas a su estructura de soporte, aplican el concepto de colocar elementos pesados sueltos y de forma caprichosa sobre la cubierta, para evitar que las corrientes de aire desprendan las tejas de su sitio, generando una condición insegura constituyendo un factor de vulnerabilidad más para los habitantes y vecinos, sobre quienes pueden caer estos objetos, sea por peso propio ó bajo condiciones de cargas laterales.

Figura 9-17 San Jacinto



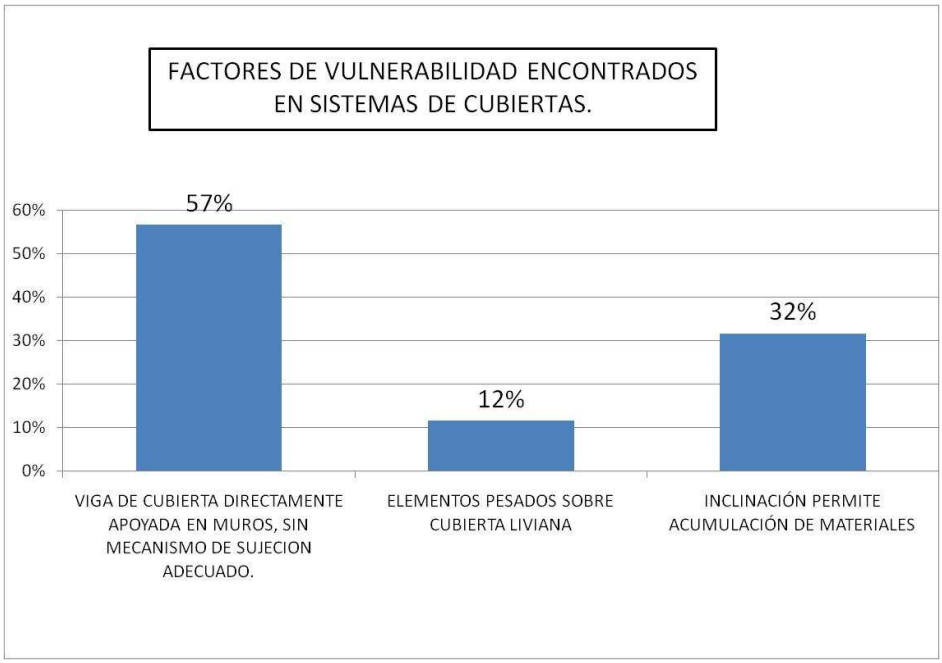


Figura 9-18 Sistemas de Cubiertas

- La producción del concreto y del mortero, obedece más a buscar condiciones de bajo costo, facilidad para el mezclado, velocidad de producción y facilidad del vaciado y afinado de las placas, que a conceptos de calidad, resistencia y durabilidad, situación que obliga a capacitar a los usuarios y constructores, para que tomen conciencia de la importancia de estos conceptos, para la protección de la vida, la propiedad y los bienes, de los habitantes de estas viviendas. (Ver Páginas 228 ss., 229 ss.,230 ss.)

- La posición relativa del acero de refuerzo, en la cara inferior de las placas aéreas, aún con la presencia de voladizos, principalmente hacia las fachadas de acceso, genera la necesidad de construir pie de amigos bajo estos voladizos, para evitar su colapso. El estudio reveló que los voladizos están presentes en el 45% de la muestra, pero solo tienen pie de amigos en el 13% de las viviendas. La fotografía a continuación, evidencia la colocación indebida de los pies de amigo, con respecto a las columnas, como es el caso de esta vivienda en Cerro Norte, en una de las fotos se observa la colocación errónea del acero en la parte inferior del voladizo.

Figura 9-19 Sistemas con Ménsulas.

10 REVISIÓN ARQUITECTÓNICA DE LAS VIVIENDAS

Con base en la observación y evaluación arquitectónica efectuada en los barrios estudiados (Ver anexos VII y XII), se puede afirmar:

Que la condición arquitectónica de las viviendas está enmarcada por la falta de armonía en los espacios, poca funcionalidad, escasa iluminación y ventilación, afectando el confort de sus habitantes, especialmente de niños y adultos mayores, en el uso de las escaleras y servicios sanitarios, ver anexo VII.

Cada propietario, busca destacar su vivienda de las de sus vecinos, lo que explica los cambios en fachadas y las diferencias en el número de pisos.

Adicionalmente en este tipo de edificaciones, no se puede hablar específicamente de un estilo Arquitectónico, se presenta una combinación de estilos, donde no se define uno en particular, pues en este caso se debe hablar de más de una Tipología Arquitectónica, que está más determinada por un sistema constructivo al momento de la ampliación de la vivienda, que a un estilo Arquitectónico en particular.

Debido a la falta de una adecuada planificación urbana o a la dificultad en su implementación y desarrollo se presenta una disparidad de desarrollos urbanos, que se reflejan en mayores necesidades para estas comunidades. Es así que este tipo de viviendas, corresponde a un proceso desordenado, tanto en el desarrollo de cada vivienda, como en el urbanismo.

Por lo tanto, cada vivienda y cada plan urbanístico, se van desarrollando sobre la marcha, de manera improvisada, a medida que se tienen los recursos económicos y sometidos a los cambios de las políticas sociales y de las normativas del momento.

No se puede hablar de una tipología de Arquitectura contemporánea, sino más bien de producto de las necesidades de la comunidad y de las etapas en que se va construyendo cada vivienda; es tan evidente esto, que cuando una familia tiene el dinero suficiente para continuar su vivienda, cambia de tipología arquitectónica y constructiva (por ejemplo de dos a tres pisos, placas macizas por aligeradas, estilo de las cornisas, ventanas y arabescos que van colocando en sus fachadas. situación que se debe a que la vieron en la casa de un vecino o familiar y les gustó para incorporarlo en su vivienda, ver páginas 47 ss., 51 ss., 119 ss.), entonces al hablar de combinación de tipologías arquitectónicas, se puede explicar por formas o detalles de Arquitectura en sus fachadas especialmente, como ventanas con marcos en altos relieves, curvas en los muros, áticos con detalles en relieve, utilización de diferentes materiales, todo esto en busca de dar una identificación personal a su vivienda, con una mezcla de diversos detalles, más que obedecer una tipología arquitectónica en general.

Igualmente esta situación se presenta en el tipo de material utilizado y en la estructura construida, pues generalmente la realiza un oficial (como se observó en campo, ver página 264) con escasa capacitación, siguiendo las recomendaciones y sugerencias de los propietarios de la vivienda, buscando de primera mano algo básico, como tener un alojamiento utilizable a corto plazo, lo que lleva a la falta de conceptos básicos estructurales, como ausencia de confinamiento en muros, la colocación del refuerzo, los voladizos sucesivos, diversas alturas de entrepisos y finalmente, cuando tienen dinero para continuar, cambian el concepto que tenían anteriormente por uno diferente.

11 SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS

El presente capitulo corresponde al diagnostico de 60 hogares distribuidos en tres barrios, que hacen parte de la informalidad constructiva que presentan estas viviendas, hay condiciones que definen la mayor parte de las características estructurales, donde se destacan las siguientes:

- La cimentación se hace con bloques de piedra pegada con mortero, combinada en algunos casos con el uso de zapatas aisladas para el arranque de las columnas y en menor cantidad losas corridas.
- La mampostería es simple en su mayoría, sin elementos de confinamiento en general y con gran hetereogenidad de unidades.
- Cuando se presentan elementos verticales de confinamiento, no tienen continuidad en toda la altura de la vivienda, quedando todos los niveles como estructuras independientes.
- Las viviendas presentan irregularidades tanto en planta como en altura, hay presencia de voladizos que conceden una alta irregularidad vertical.

- Considerando que las viviendas presentan muros independientes en sus linderos, se encuentran cuñadas lateralmente, pues se construye sin dejar retiros ó dilataciones entre estructuras colindantes.

Se pudo establecer que un 99% de las viviendas visitadas corresponden esencialmente a casas conformadas por mampostería simple, entendiéndose como mampostería los bloques de piedra, el ladrillo macizo y el bloque. No se encontró evidencia de mampostería reforzada en ninguna de las viviendas.

Respecto a lo anterior la NSR98 definió el comportamiento sísmico de los sistemas y elementos estructurales de acuerdo con su capacidad de disipación de energía en el rango inelástico; aspecto fundamental en la obtención de una respuesta apropiada de la estructura al verse sometida a los efectos de un sismo. El Reglamento NSR-98 contempla tres niveles de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico: especial (*DES*), moderada (*DMO*) y mínima (*DMI*). Para cada uno de los materiales estructurales se prescriben los requisitos de detallado del elemento en función de estas tres capacidades. El empleo de elementos y sistemas estructurales en las diferentes zonas de amenaza sísmica se restringe de acuerdo con esta capacidad de disipación de energía en el rango inelástico.

Las edificaciones estudiadas están alejadas del comportamiento de la norma, en cuanto a que solo permite la mampostería simple en zonas de amenaza sísmica baja, en virtud de la mínima capacidad de disipación de energía. Esto torga una

alta fragilidad de estos sistemas utilizados en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta.

Es de notar que la NSR-98 hace recomendaciones para el refuerzo de edificaciones construidas antes de la vigencia de código de 1998, sin embargo es clara en la necesidad de no permitir construir edificaciones de mampostería sin refuerzo para zonas de amenaza intermedia y alta como es el caso de Bogotá, sin embargo permite la construcción de los siguientes sistemas que se extraen de la norma.

Tabla 11-1 Sistemas de Mampostería permitidos por Zona de Amenaza Sísmica NSR98.

DESCRIPCION	ZONAS DE AMENAZA SISMICA					
SISTEMAS DE RESITENCIA DE CARGAS VERTICLES Y CARGAS HORIZONTALES	ALTA		INTERMEDIA		BAJA	
	USO PEMITIDO	ALTURA MAXIMA	USO PEMITIDO	ALTURA MAXIMA	USO PEMITIDO	ALTURA MAXIMA
Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (*DES*) con todas las celdas rellenas	SI	45 m	SI	6O m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	SI	30 m	SI	40 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical (*DMI*)	GRUPO I	2 pisos	SI	12 m	SI	18 m
Muros de mampostería confinada (*DMO* - capacidad moderada de disipación de energía)	GRUPO I Y II	15	GRUPO I Y II	18 m	GRUPO I Y II	21 m
Muros de mampostería de cavidad reforzada (*DES* - capacidad especial de disipación de energía)	SI	45	SI	60 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería no reforzada (*DMI* - no tiene capacidad de disipación de energía)	NO SE PERMITE		NO SE PERMITE		GRUPO I	2 PISOS

Dada la diversidad de formas constructivas se expone en adelante los temas antes mencionados, tomando como referencia la NSR98.

11.1 SISTEMAS DE CIMENTACIÓN

Se hizo una verificación de los sistemas de cimentación, encontrando una gran incertidumbre en la mayoría de los casos, por la imposibilidad determinarlos por observación, si no, basado en los comentarios de los propietarios que en su gran mayoría otorgaron un amplio uso del sistema de bloques de piedra.

Figura 11-1 Cimentación en bloques de piedra

Cimentación en bloques de piedra, en una vivienda ubicada en zona plana (Cerro Norte)

Figura 11-2 Cimentación en bloques de piedra

Cimentación en bloques de piedra en una vivienda ubicada en ladera (Cerro Norte)

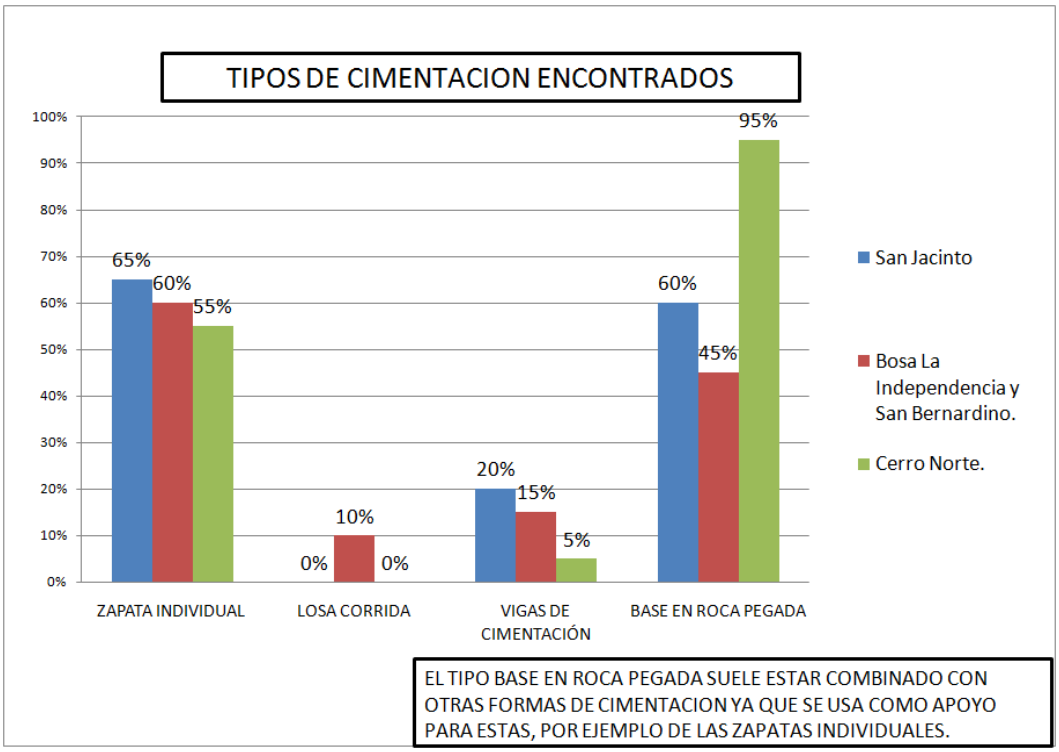


Figura 11-3 Tipos de Cimentación por sector

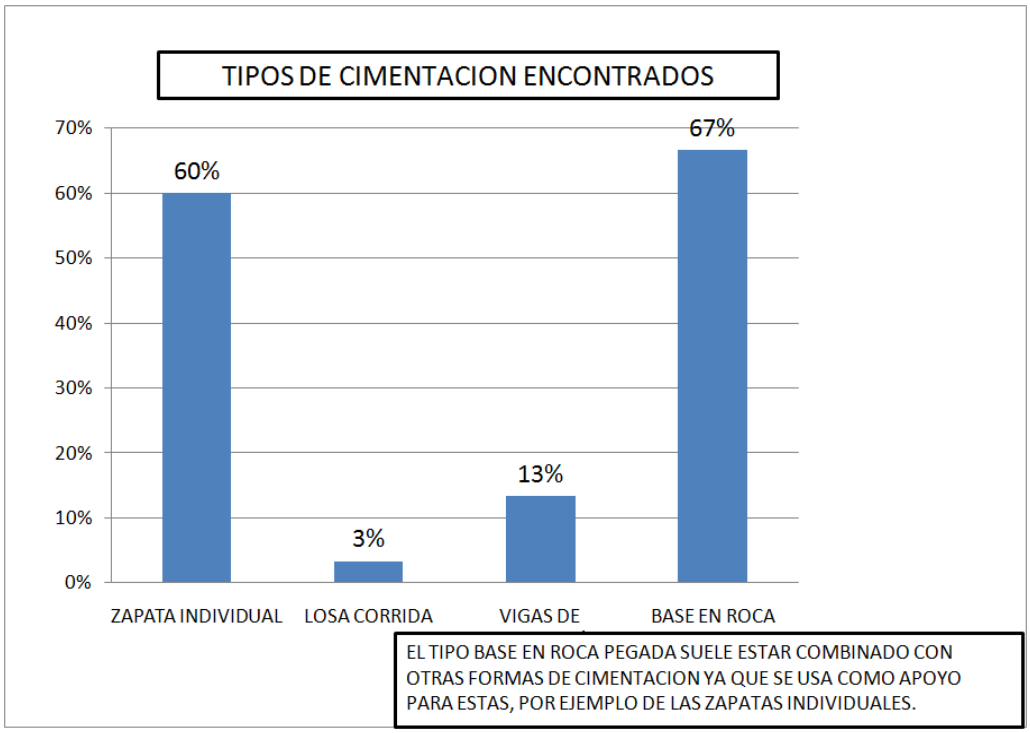


Figura 11-4 Tipos de Cimentación Totalizado.

El hecho de que no sepamos con certeza la idoneidad de las cimentaciones, sumada a la localización de zonas potencialmente peligrosas por ser más susceptibles de sufrir con mayor intensidad los eventos naturales por su condición geológica y/o geotécnica involucra la necesidad de realizar estudios más detallados de las mismas.

11.2 SISTEMAS DE MAMPOSTERÍA

La heterogeneidad de unidades de mampostería en una sola casa es muy marcada y visible. En algunas la variabilidad es tanta, que una sola pared hay varios tipos de ladrillos, en otras las unidades de mampostería se presentan sectorizadas por ejemplo ladrillo macizo en la fachada y bloque en el resto de la edificación, etc.

Figura 11-5 Casa

Casa con diferentes unidades de mampostería en cada piso y sin amarres de confinamiento (San Jacinto)

Figura 11-6 Casa

Casa con diferentes unidades de mampostería en una misma pared y sin amarres de confinamiento (Cerro Norte)

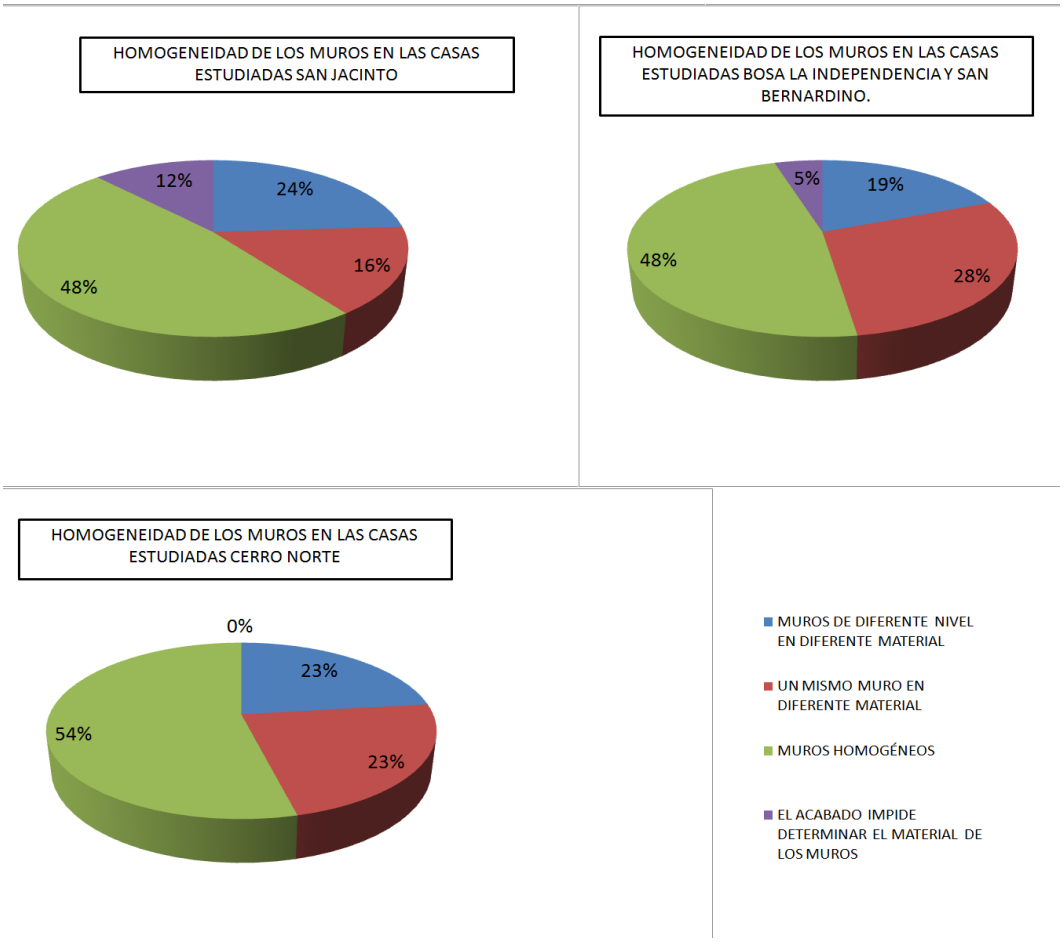


Figura 11-7 Homogeneidad de los Muros por Sector.

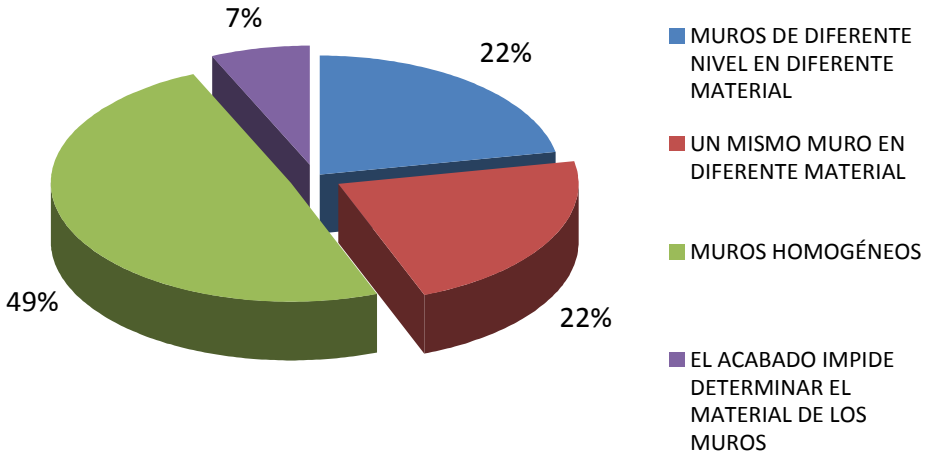


Figura 11-8 Homogeneidad de los Muros Totalizado

La ausencia de sistemas de confinamiento se pudo extraer de la observación que está plasmada en el cuadro siguiente, que evidencia la falta de elementos verticales que sirvan de confinamiento tales como columnas o columnetas, esto porque las columnas deberían ser al menos la misma cantidad en los diferentes pisos. Esto nos conduce a afirmar que el sistema de resistencia lateral es muy pobre y conduce a una falla frágil al momento de ser exigido.

Tabla 11-2 Columnas por piso en cada sector.

EXISTENCIA Y CONTINUIDAD DE COLUMNAS EN LOS SECTORES ESTUDIADOS									
	CASAS DE DE 3 PISOS O MÁS				CASAS DE 2 PISOS			CASAS DE 1 PISO	
SECTOR	1 ER	2DO	3ER	TOTAL	1 ER	2DO	TOTAL	1 ER	TOTAL
SAN JACINTO	8	6	5	10	1	2	8	0	2
BOSA LA INDEPENDENCIA Y SAN BERNARDINO.	5	4	3	6	7	6	7	5	7
CERRO NORTE	7	7	7	6	4	5	6	3	7

Tabla 11-3 Columnas por Piso

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COLUMNAS EN EL PRIMER PISO	COLUMNAS EN EL SEGUNDO PISO	COLUMNAS EN LOS PISOS SUPERIORES
CASAS DE TRES O MAS PISOS	23	20	17	15
CASAS DE DOS PISO	21	12	13	NA
CASAS DE UN PISO	16	8	NA	NA

Es de anotar que por las deficiencias encontradas en la construcción y la ausencia de elementos de amarre horizontal (como vigas) y dado que la altura de placa, por tratarse de placa maciza en el 66% de las viviendas, no es suficiente para soportar los momentos trasmitidos por las columnas en caso de un evento con cargas horizontales y finalmente teniendo en cuenta que según lo observado no se conforman nudos en ninguno de los tipos de placa diferentes a la maciza; se puede concluir que difícilmente en estas viviendas se logra un confinamiento suficiente de la mampostería.

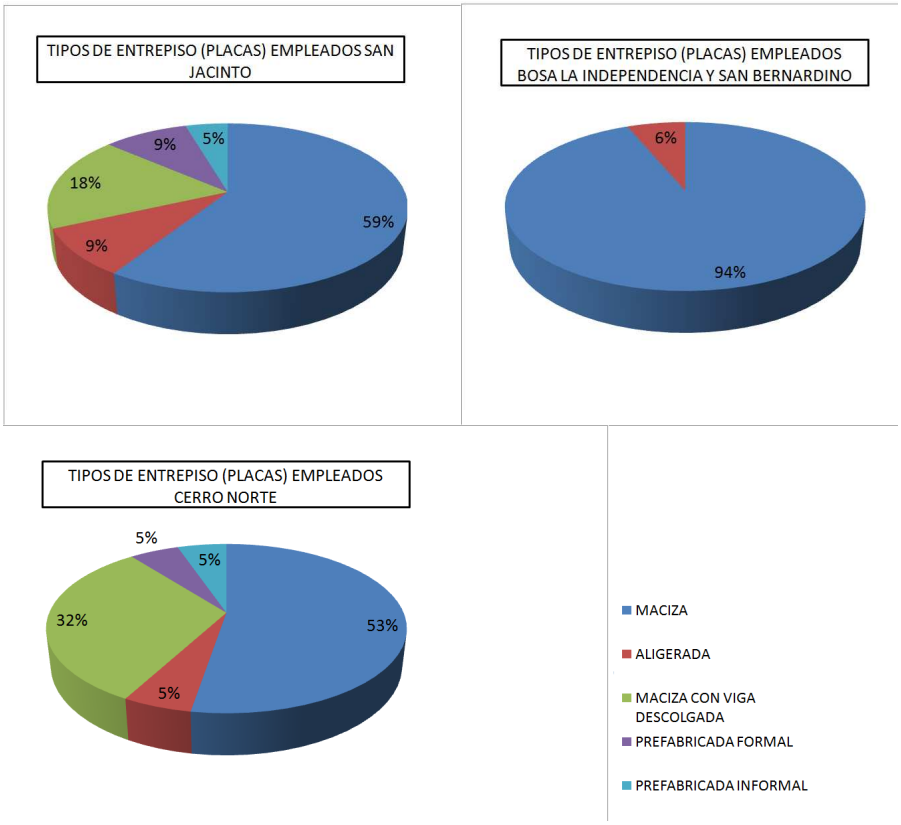


Figura 11-9 Tipos de Placa por sector

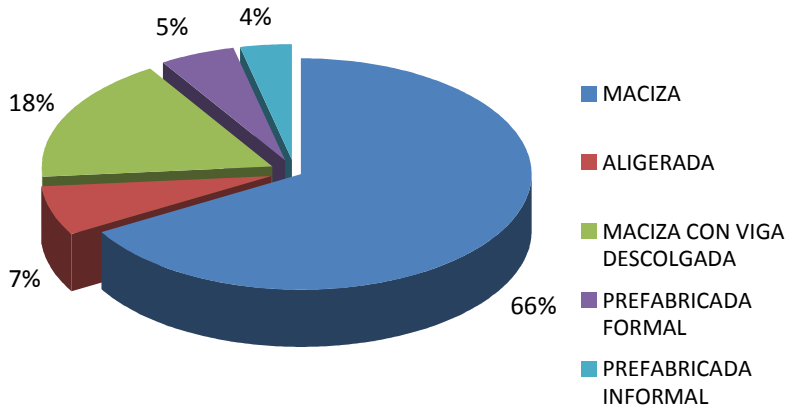


Figura 11-10 Tipos de Placa Totalizado.[6]

[6] La placa prefabricada Informal se define como un sistema de entrepiso compuesto por elementos prefabricados, los cuales, han sido fabricados por el mismo constructor sin seguir especificaciones o normas.

También se pudo establecer con base en los resultados de los ensayos en cubos de mortero, en la calidad de las pegas en los muros sin acabado y en las lesiones en presentadas en los muros una deficiencia en la calidad del mortero de pega. Es importante resaltar que la abundancia de lesiones, en las piezas de mampostería, se debe al uso generalizado de mampuestos ya lesionados, ya sea porque son reciclados o por ser saldos de fábrica.

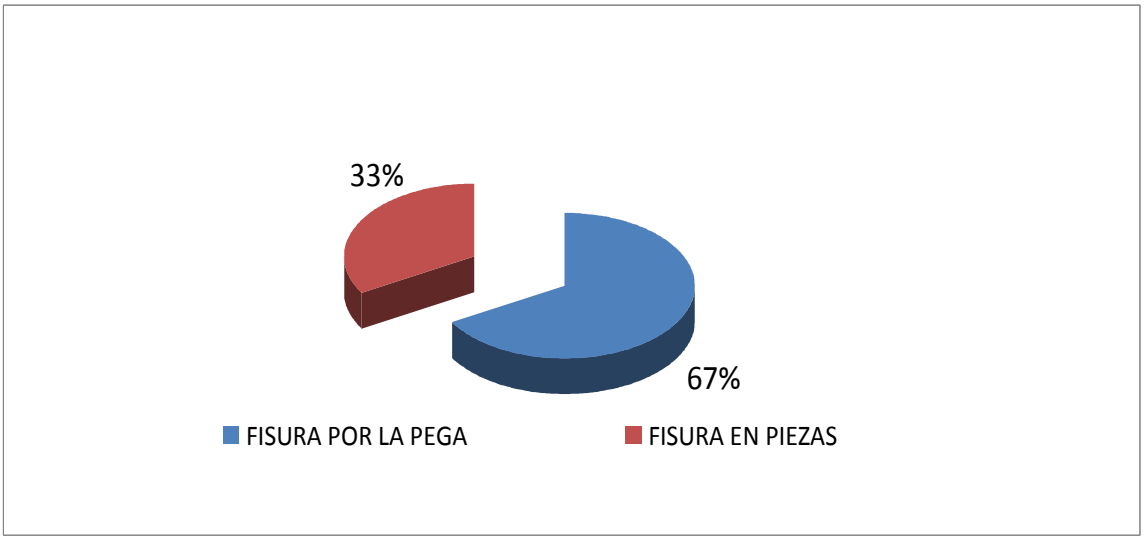


Figura 11-11 Lesiones en Muros

Por otra parte, las mamposterías carecen de amarres entre los diferentes elementos y no tienen continuidad entre los diferentes niveles, lo que involucra un alto grado de vulnerabilidad; en este aspecto el trabajo en conjunto (placas-mampostería), se ve afectado por la falta de continuidad vertical, la falta de continuidad horizontal y la deficiencia de amarres mampostería-placas. Esto parece estar ligado a los largos periodos de suspensión y reanudación de obra, además de la tendencia a no considerar amarres entre los diferentes elementos, como se puede resaltar en los siguientes capítulos.

11.3 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

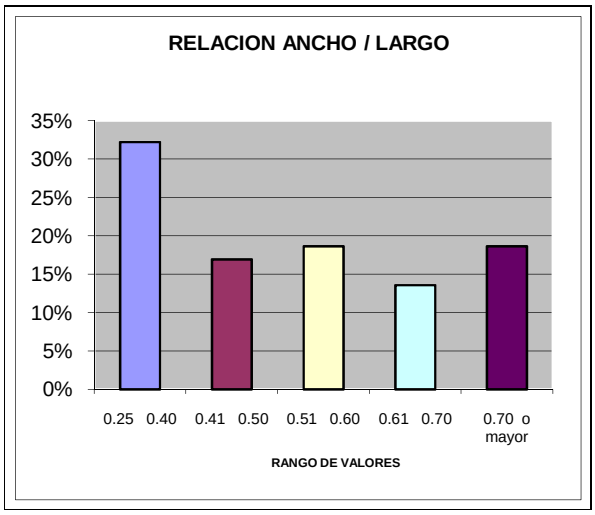
Desde el punto de vista geométrico, la simetría en planta de cada vivienda no es óptima, ya que presenta un largo mucho mayor a su ancho, según se pudo verificar de los levantamientos arquitectónicos, donde la relación ancho-largo es menor a 0.40 para el 32.2 % de las viviendas. En este aspecto, existe una debilidad en el sentido del ancho versus el largo, ya que otorga una menor rigidez y por ende, una menor resistencia. Esto sumado a la irregularidad en altura por la preferencia a construir voladizos, de lo cual se observo un 71% (Tabla 11-4 Presencia de Voladizos y empleo de Ménsulas en los mismos.) de las viviendas con esta tendencia. Es imprescindible tener una planta lo mas simétrica posible con el fin de evitar torsiones.

Tabla 11-4 Presencia de Voladizos y empleo de Ménsulas en los mismos.

ZONA O BARRIO	CASAS CON VOLADIZOS	CASAS CON MÉNSULAS
SAN JACINTO	15	5
BOSA LA INDEPENDENCIA Y SAN BERNARDINO	12	1
CERRO NORTE	15	2

Tabla 11-5 Relación ancho largo de las viviendas

RELACIÓN ANCHO/LARGO RANGO	No DE CASAS	PORCENTAJE
0.25 0.40	19	32.20%
0.41 0.50	10	16.95%
0.51 0.60	11	18.64%
0.61 0.70	8	13.56%
0.70 o mayor	11	18.64%



11.4 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

La tendencia de un alto porcentaje de habitantes es a construir en mampostería por el bajo costo y la diversidad de formas y texturas que se encuentran en Bogotá, sin embargo la práctica de no construir mampostería reforzada o confinada le impone muchas desventajas a las estructuras al momento de verse exigidas por cualquier evento natural que le induzca cargas horizontales. En este aspecto la mampostería sin refuerzo presenta una tendencia a fallar de forma frágil según se ha podido determinar de la observación de los últimos sismos ocurridos en Colombia y en el mundo, todo esto sumado a la calidad de construcción que es difícil de controlar.

Por ejemplo el tema del mortero de pega para la mampostería está íntimamente ligado a la resistencia del conjunto de unidades que finalmente conforman un muro, una pega mal elaborada dará un resultado bajo de resistencia a la compresión y de resistencia lateral, es de anotar que la resistencia a la compresión está bien definida que es mayor para un elemento corto y menor para un elemento largo, en este aspecto los muros observados

son bastante altos[7] y con falta de amarres lo que otorga una baja resistencia a la compresión y por ende un baja resistencia lateral en virtud de la pega mal elaborada, como se observó en las casas estudiadas, que induce un empeoramiento del comportamiento frágil.

Figura 11-12 Muros altos sin una calidad adecuada.

Muros altos sin una calidad adecuada en la pega y en los trabes de unidades, sin amarres y sin confinamiento. (Cerro Norte)

Figura 11-13 Falta de confinamiento y amarres en muros.

Falta de confinamiento y amarres en muros muy altos y muy largos. (Cerro Norte)

La ausencia de elementos de confinamiento, la falta de amarres, la diversidad de unidades de mampostería en una misma pared o muro hacen que estas viviendas sean muy vulnerables a los diferentes embates de la naturaleza.

Por otro lado desde el punto de vista estructural, la mampostería no reforzada tiene una baja capacidad de disipación energía (DMI), es decir pierde su resistencia fácilmente dentro del rango inelástico y es permitida solamente, en zonas de amenaza sísmica baja según la NSR98.

[7] Se encontraron casas de 2 pisos sin columnas, con alturas libres de hasta 2.50m, cada una, también pisos con alturas dobles de más de 5m para muros en bloque. De acuerdo a la NSR-98 E.2-1 la altura máxima debería ser 25 el espesor de los bloques que varía entre 8-20cm, para el efecto 8cmx25 = 2m.

Tabla 11-6 Zonas de Amenaza Sísmica vs Capacidad de Disipación de Energía, NSR 98.

CAPACIDAD DE DISÌPACION DE ENERGIA	ZONA DE AMENAZA SISMICA		
	BAJA	INTERMEDIA	ALTA
MINIMA (DMI)	PERMITIDO	NO	NO
MODERADA (DMO)	PERMITIDO	PERMITIDO	NO
ESPECIAL (DES)	PERMITIDO	PERMITIDO	PERMITIDO

La mampostería sin reforzamiento solamente es recomendada donde Aa es menor o igual a 0.05, este valor de Aa corresponde al mapa de valores en % de aceleraciones horizontales respecto a la aceleración de la gravedad.

La necesidad de que solamente se use en zonas de amenaza baja, está dada en razón a los últimos sismos sobre todo el de Popayán del 31 de Marzo de 1983 que evidencio la necesidad de evitar construir viviendas de este tipo en zonas de amenaza intermedia y alta. En este sentido debemos recordar que los procedimientos para diseño de mampostería confinada son nuevos y se basan en una investigación de la Universidad de los Andes, auspiciada por varias instituciones, dentro de las cuales se cuentan la OEA, Conciencias, el antiguo Ministerio de Obras Publicas y la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, a través del Fondo Nacional, estos conceptos fueron introducidos en el Titulo E de la NSR98.

Es concluyente del estudio que a pesar de que un alto porcentaje de las viviendas son de mampostería no reforzada, existe la duda de la cimentación que si bien es cierto juega un papel importante en el comportamiento de resistencia lateral, la falta de continuidad, de amarres y de confinamiento de las unidades de mampostería le otorgan un alto grado de vulnerabilidad a las viviendas, al respecto podemos mencionar que solamente con la observación de muy pocas cimentaciones se puede verificar que también existe una deficiencia en los amarres de la cimentación con la mampostería.

Figura 11-14 Casa

Barrio Cerro Norte. Casa simplemente colocada sobre la piedra pegada, no hay evidencia de amarre entre la cimentación y la mampostería.

Figura 11-15 Casa

Barrio Cerro Norte. Casa con cimentación en piedra pegada sobre la cual se encuentran unas hiladas de ladrillo macizo hay una mezcla de unidades de mampostería en la cimentación que denota deficiencia en los amarres mampostería versus cimentación.

La proliferación de nuevos productos a lo largo del tiempo en que se construye hace que los sistemas varíen de un nivel de la vivienda a otro, provocando diferencias en las unidades de mampostería y en los sistemas de losas de los diferente niveles, en virtud de la tendencia de construir con grandes lapsos de suspensión por la falta de recursos económicos. Esto confiere una diversidad de rigideces a una vivienda difícil de cuantificar, pero que desde el punto de vista de resistencia lateral, le induce una alta vulnerabilidad dado que es muy fácil que un sistema heterogéneo falle por donde los elementos cuentan con menor rigidez.

Del mismo tema, la rigidez se ve empeorada a nivel de distribución de muros dentro de una vivienda, ya que la gran cantidad de muros en un solo sentido respecto al otro, no es simétrica y concede una resistencia baja en alguna de las direcciones ortogonales en planta, esto se pudo resaltar de los levantamientos arquitectónicos además de la falta de continuidad de un piso a otro. Con base en los levantamientos arquitectónicos ha sido posible establecer que, en promedio, las viviendas tienes una rigidez (debida a muros) del 64% en el sentido mayor que el otro, con los problemas de estabilidad que esto conlleva (ver Tabla 11-7, Tabla 11-8, Tabla 11-9 y Tabla 11-10).

Cabe anotar que por la ausencia de elementos de amarre vertical es imposible que la estructura auto controle las derivas, significativas. Hecho que hace además que interactué con las edificaciones vecinas induciendo mayores cargas horizontales por el golpeteo que provoca durante un sismo.

La falta de uniformidad en la altura libre entre plantas de edificaciones vecinas, así como el hecho de encontrarse viviendas de varios pisos colindantes con casas pequeñas, sin guardar las distancias mínimas de asilamiento, hacen de la diferencia entre rigideces de las diferentes viviendas y la poca capacidad de deformación (antes de la falla) de estas estructuras ponga en un riesgo mayor a las de menor tamaño, ya que podrían ser aplastadas pos sus vecinas de mayores dimensiones. Adicionalmente estas diferencias

entre alturas de pisos han mostrado ser muy perjudiciales durante los sismos pues se tiende a producir un golpeteo de las placas de entrepiso (generalmente macizas) contra las columnas, columnetas o los mismos muros, que como ya se ha mencionado son bastante débiles.

Tabla 11-7 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS DEL BARRIO SAN JACINTO.[8]

CASA	PISOS	PISO 1			PISO 2			PISO 3		
		LON. X	LON. DIR Y	R.R.*	LON. X	LON. DIR Y	R.R.	LON. X	LON. DIR Y	R.R.
1_1	2	22,27	37,7	59%	28,27	38,26	74%			
1_2	2	28,97	52,5	55%	24	43,7	55%			
1_3	3	19,15	40,3	48%	20,5	45,6	45%	18,4	35,6	52%
1_4	2	26,8	37,2	72%	29,66	40,6	73%			
1_5	1	25,7	41,2	62%						
1_6	2	17	33,85	50%	24,32	32,43	75%			
1_7	2	23,91	41,75	57%	23,37	40,44	58%			
1_8	2	24,45	105	23%	42,5	92,5	46%			
1_9	2	23,8	44,5	53%	23,5	45,8	51%			
1_10	2	23,17	40,22	58%	17,8	29,8	60%			
1_11	2	24,8	45	55%	13,29	30	44%			
1_12	2	25	106	24%	45	96	47%			
1_15	3	10,76	31,28	34%	12,7	13,5	94%	4,7	19,4	24%
1_16	2	14	23	61%	23,67	47,44	50%			
1_17	2	28,9	48,7	59%	33	42,3	78%			
1_18	2	21,6	29,8	72%	24,4	30,6	80%			
1_19	1	32,86	34,24	96%						
1_20	3	22,6	47	48%	25	48	52%	24	42	57%
1_21	1	26,13	41,9	62%						
1_22	2	17,4	33,04	53%	25,5	46,5	55%			
PROMEDIO				55%			61%			44%
*Relacion de las rigideces menor/ mayor.										

[8] Longitudes en metros.

Tabla 11-8 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS BARRIO LA INDEPENDENCIA Y SAN BERNARDINO.

CASA	PISOS	PISO 1			PISO 2			PISO 3		
		LON. X	LON. DIR Y	R.R.*	LON. X	LON. DIR Y	R.R.	LON. X	LON. DIR Y	R.R.
2_1	2	24,45	27,76	88%	27,6	32,5	85%			
2_2	1	32,3	26,44	82%						
2_3	2	28,4	29,5	96%	25,9	28,7	90%			
2_4	3	14,07	17,07	82%	23,53	16,09	68%	20,5	23	89%
2_6	2	15,25	37,8	40%	27,5	46,5	59%			
2_7	2	7	22	32%	14	23	61%	10,5	27	39%
2_8	3	27,5	21,5	78%	40,42	30,8	76%	21,77	17,11	79%
2_9	1	44,2	51,2	86%						
2_10	1	29,7	49,5	60%						
2_11	2	18	43	42%	21,5	43,6	49%			
2_12	2	23,2	25,8	90%	24,2	29,5	82%			
2_13	3	13,7	26,3	52%	11,7	28	42%	19,8	30,2	66%
2_14	2	26,5	41,3	64%	28,7	40,5	71%			
2_15	1	16,6	22,35	74%						
2_16	2	39,6	34,8	88%	27,7	35,3	78%			
2_17	1	20,7	29,9	69%						
2_18	2	28,2	41,6	68%	32,7	42,6	77%			
2_19	3	22,8	42,9	53%	23,5	32,9	71%	27,5	30,65	90%
2_24	2	15,8	32,4	49%	23,7	29,14	81%			
PROMEDIO				68%			71%			72%
¨*Relacion de las rigideces menor/ mayor.										

Tabla 11-9 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS BARRIO CERRO NORTE

CASA	PISOS	PISO 1			PISO 2			PISO 3		
		LON. X	LON. DIR Y	R.R.*	LON. X	LON. DIR Y	R.R.	LON. X	LON. DIR Y	R.R.
3_10	1	9,2	24,24	38%						
3_12	3	16,2	11,6	72%	30,76	27,71	90%	27	26,04	96%
3_13	1	34,31	58	59%						
3_14	1	50,2	36,7	73%						
3_15	3	5,34	9,91	54%	11,4	22,5	51%	34,5	56,6	61%
3_17	3	6,85	18,31	37%	22,98	36,87	62%	19,44	35,75	54%
3_18	2	37,7	43,7	86%	51,9	47,8	92%			
3_20	1	14,6	27,6	53%						
3_21	3	11,8	6,5	55%	24	22	92%	29,3	22,11	75%
3_22	2	29,6	46,7	63%	32,2	37,7	85%			
3_25	3	18,12	38,14	48%	24	40,7	59%	13,9	35,9	39%
3_26	2	50,26	54,88	92%	57,4	55,6	97%			
3_27	2	28,8	20,6	72%	26	16,2	62%			
3_28	1	18	19,5	92%						
3_30	2	15,37	22,26	69%	24,7	48,5	51%			
3_31	1	47,1	45,8	97%						
3_32	2	27,1	19,5	72%	19,3	10,5	54%			
3_34	2	11	16,7	66%	36	71	51%			
3_35	1	32,3	35,7	90%						
PROMEDIO				68%			71%			65%
¨*Relacion de las rigideces menor/ mayor.										

Tabla 11-10 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN DE RIGIDEZ LATERAL EN LAS DIRECCIONES PRINCIPALES, PARA LAS VIVIENDAS DEL ESTUDIO, RESUMEN.

BARRIO	PISO 1	PISO 2	PISO 3
SAN JACINTO	55%	61%	44%
BOSA LA INDEPENDENCIA Y SAN BERNARDINO	68%	71%	72%
CERRO NORTE	68%	71%	65%
PROMEDIO GENERAL	64%	67%	**61%**

Figura 11-16 Bosa

Figura 11-17 Bosa

Casas de los barrios la independencia, Cerro Norte y San Jacinto

Finalmente se puede discernir como diagnostico de las viviendas visitadas que a pesar de estar alejadas de las recomendaciones que impone la norma respecto a los sistemas de resistencia de cargas horizontales, existe la posibilidad de realizar estudios encaminados a confinar y amarrar la unidades de mampostería y verificar las cimentaciones y sus amarres con la mampostería. No hay que olvidar que esta solución solo ayuda a minimizar la vulnerabilidad en virtud del grado de heterogeneidad de las viviendas que en algunos casos es mejor construir una nueva que tratar de rehabilitarla.

11.4.1 Viviendas ubicadas en ladera y aluvial

Recordando que la mampostería es la que representa la generalidad de las construcciones, es de notar que las practicas constructivas no difieren de una zona a la otra en cuanto a que fundamentalmente, las personas que construyen cometen las mimas falencias en una, que en la otra zona, no obstante también cabe a aclarar que la NSR98 permite el uso de mampostería siempre y cuando se respeten ciertos requisitos. Dentro de la NSR98 se establece el caso por ejemplo de mampostería confinada para zonas de amenaza intermedia y alta y no hace distinciones si están en ladera y aluvial, no obstante dentro del título de geotecnia hace recomendaciones del comportamiento de suelos ante excitaciones sísmicas y presenta cuatro fenómenos dominantes que son:

- La amplificación.
- Otros fenómenos asociados con la respuesta sísmica.
- La falla del suelo
- La licuación.

También presenta una micro zonificación sísmica que se refiere a una región o de un área urbana en zonas más pequeñas, que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectadas por los movimientos sísmicos, dadas las características de los estratos de suelo subyacente.

En este sentido está la diferencia, dado que en las zonas de ladera se presenta amplificación de ondas y en la zonas de aluvial la licuefacción. Desde el punto de vista técnico hay recomendaciones a minimizar estos fenómenos, así:

- Zonas de ladera

  Cimentación rígida - Rigidización de los elementos de la cimentación de manera que la estructura se mueva como un todo. Está acompañada a menudo de concentración de la carga en ciertos puntos y liberación en otros, para permitir el alivio de las presiones de expansión bajo losas.

- Zonas aluviales

  Cimentaciones con el uso de pilotes para compactación que pueden ser hincados, micropilotes o pilotes pre excavados. También podemos utilizar Vibro-compactación – que consiste en una vibración bajo agua que produce la densificación de material. O una placa flotante

Resulta evidente que ninguna de estas cimentaciones de las viviendas observadas contiene las características antes mencionadas y se tratan en ladera y en aluvial de cimentaciones conformadas por una base en roca pegada según se pudo determinar en el 80% de las viviendas. Es indudable que las cimentaciones en ladera se pueden apreciar

con mayor detalle que en las zonas aluviales, esto en virtud de la topografía del terreno, por lo demás no hay diferencia en las costumbres constructivas.

De todas formas es claro que dentro de este estudio no podemos ir más allá de lo que observamos y en este sentido no podemos afirmar que existan diferencias entre las tipologías de zona de ladera y tipologías de zonas aluviales. Es indudable que desde el punto de vista técnico las construcciones deban conformarse en la cimentación de maneras diferentes, en tal sentido hacemos los siguientes comentarios para ambas zonas:

11.4.2 Comportamiento estructural de viviendas en zonas de ladera

Tomando como referencia una mampostería confinada, es de mencionar que dada las características de amplificación de ondas sísmicas de esta zona que ameritan que dentro la micro zonificación se tengan consideraciones diferentes al resto de las zonas. Esta diferenciación radica fundamentalmente en la cimentación. Ya que las zonas aluviales también se pueden construir en mampostería confinada.

En este sentido el comportamiento estructural de las viviendas en zonas de ladera viene asociado al tipo de cimentación, ya que una deficiencia de la misma impone excesiva fragilidad en la mampostería. El aspecto de irregularidades pasaría a un segundo plano al igual que el tema de rigidez de la estructura solo por el hecho de una cimentación inadecuada, de todas formas las consideraciones seguirían siendo las mencionas arriba dentro de la discusión de este capítulo.

11.4.3 Comportamiento estructural de viviendas en zonas aluviales

Es concluyente que las cimentaciones asociadas a las viviendas de estas zonas tienen una incidencia total en el comportamiento de las mismas frente a sismos, dado el fenómeno de licuefacción, sin embargo ninguna de las casas se evidencio preparada para tal evento, ya que ninguna mostró al menos intenciones, por parte de los constructores, de vibro compactar el terreno donde se emplazan, ni mucho menos el uso de pilotes para densificar el terreno o de placas flotantes.

En este aspecto como las construcciones tienen las mismas falencias, no se considero dentro de este informe diferenciación entre esta zona y la zona de ladera y los aspectos tratados arriba dentro de este capítulo siguen siendo validos.

Cabe resaltar que desde el punto de vista de ingeniería es claro que existe una diferencia en estas zonas, pero para los habitantes no y simplemente se trata de una diferencia topográfica que impone ciertas incomodidades al construir, para no ir más allá, dentro de las laderas los habitantes buscan que su hogar se acomode a la topografía del terreno estableciendo diferentes niveles de las mismas y empeorando el tema de irregularidades. Para este efecto realizan cortes sobre el terreno que pueden o no ser soportados por medio de muros de contención en concreto armado o en mampostería no reforzada, los cuales no cuentan con ninguna consideración técnica, dando origen a un grado importante de

vulnerabilidad ante FRM detonados ya sea por un sismo o por la misma inestabilidad del terreno.

También se han encontrado sistemas de columnas, usualmente esbeltas, que buscan dejar una placa aérea al nivel de la calle, creando un piso débil, adicionalmente se debe tener en cuenta que la calidad de la cimentación de estas columnas no es la mejor.

Para una vivienda en zona aluvial existe una facilidad constructiva en cuanto a que no hay dificultades topográficas, muy a pesar de ello el tema de irregularidades sigue imponiéndose.

12 MATERIALES EMPLEADOS

Materiales empleados: se detectó el uso de materiales reciclados, como ladrillos, acero de refuerzo y agregados producto de la trituración de escombros de concreto, materiales que a pesar de no ser usados en forma masiva, hay que sensibilizar a la comunidad a que no los utilicen, por la forma en que afectan la resistencia y la durabilidad de las viviendas.

El ladrillo, es el material predilecto para toda la construcción de muros, usándolo nuevo en su gran mayoría y en algunos casos de segunda calidad, tanto tipo bloque como macizo.

AGREGADOS PARA PREPARACIÓN DEL CONCRETO

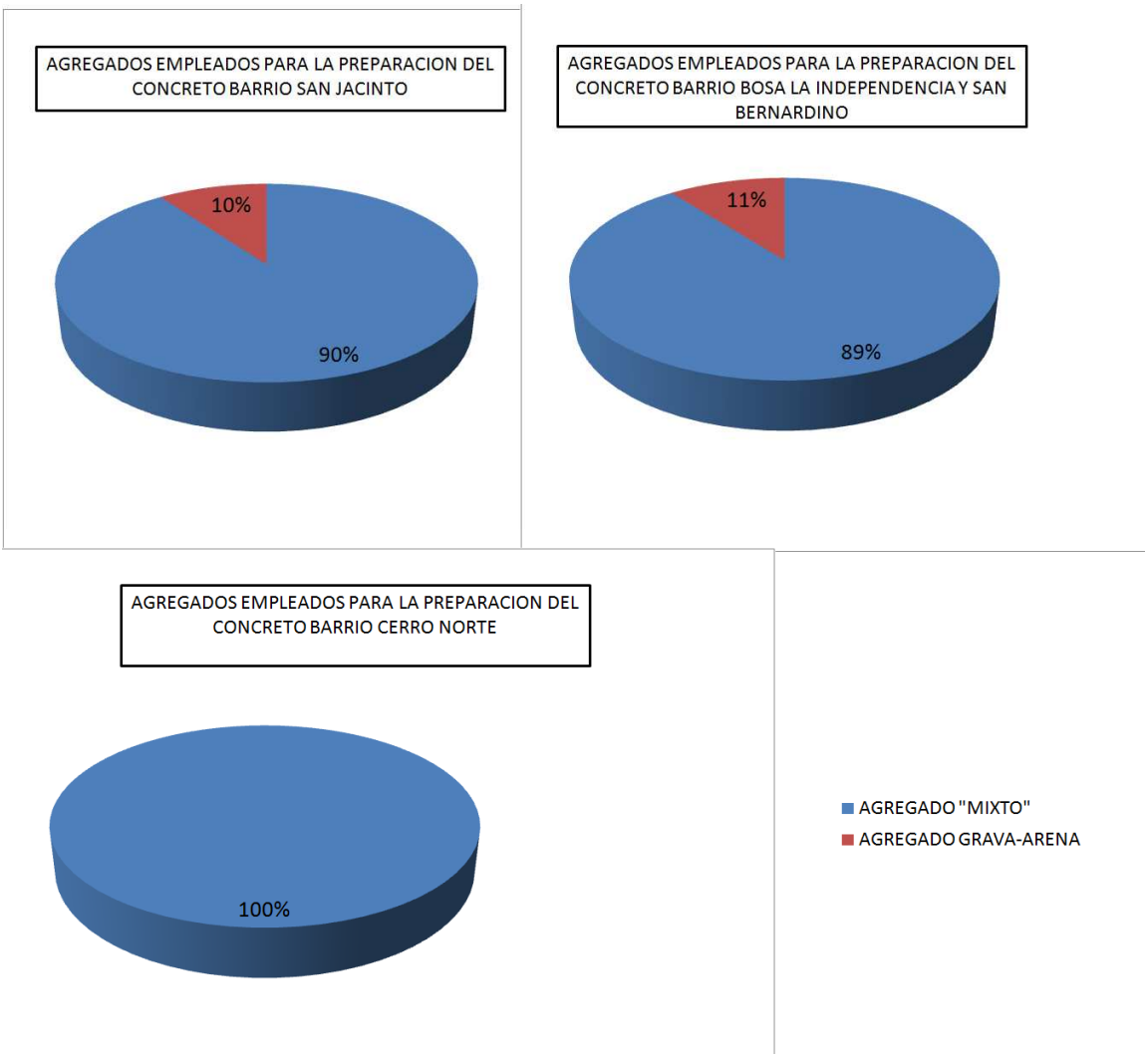


Figura 12-1 Agregados empleados en la preparación de Concreto por Barrio.

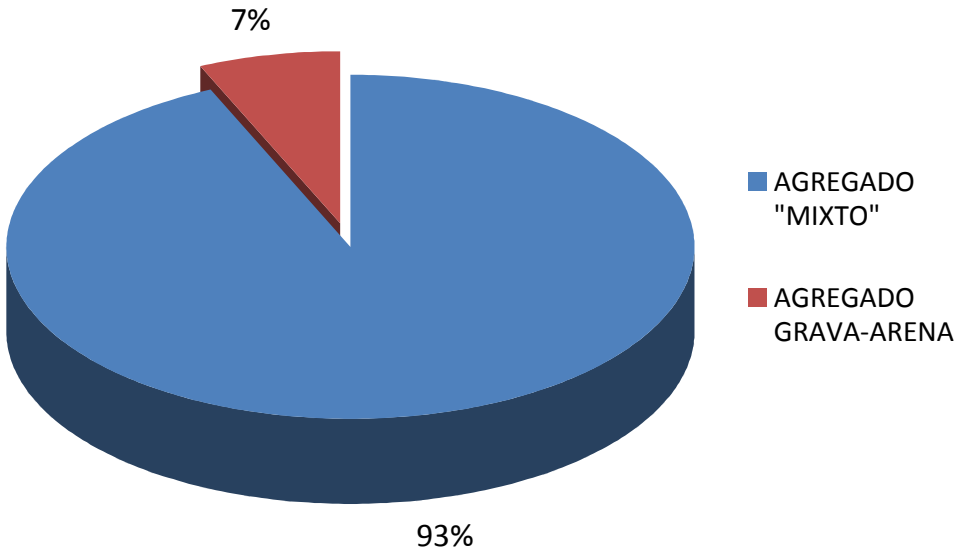


Figura 12-2 Agregados para la preparación del concreto Totalizado.

Los cementos usados son en saco, de las marcas disponibles en el sitio, pero debido a la búsqueda de precios más bajos, se puede presentar la venta de cementos que no se encuentran frescos al momento del uso, generando concretos de baja resistencia y calidad. Con respecto a los agregados gruesos y finos, existe como costumbre más difundida, el uso del agregado mixto, donde se compra desde el proveedor, la gravilla y la arena ya combinadas, condición que resulta por una parte más económica y por otra más fácil de usar, ya que no se requiere mezclar los agregados gruesos y finos de manera separada.

Esta práctica, de acuerdo a las pruebas y ensayos (Ver anexos III y XIV), ha mostrado como consecuencias baja resistencia y alta porosidad de los concretos, pues la proporción de arena es más alta de lo deseado, demandando mayor contenido de cemento y como consecuencia, una cantidad adicional de agua de amasado.

DIFERENTES MAMPUESTOS DE LAS VIVIENDAS

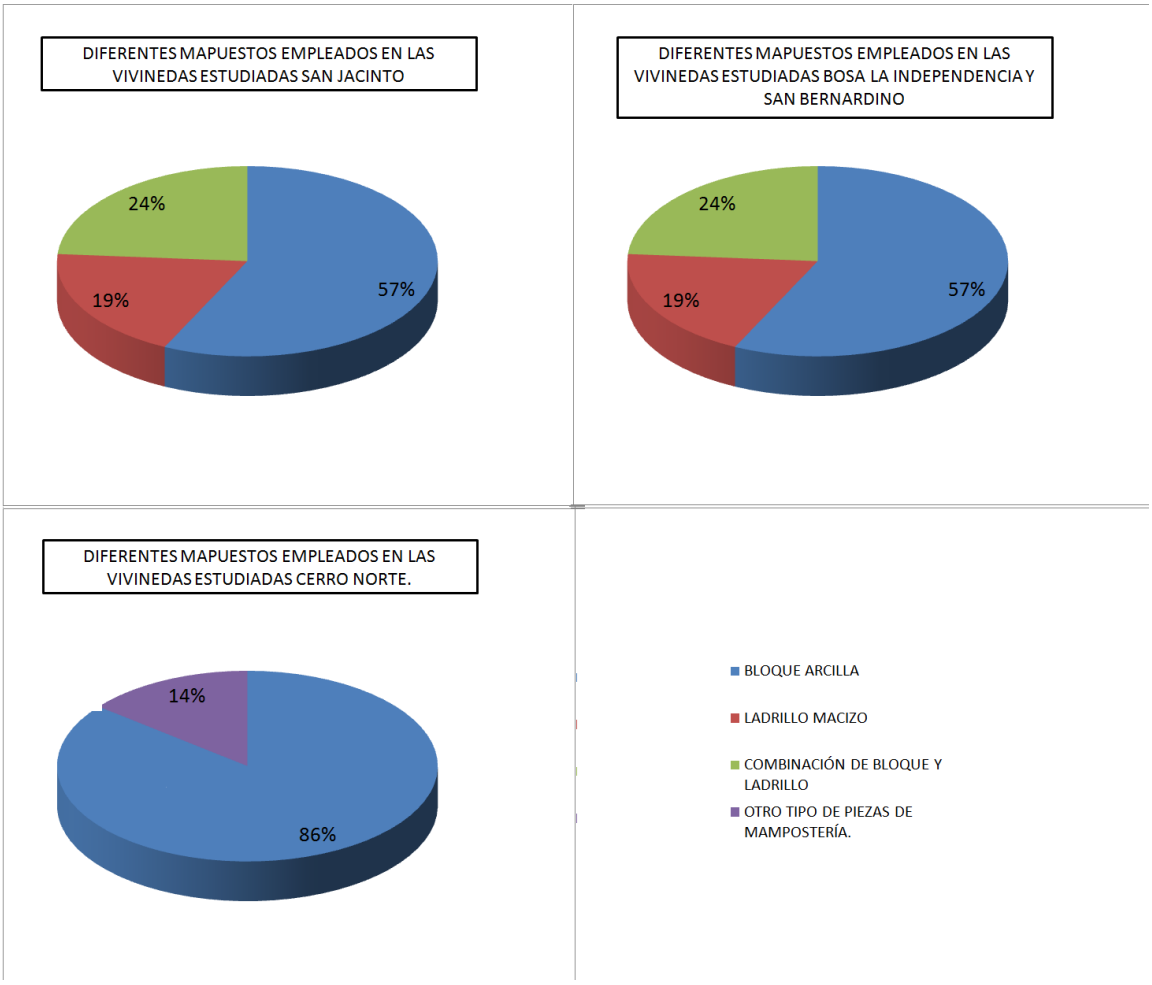


Figura 12-3 Mampostería empleado por Sector.

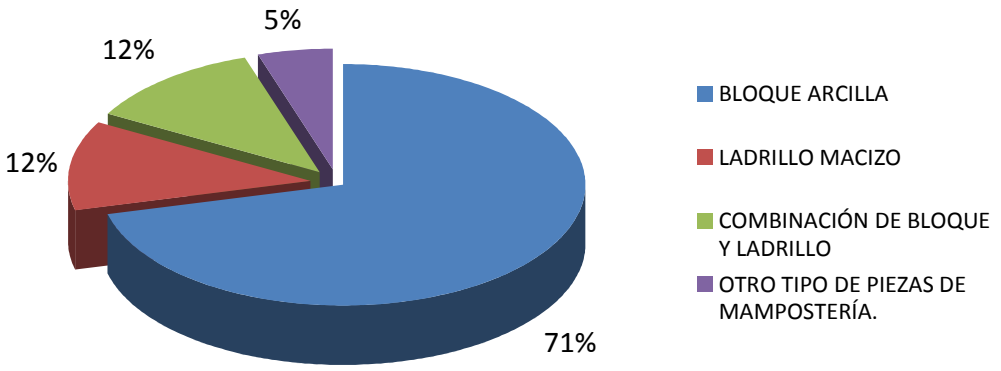


Figura 12-4 Mampuestos empleados, para los tres sectores.

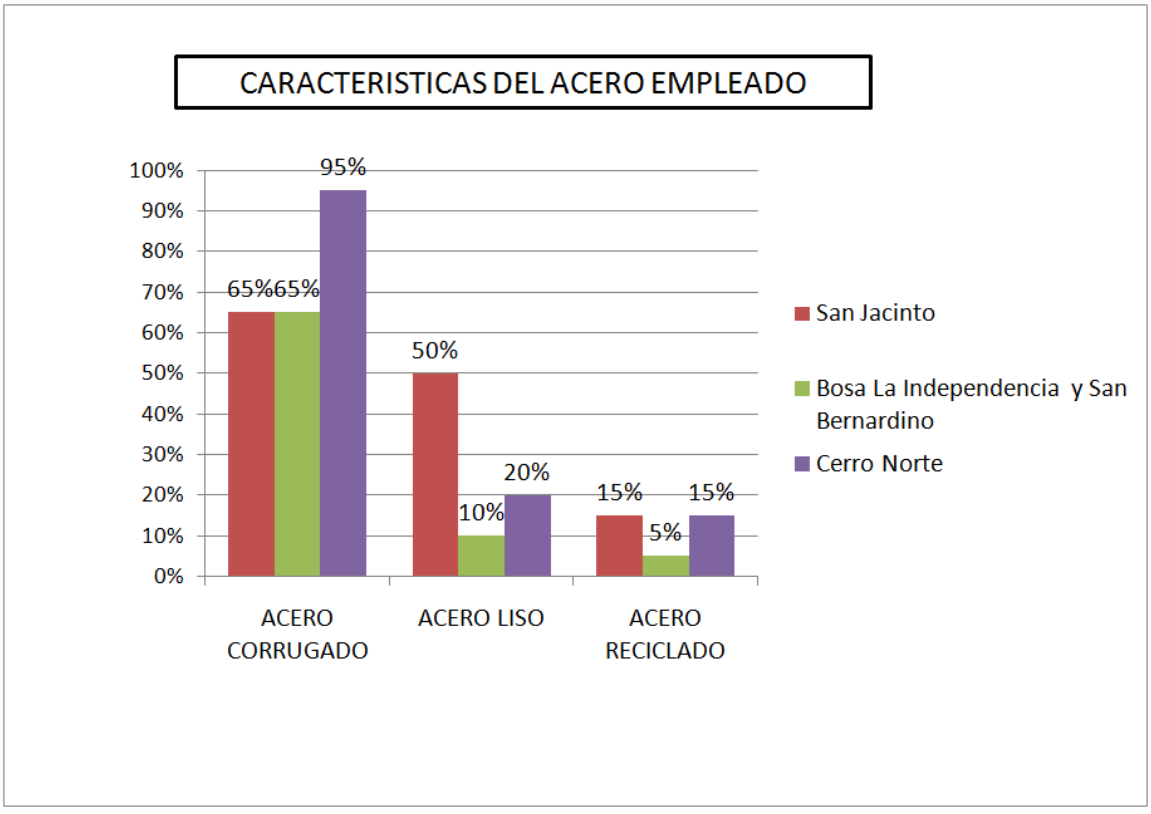


Figura 12-5 Características del Acero por Sector

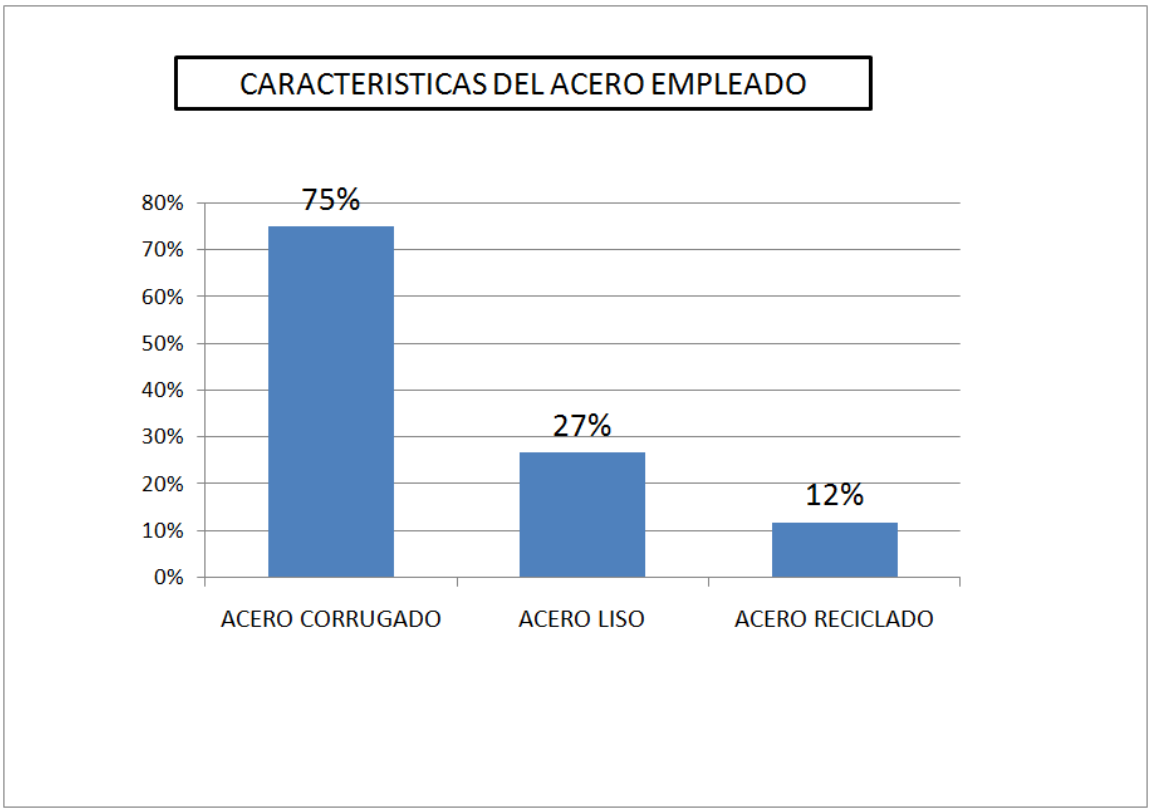


Figura 12-6 Características del Acero Totalizado

El acero corrugado es el más usado según la información recopilada, pero todavía se utiliza acero liso.
El acero liso, se puede aun conseguir dentro del mercado pero su uso está determinado ya que trata de resistencias mayores a 4200 kg/cm^2, y es más costoso por lo que es poco probable su uso actualmente para las viviendas informales. En este aspecto, valga aclarar que para inicios de la década de los noventa en Colombia aun se producía acero liso con fy= 2400 kg/cm^2, que era más económico, que es a lo que se refiere el punto en discusión ya que los barrios tuvieron muy posiblemente el auge de la construcción de los primeros años de la década de los 90.

Actualmente el uso de acero liso lo permite la norma en virtud de que tiene una mayor resistencia a de fluencia (fy= 4200 kg/cm2) sin embargo su uso está determinado por ejemplo para el caso de las mallas electro soldadas, la norma dice textualmente.

C.3.5.5 - REFUERZO LISO - El refuerzo liso solo se permite en estribos, refuerzo de retracción y temperatura o refuerzo en espiral y no puede utilizarse como refuerzo longitudinal a flexión, excepto cuando conforma mallas electrosoldadas. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

C.3.5.5.1 - Las barras lisas para estribos, refuerzo de repartición y temperatura o refuerzo en espiral deben cumplir con la norma NTC 161 (ASTM A615) o con los requisitos para refuerzo corrugado especificados en C.3.5.3.1.

C.3.5.5.2 - En las barras lisas con una resistencia nominal a la fluencia f_y superior a 420 MPa, f_y debe ser el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria del 0.35%.

Por otra parte no hay que olvidar que este acero es más costoso y por ende es poco probable su uso, dadas las condiciones económicas y las costumbres constructivas de los habitantes de viviendas informales. Afortunadamente actualmente no se fabrica acero liso de con fy= 2400 kg/cm^2 ni tampoco tan económico como en esa época, la única posibilidad de conseguir acero liso económico es el reciclado y según lo observado el uso es del 10%. Entonces, al menos, no es muy probable que en las nuevas construcciones de los hogares utilicen este acero liso que induce fallas frágiles en columnas y vigas.

Respecto al acero corrugado la norma dice textualmente:

C.3.5.3 - REFUERZO CORRUGADO - El refuerzo corrugado debe cumplir con las normas de calidad que se dan a continuación y se designan para efectos de este Reglamento como se indica en las Tablas C.3-1 y C.3-2. La comprobación de la designación de la barra se realiza por medio de su peso por metro de acuerdo con los valores dados en las Tablas C.3-1 y C.3-2.

Tabla 12-1 NSR-98 C.3-1 y C.3-2

TABLA C.3-1
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en milímetros)

Designación de la barra (véase la nota)	DIMENSIONES NOMINALES			Masa
	Diámetro mm	Area mm²	Perímetro mm	kg/m
6M	6.0	28.3	18.85	0.222
8M	8.0	50.3	25.14	0.394
10M	10.0	78.5	31.42	0.616
12M	12.0	113.1	37.70	0.887
16M	16.0	201.1	50.27	1.577
18M	18.0	254.5	56.55	1.996
20M	20.0	314.2	62.83	2.465
22M	22.0	380.1	69.12	2.982
25M	25.0	490.9	78.54	3.851
32M	32.0	804.2	100.53	6.309
45M	45.0	1590.4	141.37	12.477
55M	55.0	2375.8	172.79	18.638

Nota: La M indica que son diámetros nominales en mm.

TABLA C.3-2
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm²	Perímetro mm	
Nº 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
Nº 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
Nº 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
Nº 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
Nº 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
Nº 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
Nº 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
Nº 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
Nº 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
Nº 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
Nº 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
Nº 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El N° de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

C.3.5.3.2 - Unicamente en zonas de amenaza sísmica baja, tal como se definen en A.2.3 se permite el uso de acero corrugado fabricado bajo la norma NTC 248 (ASTM A615).

De otro lado en los concretos y morteros no se detecto el uso de aditivos

Finalmente, el agua para las mezclas de mortero y concreto, es del acueducto, pero su cantidad es sin medidas específicas y generalmente se dosifica al gusto del constructor.

En lo referente a los materiales, se presenta una condición generalizada en los usuarios, que los lleva a utilizar las materias primas con nombres genéricos y no con marcas ó calidades específicas (por ejemplo, pedir “gravilla fina” en vez de “gravilla fina con tamaño máximo de 3/4”, procedente del río Tunjuelo).

Esta costumbre de solicitar los materiales, lleva a la tolerancia en su uso, en las dosificaciones, en los sistemas de producción y en el manejo de los mismos, condiciones que llevan finalmente a una dudosa calidad de construcción, a mayores costos en su construcción y a una pérdida sustancial de su durabilidad.

Se ilustra lo anterior con un ejemplo que permite ver que los materiales aparentemente más baratos, no dan como resultado un ahorro en el costo final de la vivienda, como veremos a continuación:

- Un usuario se acerca a comprar arena para hacer mezcla de pega, y se encuentra una que vale a $ 30000 m3 y otra que vale a $ 45000 m3.
- Si está escaso de recursos, es muy posible que seleccione la arena de $ 30000 m3.
- Al usar este material sin mayor conocimiento sobre su origen, limpieza y calidad de la roca de donde proviene, es muy posible que al hacer la respectiva mezcla, por ejemplo de dos carretadas de material por saco de cemento, la resistencia y calidad de pega resulten inferiores a lo esperado.
- Si el oficial encargado de la construcción se percata de este agregado de baja calidad, puede indicar que entonces se mezclen dos carretadas de material por un saco y medio de cemento, buscando aumentar la resistencia de la mezcla obtenida pero consumiendo mas cemento del presupuestado.
- Por el contrario, si no se aumenta la cantidad de cemento en la mezcla de pega, el resultado final será una menor resistencia de la esperada, afectando así la resistencia final de los muros que se elaboren con este mortero de pega.

De lo anterior, se deduce que por usar un material más económico, por no conocer bien sus características, se puede incurrir en un mayor consumo de cemento, que a la final encarece el valor de la mezcla empleada.

Por el contrario, al usar la arena de mayor valor por $ 45000 m3, que es lavada y proviene de una fuente de materiales reconocida, es posible que se puedan mezclar dos carretadas y media de material por saco de cemento, obteniendo una mezcla de pega de la calidad requerida, sin la necesidad de utilizar una mayor cantidad de cemento.

Se compara en el siguiente cuadro, los costos finales que se pueden obtener si se busca una calidad equivalente en el mortero de pega:

Tabla 12-2 Comparación del Costo del Concreto con Arena lavada vs Arena Contaminada

MEZCLA	ARENA X M3	CEMENTO X M3	VALOR MEZCLA M3
Arena dudosa	1.1 m3 * $ 30000	13 sacos * $ 18500	$ 273.500
Arena lavada	1.3 m3 * $ 45000	8 sacos * $ 18500	$ 206.500

El ejemplo, pone en evidencia que los materiales aparentemente más baratos, al usarlos en conjunto con otros, resultan más costosos y no garantizan la calidad del producto final, que todo usuario espera obtener en su vivienda.

Finalmente, hay que hacer campañas educativas al usuario, informándole los mínimos conocimientos que debe saber para una buena compra de materiales, conocimientos que se resumen así:

- Solicite el material ó materia prima, con un nombre específico y claro; evite usar términos genéricos como por ejemplo “arena de pega”, “mixto”, “gravilla”.
- Defina la fuente de origen ó la marca reconocida de sus materiales, de tal manera que la calidad obtenida sea la esperada para su vivienda.
- Evite usar materiales reciclados, porque como su nombre lo indica, ya han sido sometidos a cargas y esfuerzos, que finalmente reducen su resistencia y pueden afectar la resistencia y durabilidad de su vivienda.
- Cuando le ofrezcan cementos más baratos de lo usual ó de marcas desconocidas, evite la tentación de comprarlos, pues la sonrisa del buen negocio de hoy (porque aparentemente el cemento salió muy barato) puede ser el llanto de mañana, cuando el concreto ó el mortero resulten con baja resistencia, los tenga posiblemente que demoler y posteriormente hacer de nuevo la obra, resultando 3 veces más costoso hacerlo con el cemento “barato” que con un cemento de reconocida calidad.
- A pesar de construir las viviendas por desarrollo progresivo, en períodos de tiempo que pueden llegar a ser largos, situación que obliga a emplear diversos materiales para su terminación, tenga como costumbre antes de construir, investigar un poco más el mercado de materiales, para que finalmente compre los mejores que pueda pagar, con la calidad esperada y logrando así economizar sus recursos.

13 PROVEEDORES DE MATERIALES

Se evidencia a lo largo del estudio, que el sector de la ciudad donde se localice el barrio, tiene gran influencia sobre la calidad, conocimiento y honestidad con que el proveedor suministra los materiales de construcción. En la medida que se encuentren proveedores del comercio formal, es posible que no solo vendan los productos y materiales de calidad certificada, sino que ofrezcan una asesoría en el mejor uso de los mismos, como un servicio adicional a los clientes.

La manera más efectiva de lograr un suministro de materiales de calidad, es capacitando al cliente, quien finalmente paga todos los costos de la obra.

La capacitación sobre estos temas, se puede buscar con el apoyo del SENA y de las agremiaciones reconocidas de los productores de agregados, cementos, cubiertas, ladrillos, maderas y similares.

En este punto, es fundamental que en la encuesta que llenan los usuarios, se definan parámetros de calificación de los proveedores, fáciles de analizar y que permitan calificar el nivel de servicio que los proveedores ofrecen al cliente, en cada uno de los sectores de la ciudad.

Con esta información, se puede lograr el apoyo de las alcaldías menores, para regular y normalizar los proveedores de materiales para construcción, de tal forma que se proteja al cliente final.

14 PRUEBAS EN VIVIENDAS Y ENSAYOS EN LABORATORIO.

Tabla 14-1 Ensayos de Laboratorio.

CUADRO RESUMEN DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE LABORATOTIO						
ITEM	DESCRIPCION	OBJETO	EQUIPO	PROCESO DE TOMA	ENSAYO DE LABORATORIO	NORMA
1	ROTURA DE CILINDRO DE CONCRETO	DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMES CILINDRICOS	MAQUINA DE ENSAYO SEGÚN NTC3341	LAS PROBETAS FUERON ELABORADAS POR PERSONAL NO CALIFICADO PROCEDENTE DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	ESTE ENSAYO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA CARGA AXIAL DE COMPRESION A CILINDROS A UNA VELOCIDAD QUE ESTA DENTRO UN INTERVALO PREESCRITO HASTA QUE OCURRE LA FALLA	NTC 673
2	ROTURA DE MURETE	DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MURETES DE (H=300mm y ancho 450mm)	UNIVERSAL	LAS PROBETAS FUERON ELABORADAS POR PERSONAL NO CALIFICADO PROCEDENTE DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	ESTE ENSAYO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA CARGA AXIAL DE COMPRESION A MURETES A UNA VELOCIDAD QUE ESTA DENTRO UN INTERVALO PREESCRITO HASTA QUE OCURRE LA FALLA	NTC 3495
3	COMPRESION EN PROBETAS DE MORTERO	DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO USANDO CUBOS DE 50mm DE LADO	PESA Y EQUIPO DE PESAJE, PROBETAS, MOLDES, MAQUINA DE ENSAYO	LAS PROBETAS FUERON ELABORADAS POR PERSONAL NO CALIFICADO PROCEDENTE DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	ESTE ENSAYO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA CARGA AXIAL DE COMPRESION A CUBOS A UNA VELOCIDAD QUE ESTA DENTRO UN INTERVALO PREESCRITO HASTA QUE OCURRE LA FALLA	NTC 220
4	COMPRESION EN LADRILLOS MACIZOS	DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMES	MAQUINA DE ENSAYO	LAS PROBETAS FUERON TOMADAS DE PROVEDORES DE LA ZONA	ESTE ENSAYO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA CARGA AXIAL DE COMPRESION A UNA VELOCIDAD QUE ESTA DENTRO UN INTERVALO PREESCRITO HASTA QUE OCURRE LA FALLA	NTC 4017
5	COMPRESION EN BLOQUES DE ARCILLA	DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMES	MAQUINA DE ENSAYO	LAS PROBETAS FUERON TOMADAS DE PROVEDORES DE LA ZONA	ESTE ENSAYO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA CARGA AXIAL DE COMPRESION A UNA VELOCIDAD QUE ESTA DENTRO UN INTERVALO PREESCRITO HASTA QUE OCURRE LA FALLA	NTC 4017
6	ENSAYOS DE TENSION EN EL ACERO	DETERMINAR AL RESISTENCIA A LA TENSION DEL ACERO DE REFUERZO	MAQUINA DE ENSAYO	LAS PROBETAS FUERON EXTRAIDAS DE ALGUNAS CASAS DE LAS ZONAS ESTUDIADAS	ESTE ENSAYO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA CARGA AXIAL DE TENSION A UNA VELOCIDAD QUE ESTA DENTRO UN INTERVALO PREESCRITO HASTA QUE OCURRE LA FALLA	NTC 3353
7	VELOCIDAD DE ULTRASONIDO	conocer el hormigón en las siguientes cualidades: homogeneidad, la presencia de fisuras, los huecos, los cambios en hormigón debidos a diferentes causas como ataques del fuego y bioquímicos, así como también la calidad del hormigón.	Existen varios tipos de equipos, pero en lo esencial poseen transductores capaces de marcar el tiempo de propagación de una onda a través del hormigón.	Antes de aplicar la prueba, es necesario efectuar un reconocimiento visual de los puntos que se van a ensayar, con el fin de determinar la rugosidad de la superficie, la presencia de huecos y fisuras que afectarán nuestra prueba.	La velocidad se determina para las tres lecturas realizadas a cada elemento y, posteriormente, se obtiene un promedio. Esta velocidad de pulso es la más conveniente. Con este dato, podemos determinar la calidad del elemento probado,	UNE 83308-86
8	ESCLEROMETRO	OBTENER MEDICIONES DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	ESCLEROMETRO	Se limpia la superficie, por medio de una piedra abrasiva y se toma la lectura con el esclerometro, es obtiene un valor caracteristico para cada punto (con varias lecturas). El valor de la lectura se correlaciona por medio de curvas calibradas con f'c.	NO APLICA	UNE-83307-86
9	CARBONATACION	OBTENER CONTENIDO DE CEMENTO DENTRO UN CONCRETO	NO APLICA	Se expone el concreto por medio de la extraccion de nucleos o perforando, se aplica agua destilada para hidratar y facilitar la reaccion, se aplica fenoftaleina al 1% en alcohol, si el medio es acido (concreto carbonatado) o se obtiene un color violeta para PH> 9 (Concreto Sano). Se mide el frente de carbonatacion al mm.	NO APLICA	UNE-112-011-94
10	DISEÑO DE MEZCLA	ELABORAR UN DISEÑO DE MEZCLA DE 3000 PSI	NO APLICA	Se parte de la caracterizacion de los materiales que se emplearan en el concreto a diseñar, con base en una metodologia escogida (ACI, Sandino, etc) se determinan cantidades de cemento, relacion A/C y gradacion , para una resistencia y desempeño deseados. Dentro del estudio se emplearon materiales de las zonas de estudio.	Caracterizacion de materiales: Agregados y cemento.	CONTEC 396, ICONTEC 454, ICONTEC 504, NTC 550. (ASTM 031),NTC 673. (ASTM 039)

14.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron ensayos de laboratorio sobre el concreto, muretes, morteros y unidades de ladrillos, con materiales y elaboración de probetas con personal propio del sector, para conocer los rangos de resistencia que se pueden obtener en estas viviendas.

Para el barrio San Jacinto, los resultados son:

Tabla 14-2 Resultados de Ensayos, San Jacinto[9]

Descripción	Valor mínimo	Valor Máximo	Comentarios
Concreto	**91 kg/cm2**	**105 kg/cm2**	**Concretos con materiales propios del sector, a edades de 28 días.(Ver anexos III y XIV)**
Muretes	**117 kg/cm2**	**119 kg/cm2**	**Muretes con ladrillo macizo.**
Morteros	**112 kg/cm2**	**117 kg/cm2**	**Son débiles para la resistencia encontrada en los muretes**
Ladrillos macizos	**N.A.**	**274.1 kg/cm2**	**Ladrillo recocidos**
Bloques arcilla	**49.2 kg/cm2**	**65.3 kg/cm2**	**Ladrillo con huecos horizontales.**

Los resultados obtenidos evidencian un concreto con desempeño bajo, siendo en el mejor de los casos del 50% de un f'c de 210 kg/cm2, considerado un concreto estructural normal. Los morteros de pega, también están por debajo de lo esperado, puesto que la resistencia de los cubos de mortero, es del 43% de la resistencia a compresión obtenida en los ladrillos macizos.

Los ladrillos ensayados, tanto el bloque como el macizo, presentan resistencias adecuadas, que en la medida que se mejoren las dosificaciones de los morteros de pega, así como la calidad de sus arenas, permitirá obtener una mejor calidad de mampostería en estas viviendas.

Para el barrio Cerro Norte, los resultados son:

[9] Ver anexos III "Descripción de ensayos y Pruebas de Laboratorio" , VII "Registro Fotográfico y Tabla Resumen de Pruebas efectuadas en viviendas " y XIV "Resultados de Ensayos de Laboratorio"

Tabla 14-3 Resultados de Ensayos, Cerro Norte

Descripción	Valor mínimo	Valor Máximo	Comentarios
Concreto	**191 kg/cm2**	**230 kg/cm2**	**Concretos con materiales propios del sector, a edades de 28 días.**
Muretes	**N.A.**	**113 kg/cm2**	**Muretes con ladrillo macizo.**
Morteros	**86 kg/cm2**	**90 kg/cm2**	**Son acordes con la resistencia encontrada en los muretes**
Ladrillos macizos	**N.A.**	**241.1 kg/cm2**	**Ladrillo recocidos**
Bloques arcilla	**N.A.**	**79,2 kg/cm2**	**Ladrillo con huecos horizontales.**

Los resultados obtenidos evidencian un concreto con desempeño satisfactorio, siendo en el mejor de los casos del 109% de un f'c de 210 kg/cm2, considerado un concreto estructural normal. Los morteros de pega, están por debajo de lo esperado, puesto que la resistencia de los cubos de mortero, es del 37% de la resistencia a compresión obtenida en los ladrillos macizos.

Los ladrillos ensayados, tanto el bloque como el macizo, presentan resistencias adecuadas, que en la medida que se mejoren las dosificaciones de los morteros de pega, así como la calidad de sus arenas, permitirá obtener una mejor calidad de mampostería en estas viviendas.

Para el barrio La Independencia, los resultados son:

Tabla 14-4 Resultados de Ensayos, Bosa La Independencia y San Bernardino.

Descripción	Valor mínimo	Valor Máximo	Comentarios
Concreto	**92 kg/cm2**	**108 kg/cm2**	**Concretos con materiales propios del sector, a edades de 28 días.**
Muretes	**117 kg/cm2**	**161 kg/cm2**	**Muretes con ladrillo macizo.**
Morteros	**226 kg/cm2**	**246 kg/cm2**	**Son resistencias altas para la resistencia encontrada en los muretes**
Ladrillos macizos	**N.A.**	**285.9 kg/cm2**	**Ladrillo recocidos**
Bloques arcilla	**N.A.**	**33.7 kg/cm2**	**Ladrillo con huecos horizontales.**

Los resultados obtenidos evidencian un concreto con desempeño bajo, siendo en el mejor de los casos del 50% de un f'c de 210 kg/cm2, considerado un concreto estructural normal. Los morteros de pega tienen una resistencia adecuada, igualmente las unidades de mampostería.

Los ladrillos ensayados, tanto el bloque como el macizo, presentan resistencias adecuadas.

Igualmente se realizaron pruebas de ultrasonido, con un equipo US C.U.P. H200, como es debido, en cada caso se comprobó la calibración del equipo, como se puede verificar en el registro fotográfico (Anexo VIII). Los resultados se muestran a continuación:

Barrió Cerro Norte

Tabla 14-5 Resultados de Ultrasonido para Cerro Norte.

Ítem	ELEMENTO	VELOCIDADES DE ONDA (m/s)	TIPO DE MEDICIÓN	OBSERVACIÓN
1	Placa de entrepiso	1807 , 2312	INDIRECTA	Borde de placa
2	Placa de entrepiso	2002,1543,1237	INDIRECTA	Fisura
3	columna	3181,3055,1142	SEMI-DIRECTA	
4	columna	486,650	SEMI-DIRECTA	
5	Placa de entrepiso	2109,2279	INDIRECTA	Nivel 2

Barrio Bosa

Tabla 14-6 Resultados de Ultrasonido para Bosa.

ítem	ELEMENTO	VELOCIDADES DE ONDA (m/s)	TIPO DE MEDICIÓN	OBSERVACIÓN
6	Placa de entrepiso	1991, 1326	INDIRECTA	Sala
7	Placa d entrepiso	522,1743,491	INDIRECTA	Cuarto
8	Columneta	727,1408	INDIRECTA	

Barrio San Jacinto

Tabla 14-7 Resultados de Ultrasonido para San Jacinto.

ítem	ELEMENTO	VELOCIDADES DE ONDA (m/s)	TIPO DE MEDICIÓN	OBSERVACIÓN
9	Placa de entrepiso	2265	INDIRECTA	Nivel 3
10	Placa de entrepiso	810	INDIRECTA	Junta fría
11	Placa de entrepiso	1640	INDIRECTA	Junta fría
12	Placa de entrepiso	936	INDIRECTA	
13	Placa de entrepiso	736	INDIRECTA	Fisura

Pruebas de esclerómetro, estas se realizaron en los tres barrios del estudio, por lo que se presenta a continuación un formato de lecturas obtenidas en el barrio San Jacinto, Las demás tablas se pueden encontrar dentro del Anexo VII (Tomo IX), junto con las curvas y certificado de calibración del instrumento empleado. Es de anotar que estos valores son afectados por el nivel de carbonatación presente en estos concretos, aumentando el valor de la medición en relación con un concreto sano.

Tabla 14-8 Resultados de Esclerómetro, San Jacinto.

PRUEBAS ESCLEROMETRO SAN JACINTO								
LOCALIZACION	UBICACIÓN	ELEMENTO	FECHA TOMA	LECTURA ESCLEROMETRO	LECTURA PROMEDIO	ANGULO	Fc (Kg/Cm^2)	DESVIACION (Kg/Cm^2)
BARRIO SAN JACINTO Casa 2	PRIMER PISO	PLACA	10/03/2009	20 16 16	17,33	0	76	±42
BARRIO SAN JACINTO Casa 2	PRIMER PISO	PLACA	10/03/2009	18 18 16	17,33	0	76	±42
BARRIO SAN JACINTO Casa 2	PRIMER PISO	VIGA	10/03/2009	12 12 15	13,00	90	95	±45
BARRIO SAN JACINTO Casa 2	CUBIERTA	PLACA CUBIERTA	10/03/2009	25 25 20	23,33	0	174	±55
BARRIO SAN JACINTO Casa 2	CUBIERTA	PLACA CUBIERTA	10/03/2009	20 18 20	19,33	0	108	±47
BARRIO SAN JACINTO Casa 4	FACHADA LATERAL	COLUMNA	11/03/2009	20 22 21	21,00	0	136	±51
BARRIO SAN JACINTO Casa 4	FACHADA PRINCIPAL	MENSULA	11/03/2009	20 18 22	20,00	90	209	±58
BARRIO SAN JACINTO Casa 4	PRIMER PISO	PLACA	11/03/2009	25 20 22	22,33	0	158	±53
BARRIO SAN JACINTO Casa 5	PRIMER PISO	ESCALERA	10/03/2009	20 20 19	19,67	0	114	±48
BARRIO SAN JACINTO Casa 5	SEGUNDO PISO	PLACA	10/03/2009	20 21 21	20,67	0	130	±50
BARRIO SAN JACINTO Casa 5	PLACA CUBIERTA	CUBIERTA	10/03/2009	25 25 22	24,00	90	275	±63
BARRIO SAN JACINTO Casa 5	PLACA CUBIERTA	CUBIERTA	10/03/2009	23 25 23	23,67	90	270	±63
BARRIO SAN JACINTO Casa 8	PRIMER PISO	PLACA	10/03/2009	20 20 20	20,00	0	119	±49
BARRIO SAN JACINTO Casa 8	PRIMER PISO	PLACA	10/03/2009	22 19 20	20,33	0	125	±49
BARRIO SAN JACINTO Casa 8	PLACA CUBIERTA	CUBIERTA	10/03/2009	25 25 25	25,00	90	291	±64
BARRIO SAN JACINTO Casa 8	PLACA CUBIERTA	CUBIERTA	10/03/2009	22 25 26	24,33	90	280	±64
BARRIO SAN JACINTO Casa 9	PRIMER PISO	ESCALERA	12/03/2009	18 20 20	19,33	0	108	±47
BARRIO SAN JACINTO Casa 9	PLACA CUBIERTA	PLACA	12/03/2009	20 23 22	21,67	90	237	±60

Finalmente se realizaron ensayos de carbonatación en algunas viviendas en los tres barrios, aquí se presenta la tabla del barrio Bosa, las demás tablas están en el Anexo VII (Tomo IX), para lo cual se empleó una solución de fenolftaleína al 1% en alcohol, de acuerdo a las prácticas normalmente aceptadas, los resultados arrojados son los siguientes datos:

Tabla 14-9 Resultados de Esclerómetro, Bosa.[10]

PRUEBAS CARBONATACION BOSA					
LOCALIZACION	**UBICACIÓN**	**ELEMENTO**	**FECHA TOMA**	**PROFUNDIDAD ORIFICIO (mm)**	**FRENTE DE CARBONATACION (mm)**
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 6	FACHADA LATERAL	COLUMNA	22/04/2009	20	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 6	FACHADA LATERAL	COLUMNA	22/04/2009	20	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 6	CUBIERTA	PLACA CUBIERTA	22/04/2009	30	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 9	CUBIERTA	PLACA CUBIERTA	21/04/2009	20	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 9	CUBIERTA	PLACA CUBIERTA	21/04/2009	30	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 12	FACHADA LATERAL	COLUMNA	09/04/2009	36	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 12	FACHADA LATERAL	MENSULA	09/04/2009	30	3
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 12	FACHADA LATERAL	MENSULA	09/04/2009	30	2
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 12	SEGUNDO PISO	COLUMNA	09/04/2009	35	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 12	SEGUNDO PISO	PLACA	09/04/2009	30	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 12	SEGUNDO PISO	PLACA	09/04/2009	36	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 13	PRIMER PISO	COLUMNA	20/04/2009	20	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 13	PRIMER PISO	COLUMNA	20/04/2009	30	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 13	SEGUNDO PISO	COLUMNA	20/04/2009	30	T.C.
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 14	SEGUNDO PISO	PLACA	20/04/2009	20	3
BARRIO BOSA - SAN BERNARDINO Casa 14	SEGUNDO PISO	COLUMNA	20/04/2009	20	1

TC = Totalmente Crabonatado

[10] En todos los casos, la profundidad del orificio corresponde a la capa de recubrimiento.

Cabe anotar que las perforaciones realizadas no se pudieron seguir hasta encontrar concreto sano, por el hecho de empezar a destruir las viviendas y que los habitantes no permitieron. Por tal motivo las perforaciones fueron realizadas únicamente hasta sobrepasar la capa de recubrimiento del acero de refuerzo.

Ensayos de tensión al acero:

Ensayo de tensión y deformación para varilla de 1 /2"

Tabla 14-10 Resultados de Ensayo a tensión Varilla ½"

COMPAÑÍA : Consorcio IGR TCI
OBRA : Fopae 795 2008
ATENCION : Ing. Edgar Uribe
FECHA : 2009-04-17

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR OBTENIDO	REQUISITO DE NORMA
Material		Acero	
Localización		No porta	
Referencia		MN4W80	
Fabricante		No porta	
Longitud de la probeta	mm	340.0	
Masa	g	325.0	
Relación masa / longitud	kg/m	0.98	Min. 0.93
Diámetro equivalente	mm	12.45	
Diámetro nominal	mm	12.70	
Area nominal	mm^2	129.0	
Longitud Calibrada	mm	200.0	
Longitud final	mm	230.0	
Elongacion	%	15.0	Min. 14
Fuerza Máxima	N	87.020	
Fuerza en el Limite de fluencia	N	57.302	
Esfuerzo Máximo a Tracción	MPa	674.6	Min. 550
Esfuerzo en el limite de fluencia	MPa	444.2	Entre 420 y 540
Relación Tracción/Fluencia		1.52	Min. 1.25
Doblamiento 180°		No solicitado	

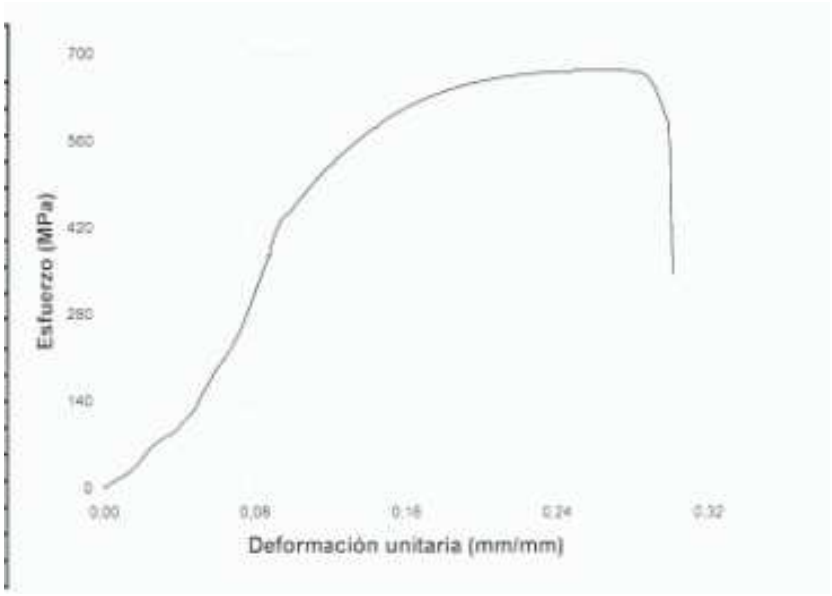


Figura 14-1 Grafica Esfuerzo Deformación Varilla de ½"

Ensayo de tensión y deformación para varilla 5/8"

Tabla 14-11 Resultados de Ensayo a Tensión Varilla de 5/8"

COMPAÑÍA : Consorcio IGR TCI
OBRA : Fopae 795 2008
ATENCION : Ing. Edgar Uribe
FECHA : 2009-04-17

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR OBTENIDO	REQUISITO DE NORMA
Material		Acero	
Localización		No porta	
Referencia		SS960	
Fabricante		No porta	
Longitud de la probeta	mm	340.00	
Masa	g	514.00	
Relación masa / longitud	kg/m	1.51	Min. 1.48
Diámetro equivalente	mm	15.66	
Diámetro nominal	mm	15.90	
Area nominal	mm^2	199.0	
Longitud Calibrada	mm	200.0	
Longitud final	mm	238.0	
Elongacion	%	19.0	Min. 14
Fuerza Máxima	N	137 320	
Fuerza en el Limite de fluencia	N	83.282	
Esfuerzo Máximo a Traccion	MPa	690.1	Min. 550
Esfuerzo en el limite de fluencia	MPa	**418,5**	Entre 420 y 540
Relación Tracción/Fluencia		1.65	Min. 1.25
Doblamiento 180°		No solicitado	

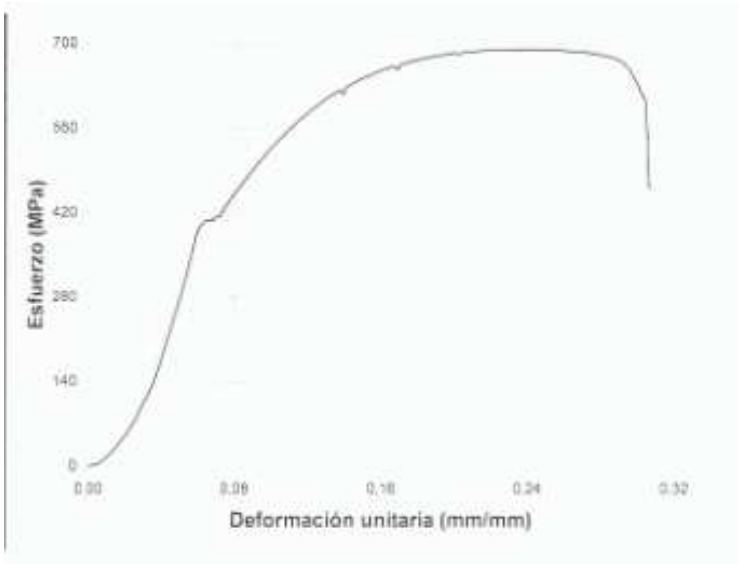


Figura 14-2 Grafica Esfuerzo Deformación Varilla 5/8".

Los ensayos a tensión de los aceros fueron realizados únicamente en barras de acero corrugado, arrojando las características que se muestran en los anteriores resultados. Más adelante se da una conclusión del ensayo.

14.2 CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS

Pruebas esclerometricas Se tomaron datos en 96 elementos tales, como placas y columnas, se puede concluir que se obtuvieron datos dispersos sin embargo el 34% está por debajo de 150 kg/cm^2 (2142 PSI), un 11% mas o sea el 44% estaría por debajo de 180 kg/cm^2 (2571 PSI), el resto el 56% está disperso entre valores superiores, hasta de 390 kg/cm^2, cabe aclarar que este tipo de ensayo es altamente sensible a la manera de utilización que el operario imponga, que incide en los resultados arrojados. No obstante se observa una tendencia mayor a resultados bajos.

RESISTENCIA CON ESCLEROMETRO

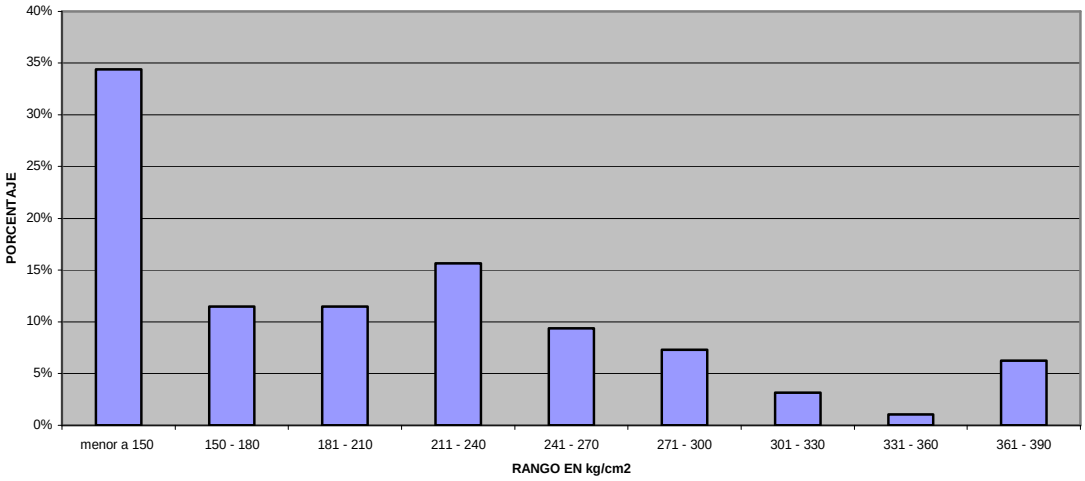


Figura 14-3 Resistencia esclerómetro.

Tabla 14-12 Rango de Resistencia

RANGO DE RESISTENCIAS	VALORES DE RESULTADOS EN kg/cm^2			TOTAL	PORCENTAJE
	CERRO NORTE	BOSA	SAN JACINTO		
menor a 150	4	13	16	33	34%
150 - 180	2	5	4	11	11%
181 - 210	2	7	2	11	11%
211 - 240	6	7	2	15	16%
241 - 270	3	5	1	9	9%
271 - 300	2	2	3	7	7%
301 - 330	1	2	0	3	3%
331 - 360	0	1	0	1	1%
361 - 390	0	6	0	6	6%
SUMA	20	48	28	96	100%

Por otra parte si observamos barrio por barrio se observa la siguiente tendencia:

Cerro Norte: el 40% presenta valores por debajo de 210 kg/cm^2 (3000 PSI), el 60% está por encima de este valor.

Bosa: el 52% presenta valores por debajo 210 kg/cm^2 (3000 PSI), el 48% está por encima de este valor.

San Jacinto: el 78% presenta valores por debajo 210 kg/cm^2 (3000 PSI), el 22% está por encima de este valor.

Esto concluye que el barrio con más bajos resultados corresponde al Barrio San Jacinto, lo que se atribuye a la edad del barrio que es superior a los otros dos Barrios. Es de anotar que en los 70 (época de probable nacimiento del barrio), las practicas constructivas fueron todavía más deficientes de lo que son ahora, inclusive desde el punto de vista profesional, nuestros colegas de esa época no tenían claridad de normas y los avances tecnológicos no eran iguales que los de ahora.

Se observa una tendencia al aumento de resistencias en los barrios Cerro Norte y Bosa aunque es aproximadamente de un 50% de que el concreto tenga resistencias bajas.

Ensayos de carbonatación y el proceso de preparar concretos: Las medidas de carbonatación presentaron un escaso contenido de cemento ya que la mayoría de mediciones indican que existe una carbonatación total en todos los recubrimientos.

En particular también se pudo sorprender la preparación de una mezcla de concreto que resaltan aspectos de la deficiencia en la calidad y falta de cemento que induce a una carbonatación marcada.

No hay control en la cantidad y dosificación de agregados ni del cemento ni del agua, se pudo constatar que la dosificación no es adecuada ya que se realiza tomando paladas y agua sin medir las proporciones.

La mezcla tiene una apariencia aguada provocada por la falta de control en la cantidad de agua.

- La fundida se realiza sin vibradores lo que induce hormigueros
- El famoso mixto es utilizado por la facilidad aparente del mezclado esto induce que la cantidad de finos no es controlada y por ende el cemento utilizado puede ser escaso.

La falta de cuidado en la dosificación y sobre toda la falta de control en el contenido de agua inducen que la cantidad de cemento no sea la adecuada otorgándole a la mezclas un alto grado de carbonatación.

Pruebas de ultrasonido[11]: para establecer este aspecto además de realizar las pruebas de carbonatación para indicar que protección tienen los aceros se realizaron ensayos de ultrasonido que reportaron resultado bajos. La máxima medición de velocidad de onda reportada fue de 2279 (para placas y medición indirecta) que establece un concreto de calidad muy pobre de acuerdo con la clasificación que presenta la siguiente tabla.

[11] Ver página 230 ss.

Tabla 14-13 Clasificación de la calidad del hormigón por medio de la velocidad de onda según Leslie y Cheesman.	
Velocidad de la onda longitudinal m/seg[12]	**Condición del hormigón**
Más de 4570	Excelente
De 3050 a 4570	Buena
De 3050 a 3650	Regular a dudosa
De 2130 a 3050	Pobre
Menos de 2130	Muy pobre

Por otro lado, para columnas se reporto una medida 3161 que representa una condición dudosa del concreto y finalmente para empeorar las cosas las medidas presentaron valores aleatorios y lejanos con medidas desde 800. Esto indica una condición pobre de la mezcla y también existencia de roturas o discontinuidades en los elementos que fueron medidos.

Por último se puede afirmar que se presenta un alto grado de carbonatación y que al menos la capa de recubrimiento permite que el acero sufra corrosión por la deficiencia en la calidad de los concretos y la gran variabilidad de los mismos y la presencia de fisuras que permiten que el agua y aire entren en contacto directo del acero.

Pruebas de concreto y diseño de mezcla: las pruebas para el barrio San Jacinto resultaron en un máximo de 105 kg/cm^2, para el barrio Cerro Norte en 230 kg/cm^2 y para el barrio Bosa la independencia 108 kg/cm^2, esto denota una gran variabilidad en las mezclas producto de la deficiente dosificación y del poco conocimiento en los maestros de obra.

Desde el punto de vista de durabilidad la norma NSR98 recomienda para concretos expuestos al agua una resistencia de 240 kg/cm^2 (3500 PSI) y con una relación agua-cemento no superior a 0.5. Esto evidentemente no se cumple en las mezclas observadas, resultando a futuro en un concreto de pobres características de durabilidad que se empeoran por el hecho de la construcción pausada y con grandes lapsos de interrupción exponiendo a los concretos a deterioros.

La tabla siguiente muestra la recomendación de la NSR98 del capítulo 4 enfocado a la durabilidad

[12] Para aplicar la correlación a mediciones indirectas, la velocidad medida debe ser multiplicada por 1.05.(Norma UNE-833007-86)

Tabla 14-14 NSR- C.4-2

TABLA C.4-2
REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICION

Condiciones de exposición	Máxima relación agua-material cementante, por peso para concretos de peso normal	Resistencia mínima a la compresión, f'_c, en MPa
Concreto de baja permeabilidad para ser expuesto al agua	0.50	24
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y descongelamiento en una condición húmeda, o a químicos que impidan el congelamiento	0.45	31
Para la protección contra la corrosión del refuerzo de concreto expuesto a cloruros, sal, agua salina o que puede ser salpicado por agua salina	0.40	35

Por otra parte para verificar el manejo de agua y de los agregados, encuestamos a manera de sorpresa a algunos maestros de obra para verificar las falencias en los sistemas constructivos y se pudo establecer la siguiente tabla.

Tabla 14-15 Dosificación de Concretos, según Maestros de Obra.

DOSIFICACION PARA UN BULTO DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN CONCRETO MAESTROS ENCUESTADOS				
NOMBRE MAESTRO	**GRAVILLA**	**ARENA**	**MIXTO**	**AGUA**
Ever Antonio Yomagusa	NO USA	NO USA	2 Carretilladas	Depende (al ojo)
Ramon Elias Reyes	NO USA	NO USA	2 Carretilladas	3 Valdados
Juan Carlos Gomez	NO USA	NO USA	2 Carretilladas	Depende (al ojo)
Pablo Gomez	NO USA	NO USA	3 Carretilladas	2 Valdados (Depende)
Miguel Gonzales	NO USA	NO USA	2 Carretilladas	Depende (al ojo)
Jacinto Peña	NO USA	NO USA	2 1/2 Carretilladas	2 Valdados

Se puede extraer que no hay criterios para la preparación de un concreto al no vincular dosificaciones controladas de los agregados. El agua no tiene un control. En este sentido las probetas falladas en los laboratorios arrojaron resultados dispersos, al igual que las medidas esclerométricas. El agregado mixto corresponde a un tipo de material que contiene arena mas gravilla que es muy comercial dentro de los depósitos que venden material, la desventaja esta que no sabemos qué proporción, ni que granulometría es la normalmente utilizada, ya que depende del depósito que los venda.

Tratando de establecer una adecuada mezcla para un concreto de 3000 PSI se ordeno a un laboratorio realizar un diseño de mezcla para los barrios de Bosa la independencia y Cerro Norte. En este diseño se establecieron dosificaciones de arena y de gravilla por separado con las siguientes cantidades por m^3 de concreto:

Tabla 14-16 Diseño de Mezcla

DISEÑO MEZCLA 3000 PSI

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DISEÑO 1	CANTIDAD DISEÑO 2
CEMENTO	Bulto 50 Kg	7.5	7.4
ARENA	M^3	0.4	0.6
GRAVILLA	M^3	0.8	0.6
AGUA	Litros	187.5	185

De acuerdo con esto, 7. 5 bultos de cemento utilizan una cantidad de arena mas gravilla de 1.20 m^3 (1200 litros), y se concluye que un bulto de cemento requiere 160 litros. Según las visitas realizadas a obras y depósitos se cubicaron variadas carretillas arrojando medidas variadas 30, 76.4 y 90.6 litros. Esta cubicación fue realizada con agua y midiendo cuantos litros de agua pueden alojar.

En este aspecto tratando de establecer una comparación del diseño de mezcla versus las mezclas de maestros y que para un bulto los diseños arrojaron que se debe utilizar 160 litros de arena mas gravilla y los maestros utilizan el mixto según las carretillas mencionas en cuadros anteriores se pudo deducir la siguiente tabla de resistencias probables.

Tabla 14-17 Comparativo de diseños de Mezcla.

CUADRO COMPARATIVO DE MEZCLA DE CONCRETO DE MAESTROS versus DISEÑOS DE MEZCLA PARA 3000 PSI

CANTIDAD DE CARRETILLADAS UTILIZADAS POR MAESTROS PARA UN BULTO DE CEMENTO	CAPACIDAD TEORICA DE CARRETILAS EN LITROS PARA UNA MEZCLA DE UN BULTO			CANTIDAD TEORICA DE ARENA + GRAVILLA **LITROS**	% EXCESO O DEFECTO DE MATERIAL (ARENA + GRAVILLA)			RESISTENCIAS PROBABLES EN PSI CON A/C NO SUPERIOR A 0.5		
	CI	C2	C3		COMPARANDO DISEÑO vs C1	COMPARANDO DISEÑO vs C2	COMPARANDO DISEÑO vs C3	CARRETILLA TIPO 1	CARRETILLA TIPO 2	CARRETILLA TIPO 3
2.00	60	152.8	181.2	160	-62.50%	-4.50%	13.25%	MAYOR A 4000	ENTRE 2800 Y 3200	ENTRE 2300 Y 2800
2.50	75	191	226.5	160	-53.13%	19.38%	41.56%	MAYOR A 4000	NO SUPERIOR A 2500	NO SUPERIOR A 2000
3.00	90	229.2	271.8	160	-43.75%	43.25%	69.88%	MAYOR A 4000	NO SUPERIOR A 1500	NO SUPERIOR A 1500

CAPACIDAD DE UNA CARRETILLA
C1 = CARRETILLA TIPO 1 30,0 LITROS
C2 = CARRETILLA TIPO 2 76,4 LITROS
C3 = CARRETILLA TIPO 3 90,6 LITROS

Es claro que el cuadro solamente es a nivel comparativo suponiendo que el mixto tenga las proporciones, las granulometrías y la relación A/C =0.5, indicada en los diseños de mezcla.

De esto se puede concluir que, si bien es cierto que existen diferencias en los materiales en virtud de las diferentes granulometrías y de los pesos específicos de los mismos, una dosificación adecuada termina en un concreto de buenas condiciones, pero si no tenemos un control de las variables no podemos tener certeza del grado de calidad, mas aun si no controlamos las medidas que pueden variar dependiendo si la carretilla es grande o pequeña o del estado de ánimo del oficial o ayudante que pude colocar indiscriminadamente una carretilla con mas volumen o más peso, una que otra. Finalmente lo que se observa es que es poco probable que el uso de carretillas sea la tipo C1, en virtud de las bajas resistencias y el bajo contenido de cemento que presentaron las diferentes pruebas realizas en las viviendas. Entonces en el mejor de los casos tendríamos que utilizando dos carretilladas de tipo C2, daría una resistencia máxima de 3200 PSI, es evidente que esto es cumpliendo todas las suposiciones antes mencionadas. La carretilla C3, arrojaría resultados por debajo de 2800 PSI en la mejor de las condiciones y para mas carretilladas las resistencias aun serán más bajas. No obstante la posibilidad del que el mixto tenga las granulometrías y proporciones adecuadas y que el agua para un bulto no supere 25 litros es muy baja y por ende las resistencias reales son bajas que resultan en una carbonatación alta como se pudo constatar estadísticamente en las viviendas observadas.

Por otro lado de las conclusiones realizadas a los ensayos de carbonatación, se menciono el hecho de la utilización de paladas para preparación de mezclas y agua sin control extraída del acueducto. Esto nos coloca en una posición que verifica y afirma la falta de dosificación, por que las paladas pueden ser muy heterogéneas en cuanto a cantidad y volumen. En este sentido estamos bastante alejados de las recomendaciones de la norma que indica 3500 PSI y A/C ≤ 0.5 para concretos de las características de estos barrios, que están expuestos al agua y al viento, esto delata que no hay conciencia en las personas involucradas en este tipo de construcciones, ya que no es clara la resistencia que debe tener un concreto, ni mucho menos la cantidad de agua

Mientras que la mayoría de nuestros colegas todavía pensamos o piensan que concretos de 3000 PSI son más que suficientes, los constructores de estas viviendas y las practicas constructivas ni si quiera piensan en 3000 PSI.

Pruebas de morteros:

La norma NSR98 recomienda morteros clase S o M con resistencias entre 125 kg/cm^2 y 175 kg/cm^2 para pega de mampostería en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia, para los barrios de San Jacinto y Cerro Norte, se reportaron datos de 117 kg/cm^2 y 90 kg/cm^2 respectivamente lo que indica que están por debajo de las recomendaciones y se acercan a un mortero tipo N que solo es permitido en zonas de baja amenaza sísmica baja. Para el barrio Bosa La Independencia el mortero es tipo M con una resistencia de 226 kg/cm^2 , que es adecuada.

La tendencia en resultados bajos en dos de los tres barrios, denota una deficiencia en la preparación y en la dosificación, también en la cantidad indiscriminada del agua de amasado que puede resultar excesivamente alta o baja provocando una plasticidad inadecuada en la mezcla y por ende una resistencia inadecuada. A continuación se presenta un aparte de la norma que indica las propiedades y dosificaciones de un mortero.

Tabla 14-18 Comparativo de diseños de Mezcla

Tabla D.3-1
Clasificación de los morteros, características mecánicas, y dosificación en partes por volumen

Mortero tipo	Resistencia a la Compresión f'_{cp} MPa (1)	Flujo Mínimo(2)	Retención Mínima de Agua % (2)	Cemento Portland	Cal hidratada	Cemento para Mampostería	Arena/Material Cementante	
							Mín.	Máx.
M	17.5	120%	75%	1	0.25	no aplica	2.25	3.0
				1	no aplica	1	2.25	2.5
S	12.5	115%	75%	1	0.25 a 0.50	no aplica	2.50	3.5
				0.5	no aplica	1	2.50	3.0
N(3)	7.5	110%	75%	1	0.50 a 1.25	no aplica	3.00	4.5
				0	no aplica	1	3.00	4.0

Notas:
(1) Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de 50 mm de lado (o en cilindros de 75 mm de diámetro, por 150 mm de altura, correlacionando sus resultados a los de cubos como referencia)
(2) Ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91)
(3) El mortero tipo N solo se permite en sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (*DMI*)

al muro, por la deficiencia en la unión de unidades de mampostería, esto hace que un muro tenga una falla frágil cuando es exigido por cargas laterales, o cuando las cargas verticales son altas. La baja resistencia del mortero concede una baja capacidad de disipar energía, por lo que es recomendado en zonas de amenaza sísmica baja.

Vale la pena aclarar que también la capacidad de absorber esfuerzos de muros con este tipo de mortero está seriamente comprometida ante cualquier evento que induzca carga lateral.

Pruebas de ladrillos macizos:

De acuerdo a la NSR98 las unidades macizas de mampostería - solo se pueden utilizar en los siguientes tipos de estructuras de mampostería:

- Mampostería de muros confinados
- Mampostería de cavidad reforzada.
- También se pueden utilizar, combinadas con unidades de perforación vertical para mampostería parcialmente reforzada

El uso de estos en los diferentes barrios se aleja de la normativa, ya que como se detalle dentro de este informe no se evidencio ningún tipo de estructura que tenga las características antes mencionadas.

De todas formas se realizaron ensayos a estos con el ánimo de establecer una resistencia teórica de los muretes que se probaron. Al respecto los resultados arrojados en los barrios de San Jacinto, Cerro Norte y Bosa La Independencia fueron de 274.1 kg/cm^2, 241.1 kg/cm^2 y 285.9 kg/ cm^2 , respectivamente.

La conclusión de esta prueba está reflejada en los ensayo de muretes, sin embargo según la NSR98 la resistencia mínima exigida es de 150 kg/cm^2 según la tabla que adelanta se anexa. Cabe anotar que para esta exigencia, los ladrillos están muy superiores, pero la mampostería debe ser confinada, situación alejada de los barrios diagnosticados.

Pruebas de bloques de arcilla:

Las unidades de perforación horizontal son admitidas dentro de la NSR98 en los siguientes tipos de estructuras de mampostería:

- Mampostería de muros confinados
- Mampostería de cavidad reforzada.
- También se pueden usar combinadas con unidades de perforación vertical, en edificaciones de uno y dos pisos del grupo de uso I para mampostería no reforzada y para mampostería parcialmente reforzada.

El uso de estos en los diferentes barrios se aleja de la normativa, ya que como se detalle dentro de este informe no se evidencio ningún tipo de estructura que tenga las características antes mencionadas. Al respecto los resultados arrojados en los barrios de San Jacinto, Cerro Norte y Bosa La Independencia fueron de 65.3 kg/cm^2, 79.2 kg/cm^2 y 33.7 kg/ cm^2 , respectivamente.

El uso marcado de este tipo de bloque, principalmente se ve por la economía y rapidez con que construyen los muros, sin embargo dentro de los habitantes no es claro que deben usarse dentro de las mamposterías antes citadas. La resistencia de un muro con este tipo de mampostería esta dentro de la exigencia de norma que impone una resistencia mínima de 30 kg/cm^2, para un bloque. Sin embargo solamente debe usarse en mampostería confinada según la tabla D.10.1 extraída del código

D.10.3.2.1 – *Valores mínimos para la resistencia de las unidades,* f'_{cu} – Las unidades de mampostería que se empleen en la construcción de muros de mampostería confinada deben tener al menos las resistencias mínimas que se dan en la Tabla D.10-1.

Tabla D.10-1 – Resistencia mínima de las unidades para muros de mampostería confinada

Tipo de unidad	f'_{cu} (MPa)
Tolete de arcilla	15
Bloque de perforación horizontal de arcilla	3
Bloque de perforación vertical de concreto o de arcilla (sobre área neta)	5

En este sentido, este tipo de unidad de mampostería aunque arrojo una resistencia adecuada. Su uso está limitado para mampostería confinada, lo que le concede a las viviendas construidas de esta manera, una altísima probabilidad de falla frágil.

Las casas observadas en las fotos siguientes no presentan sistemas de confinamiento, esto es una práctica normal constructiva de los habitantes de estas zonas.

Figura 14-4 Casa en el barrio San Jacinto mampostería maciza y de bloque sin confinamiento

Figura 14-5 Casa en el barrio Bosa de bloque sin confinamiento

Pruebas de Muretes:

La resistencia de muretes recomendada dentro de la norma NSR98, está establecida textualmente por los siguientes parámetros y formulas:

D.3.0 - NOMENCLATURA

f'_m = resistencia nominal a la compresión de la mampostería, MPa
f'_{cr} = resistencia a la compresión del mortero de relleno, MPa
f'_{cu} = resistencia especificada a la compresión de la unidad de mampostería medida sobre área neta, MPa
f'_{cp} = resistencia especificada a la compresión del mortero de pega, MPa
h = altura de la unidad de mampostería, en mm, para ser empleada en la ecuación (D.3-1)
k_p = factor de corrección por absorción de la unidad, adimensional
$k_p = 1.4$ para unidades de concreto
$k_p = 0.8$ para unidades de arcilla o sílico-calcáreas
R_m = parámetro definido por medio de la ecuación (D.3-1)
r = relación entre el área neta y el área bruta de las unidades de mampostería, adimensional

Para los siguientes datos de San Jacinto con mortero tipo N:

h	=	100 mm	
Kp	=	0.8	
f`cu	=	27.4 MPa	
f`cp	=	11.7 MPa	mínimo recomendado 12.5 MPa mortero tipo **S**

Se tiene:

D.3.7.5 - VALOR DE f'_m BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES - Cuando f'_m no se seleccione mediante ensayos de muretes preliminares o históricos, su valor puede determinarse con base en una correlación apropiada de la calidad de los materiales empleados. En ausencia de tal correlación, el valor de f'_m, se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$R_m = \left(\frac{2h}{75+3h}\right) f'_{cu} + \left(\frac{50\,k_p}{75+3h}\right) f'_{cp} \le 0.8\, f'_{cu} \qquad \text{(D.3-1*)}$$

$$f'_m = 0.75 R_m \qquad \text{(D.3-2)}$$

Rm	=	15.86	
f`m	=	11.9 MPa	(mínimo con mortero tipo **S,** f`m=11.96 MPa)

El valor obtenido para f`m del ensayo fue de 11.9 MPa (119 kg/cm^2) lo que coincide con el valor teórico para un mortero tipo N y de igual manera para uno tipo S

Para los siguientes datos de Cerro Norte, con mortero tipo N:

h	=	100 mm	
Kp	=	0.8	
f`cu	=	24.1 MPa	
f`cp	=	9.0 MPa	mínimo recomendado 12.5 MPa mortero tipo **S**

Se tiene:

Rm	=	13.81	
f`m	=	10.36 MPa	(mínimo con mortero tipo **S,** f`m=10.64 MPa)

El valor obtenido del ensayo para f`m fue de 113 kg/cm^2 y el teórico es inferior para los casos de mortero tipo N y S

De acuerdo a los resultados podemos decir que las unidades de mampostería y los muretes cumplen los requisitos de resistencia, sin embargo el mortero de pega no cumplió. Cabe anotar que aunque se cumplan algunas características de resistencia no se cumplen las propiedades conjuntas que deben tener todos los elementos de un muro, hecho que aumenta la probabilidad de falla frágil, mas aun sin el confinamiento adecuado.

Cabe, entonces aclarar que el ensayo de murete es altamente sensible a la esbeltez de la muestra, que para el caso es una probeta corta y por ende su resistencia a la compresión es alta, sin embargo la construcción de mampostería no presenta estas características y por el contrario los muros son esbeltos. Esto compromete seriamente la resistencia no solamente a la compresión si no también a la flexión y corte por la ausencia de confinamiento y morteros de pega deficientes respectivamente.

Pruebas de tensión en el acero:

Los ensayos se realizaron para probetas de 1/ 2" y 5/8" respectivamente. La calidad de los mismos es adecuada según los resultados arrojados ya que cumplen las características de fluencia y rotura. Las fluencias para las respectivas varilla corresponde a 444 MPa y 418.5 MPa y las normas establecen un rango aceptable entre 420 y 540 MPa. Aunque la varilla de 5/8" está un tanto baja se puede aceptar dentro del rango. Los esfuerzos de rotura son de 674 MPa y 690 MPa respectivamente y lo aceptado es de 550 MPa como mínimo, las características de elongación son aceptables para ambos aceros. En este sentido podemos concluir que las muestras ensayadas cumplen la normativa y por ende sus propiedades mecánicas.

15 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

Las patologías constructivas encontradas dentro del estudio están conformadas por un conjunto de acciones que se desarrollan en una construcción de tipo informal, que se caracteriza por la no aplicación de códigos y normas vigentes, la ausencia en el control de calidad en las practicas constructivas al igual que en los materiales, la falta de mantenimiento de la construcción, los cambios de uso en la misma, debido a su desarrollo progresivo, generando una serie de condiciones, que aumentan la vulnerabilidad, reducen la calidad y la vida útil de la vivienda, donde finalmente no existe la manera de identificar a los responsables de estas situaciones, que ante la ocurrencia de un evento natural, magnifican la posibilidad de pérdida de vidas humanas, las lesiones en dichas construcciones, la destrucción de muebles y enseres, generando a futuro la dificultad de reparar estas viviendas, a costos razonables y con un alto impacto social, en el sector donde se presenten edificaciones con estas características.

Las patologías constructivas, se encuentran incluidas en el formulario de auto evaluación de la cartilla, de una forma sencilla para el usuario, pero lo suficientemente clara para los funcionarios que harán la visita técnica de cada vivienda, de tal forma que las soluciones estructurales propuestas, en las viviendas donde sean aplicables, se ejecuten a un costo razonable, para reducir de manera notable, la vulnerabilidad de la vivienda.

Considerando que la muestra proviene de tres barrios diferentes, en localización y en edades de fundación, las variaciones encontradas en la frecuencia de las patologías constructivas, no permiten establecer diferencias sustanciales entre ellos, por lo que se analizan conjuntamente sin discriminar cada barrio; se enfatiza, que es el escenario el que cambia en cada barrio, situación que se evalúa en las conclusiones del área geotécnica.

Se listan las patologías constructivas, así como las condiciones estructurales típicas, donde se explica en qué consisten, cuáles son las consecuencias cuando se presentan y qué medidas se deben tomar para mitigar su efecto, para la generalidad de las casas revisadas, se resume en los grupos primarios mostrados a continuación, adicionalmente en las siguientes graficas se puede observar la ocurrencia de estas patologías.

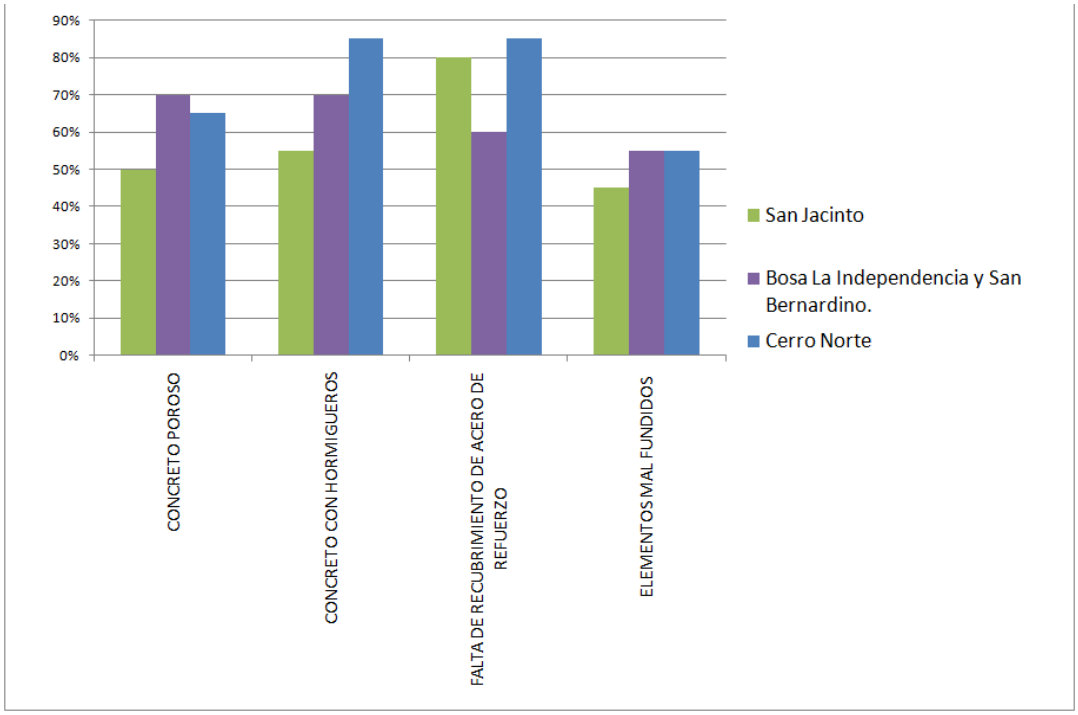


Figura 15-1 Patologías Constructivas Por Sector.

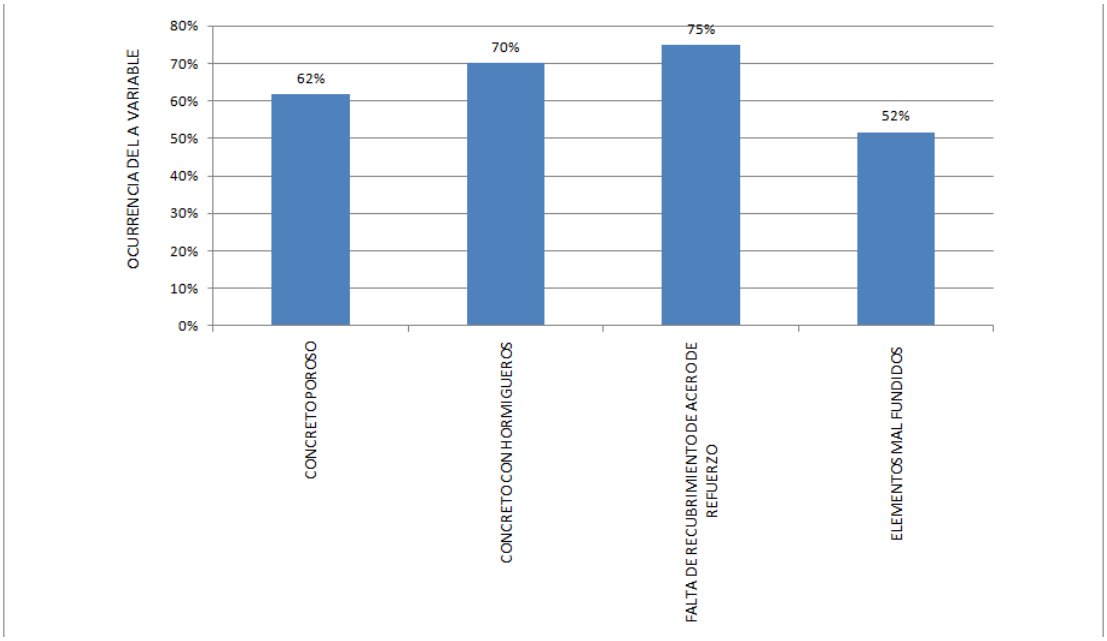


Figura 15-2 Patologías Constructivas Totalizado.

- Presencia de concretos porosos y con hormigueros: se dan por la combinación de falta de vibrado, exceso de agua de amasado, falta de curado, uso de agregados mal gradados y con un mezclado inadecuado, contenido deficiente

de cemento en las mezclas, que ocasionan una baja adherencia con el acero de refuerzo y permiten el ingreso de agentes externos, que modifican las condiciones químicas del concreto. Se presentan en el 62% (concreto poroso) y en el 70% (concreto con hormigueros) de las viviendas. Cuando el concreto ya presenta estas condiciones, se debe proteger de la intemperie, usando recubrimientos ya sea a base de cemento o tipo pinturas, soluciones que en general son de elevado costo, lo que requiere su estudio antes de definir la alternativa más adecuada.

Figura 15-3 Hormigueros y Falta de Recubrimiento en el Concreto.

- Recubrimiento insuficiente del acero de refuerzo: condición que permite la corrosión del acero dentro del concreto, por falta de un concreto de recubrimiento, afectando la durabilidad de la vivienda. El proceso se da por la exposición del acero al agua y al oxígeno, generando una degradación del mismo, hasta reducir e incluso desaparecer el acero de refuerzo. Esta falta de recubrimiento se encontró en el 75% de las viviendas; la solución cuando se presenta, consiste en sanear el acero retirando el oxido, luego se aplica una pintura especial y finalmente se cubre todo con un mortero especial, que proteja el acero en forma definitiva. En los casos avanzados de corrosión, se requiere restituir el acero de refuerzo por uno nuevo, debido a las pérdidas de diámetro.

- Discontinuidades en los vaciados de elementos de concreto (placas y columnas): que afectan la integridad estructural de la vivienda y facilitan la aparición de humedades y la corrosión del acero de refuerzo. Se da por los vaciados intermitentes, donde no se hace un tratamiento de juntas adecuado. Esta condición se encontró en el 52% de las viviendas. La solución en estos casos, va desde reparaciones con morteros especiales, hasta la inyección de resinas epóxicas, buscando establecer una continuidad en los elementos afectados; de cualquier manera, las soluciones planteadas presentan un costo elevado.

Figura 15-4 Placa vaciada por sectores y en diferentes momentos formando juntas frías.

También se determinó la abundancia de prácticas constructivas inadecuadas o malas, que en conjunto con el medio ambiente u otras malas prácticas, dan origen a patologías que comprometen de forma muy grave estas viviendas. A continuación se enumeran las practicas constructivas inadecuadas encontradas, así como las patologías que pueden llegar a generar (y que de hecho han generado), como las posibles soluciones o medidas que se pueden implementar para tratar de reducir las consecuencias de estas malas prácticas, las graficas siguientes muestran, de manera resumida, la ocurrencia de estas malas prácticas constructivas en las viviendas del estudio.

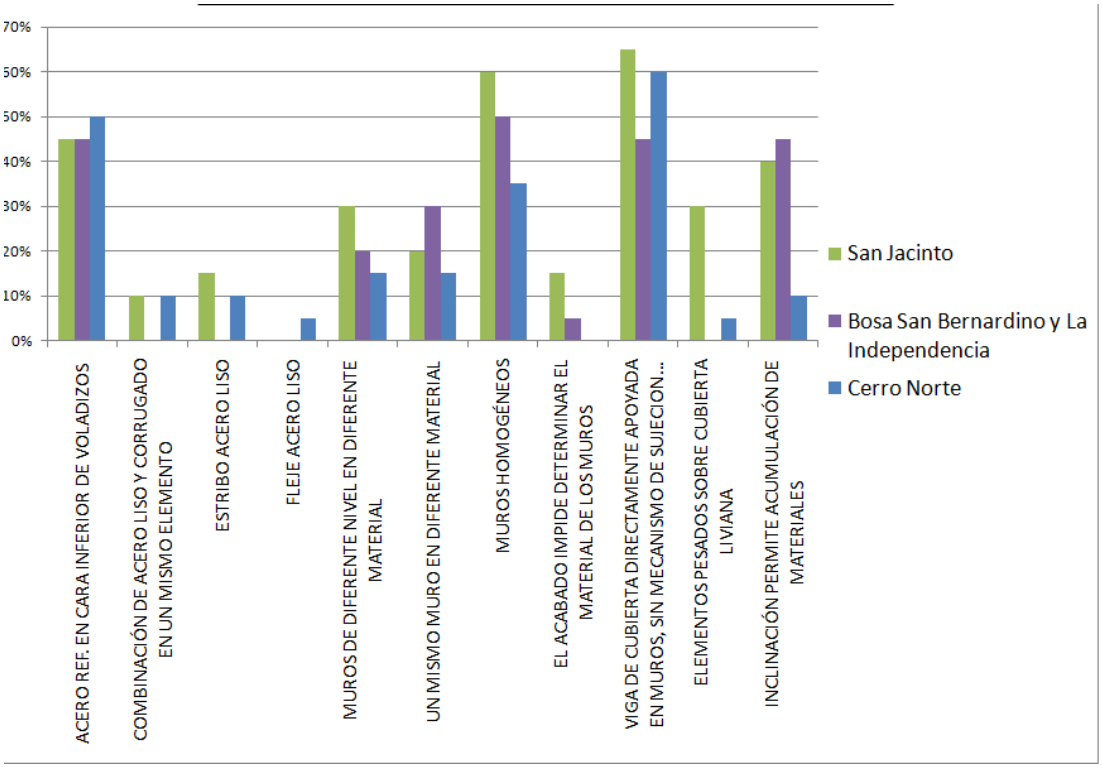


Figura 15-5 Malas prácticas constructivas encontradas por sector.

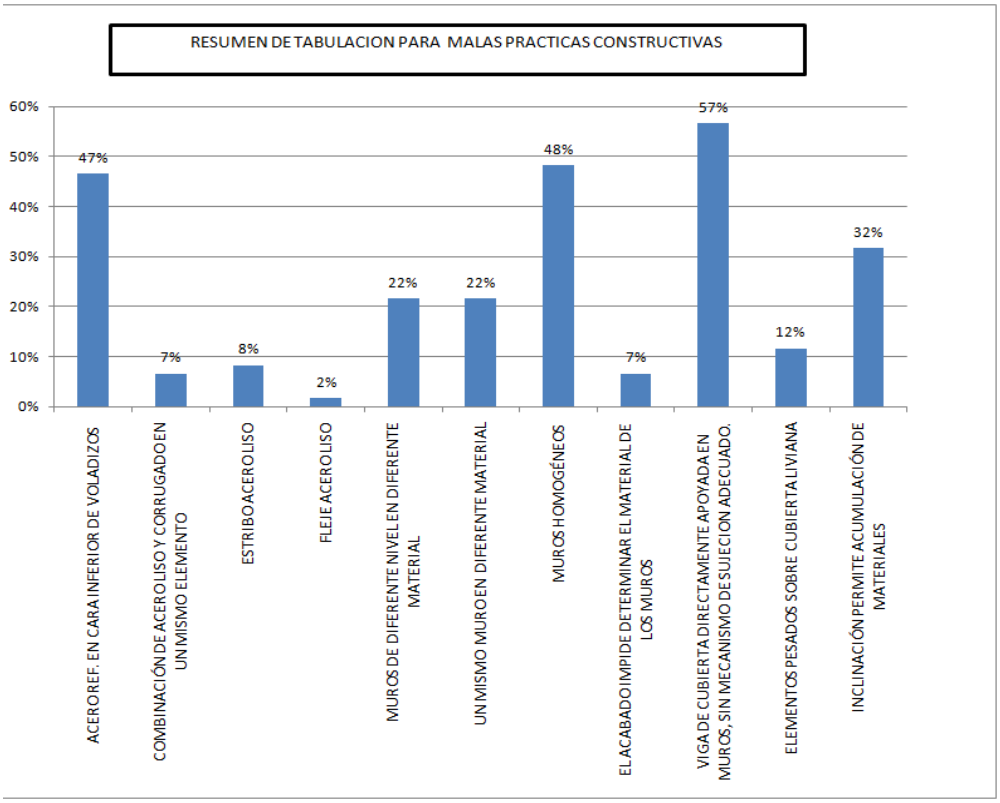


Figura 15-6 Malas prácticas constructivas total.

- Acero de refuerzo de placas aéreas en su cara inferior: distribuido de tal forma, que en los voladizos se encuentra instalado en la cara inferior del mismo, posición que no favorece el trabajo a tensión del acero, generando posteriormente la necesidad de usar pie de amigos; en los casos que no se cuenta con pie de amigos, se ocasionan fisuras paralelas en el perímetro de la placa, por la cara interna con respecto al paramento. Lo anterior, se encontró en el 47% de las viviendas y la solución cuando se presenta esta forma de armar las placas, es adicionar unos pie de amigos hacia la fachada de la vivienda, unidos a las columnas, para reducir los esfuerzos por momentos negativos en la placa y reducir la posibilidad de ocurrencia de la fisura en la cara superior de la mism

Figura 15-7 Muros compuestos por diferentes tipos de Mampostería.

- Combinación de diversos tipos de ladrillo en una misma vivienda: debido al sistema de construcción progresiva, la consecución del ladrillo y sus diversos tipos, se presentan cambios con el paso del tiempo, sumado a las ofertas de nuevos formatos y calidades, que finalmente el usuario de la vivienda acoge, al punto de construir un muro del mismo piso, con diferentes tipos de ladrillo, sea bloque ó macizo. Lo anterior, produce cambios de rigidez que afectan el comportamiento de las viviendas bajo fuerzas por sismo. Esta condición se detectó en el 30% de las viviendas y su solución depende en cada caso, de los tipos de ladrillo usados, solución que puede darse con la construcción de columnas de confinamiento en toda la altura de la vivienda, en sitios debidamente calculados, para mitigar el efecto de esta mezcla de mampuestos en una misma estructura.

- Casas construidas por etapas (desarrollo progresivo): la condición económica de los propietarios de las casas, genera un desarrollo intermitente en la construcción de la viviendas, que ocasiona en el tiempo, cambio en la mano de obra de construcción, el uso de diversos tipos de ladrillo, cemento y agregados (arenas y gravillas), cambios en el tipo de placa de entrepiso (macizas,

aligeradas y prefabricadas) por cada nuevo nivel de la vivienda en su desarrollo en altura, ocasionando estructuras sin amarre vertical continuo, aumentando su vulnerabilidad ante cargas horizontales generadas por eventos naturales.

Figura 15-8 Casa típica, construida por etapas.

El 82% de las casas son construidas por etapas, cifra que evidencia una situación delicada a tratar en las visitas de revisión detallada. Para manejar las viviendas en esta condición, se requiere un criterio integral en los elementos de reforzamiento vertical y en la ubicación de muros continuos, en los diversos pisos de la edificación, lo que requiere de una elevada partida económica para este tipo de reparación.

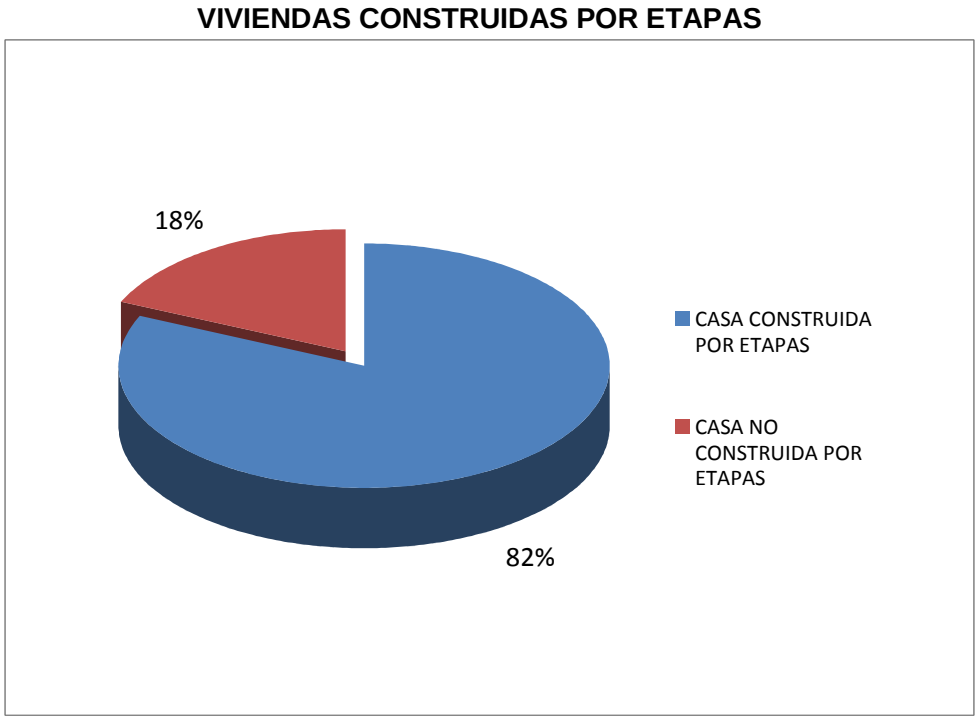


Figura 15-9 Viviendas Construidas por Etapas

- Combinación de diversos sistemas de placas aéreas: en una misma vivienda, se encuentran placas macizas, placas aligeradas con ladrillo tipo bloque y las placas en sistemas prefabricados, sean formales ó informales. Esta condición modifica la transmisión de esfuerzos producidos por cargas horizontales, así como ocasiona un deficiente amarre vertical entre pisos, como consecuencia de los diferentes sistemas de placa. El 66% de las viviendas presentaron placas macizas de concreto reforzado en su estructura.

- Voladizos progresivos por cada nuevo piso en altura: el 70% de las viviendas revisadas, tienen voladizos de este tipo hacia la fachada, pero solo el 13% cuentan con pie de amigos; esta práctica constructiva, genera un tipo de fachada particular y se aumenta ligeramente el área, en la medida que se desarrolla en altura la vivienda. Lo anterior, no permite un amarre vertical continuo, encontrando además que estos muros de fachada, se construyen en algunos casos en ladrillo tipo bloque y en otros con ladrillo macizo.

- Conexión débil entre la cimentación y la estructura portante de la vivienda: a pesar de las limitaciones de exploración física de las cimentaciones de las viviendas, se contó con el testimonio de los habitantes, donde se evidencia la poca importancia que se presta a profundizar la cimentación en el terreno, así como de la vinculación adecuada de los elementos verticales con esta. Igual situación ocurre con la vinculación entre los diferentes pisos de la vivienda, pues si tiene elementos verticales en cada piso, no están debidamente

amarrados en altura con todos los niveles de la casa. El 53% de las casas presenta columnas y el 23% columnetas.

- Conformación deficiente de los nudos entre columnas y placas: como la construcción de la vivienda toma varios años, debido a su desarrollo progresivo, se presentan cambios en los sistemas constructivos, así como en el uso de las áreas de la vivienda. Esto genera que si las varillas de una columneta quedan dentro de un área de alcoba, se corten las varillas a nivel de la placa, dejando a futuro una unión débil al colocar nuevamente las varillas para continuar el elemento vertical. En conclusión, no se da importancia al manejo de nudos entre columnas y placas, generando estructuras con mayores derivas ante cargas horizontales.

- Muros perimetrales no compartidos entre viviendas: una característica generalizada en las viviendas, es que los muros periféricos de las viviendas, no son compartidos, quedando espacios entre ellos, que permiten las humedades por el paso del agua lluvia entre casas, debido a las diferencias de alturas entre cubiertas y al deficiente manejo de flanches.

- Anclaje deficiente de la estructura de soporte de cubiertas livianas: se encontró un 53% de las viviendas con cubiertas en material liviano (teja de zinc, de plástico, de fibrocemento y otros materiales reciclados), presentando en su totalidad una deficiente unión entre los muros del último piso y la estructura de soporte (el 55% de dichas estructuras son en madera), haciendo inestables y frágiles estas cubiertas antes eventos naturales. La situación de temporalidad de estas cubiertas, hace que los habitantes las construyan como elementos provisionales, pudiendo tardar años en la construcción de la placa de cubierta en concreto reforzado.

- Amarres deficientes de las tejas a su estructura de soporte: las cubiertas en tejas onduladas de asbesto, de zinc, de plástico y materiales reciclados, presentaron amarres deficientes y escasos, que no garantizan la estabilidad de las tejas; se puede corregir esta situación, aumentando técnicamente la cantidad de amarras, usando las adecuadas para esta función y no las elaboradas en materiales reciclados.

- Elementos pesados sobre cubierta liviana: Las sobrecargas inducidas en las cubiertas livianas, por la colocación de elementos pesados de diferente tipo, completamente sueltos, que según los usuarios, sirven para mantener las tejas en su sitio cuando de presenten condiciones climáticas severas, se pueden evitar mejorando el anclaje de las estructuras de soporte a los muros y utilizando la calidad y cantidad de amarras necesarias. El uso de estos contrapesos, pone en riesgo a los habitantes de la propia vivienda y los vecinos en su perímetro.

Otras patologías constructivas detectadas en el estudio, que presentan poca frecuencia pero que deben comentarse, son:

- Combinación de acero liso y corrugado en un mismo elemento: se encontró en el 6% de las viviendas, condición que perjudica el desempeño estructural del elemento afectado, pues el acero de baja (ó liso) entra en fluencia antes que el acero de alta (corrugado), quedando este último al final respondiendo por la totalidad de la cuantía de refuerzo en el elemento. La solución a esta situación, es de carácter preventivo, pues el elemento construido requiere un refuerzo adicional ó su demolición, para colocar el acero indicado.

- El acero de estribos (ubicado en vigas) y de flejes (ubicado en columnas), en varilla lisa, que reduce el desempeño de los elementos bajo esfuerzos cortantes.

- Escasa inclinación de las cubiertas livianas en las viviendas, que permite la acumulación de carga por granizo, en caso de presentarse este evento natural; adicionalmente, las cubiertas de baja pendiente permiten la aparición de goteras bajo lluvias con vientos fuertes.

16 LESIONES PATOLÓGICAS[13]

Lesiones patológicas: Adicional al punto anterior, se presentan una serie de lesiones, ya sea producto de las condiciones constructivas particulares de estas viviendas, por las cargas de trabajo o por eventos externos, que se manifiestan por diferentes medios, como se indican en el cuadro a continuación:

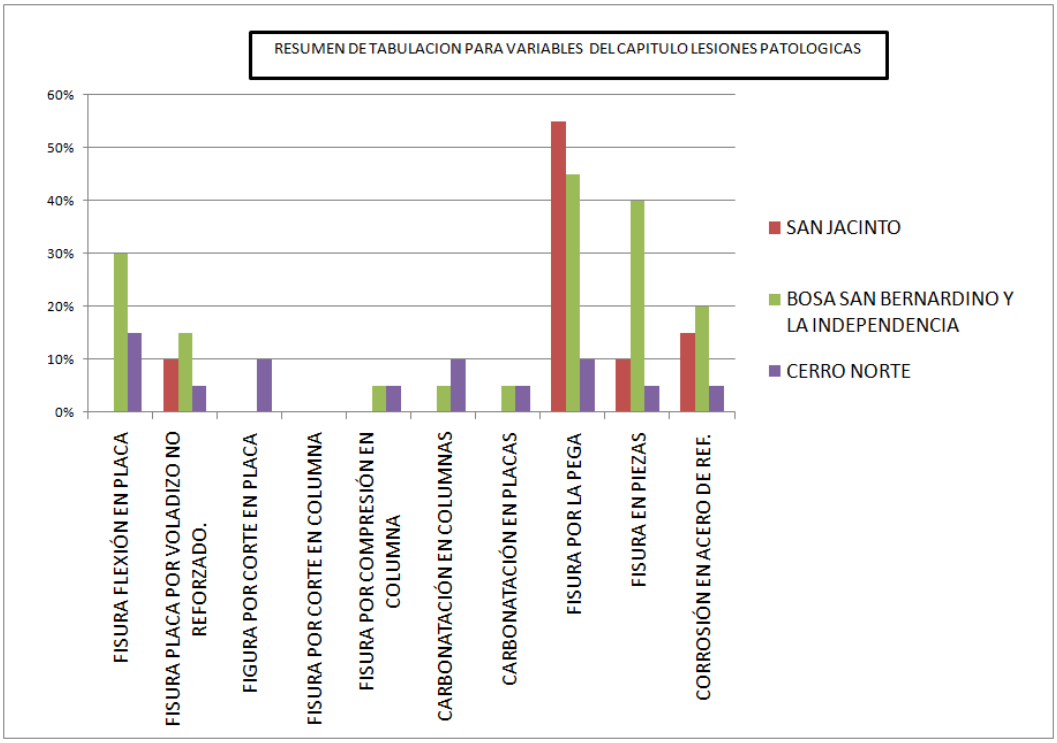


Figura 16-1 Lesiones Encontradas por sector.

[13] La información detallada por vivienda que incluye Fichas de descripción de Vivienda, Levantamiento arquitectónico y topográfico, pruebas y ensayos se encuentra contenida en los Anexos, a saber:

Anexos VI y VII Resumen de Tabulación y Fichas de descripción de Viviendas (Tomos II y III-VIII)

Anexos VIII y XIV Ensayos y Pruebas de Laboratorio (Tomos IX y XXI)

Anexos XII y XIII Levantamientos Arquitectónicos y Topográficos (Tomos XIX y XX)

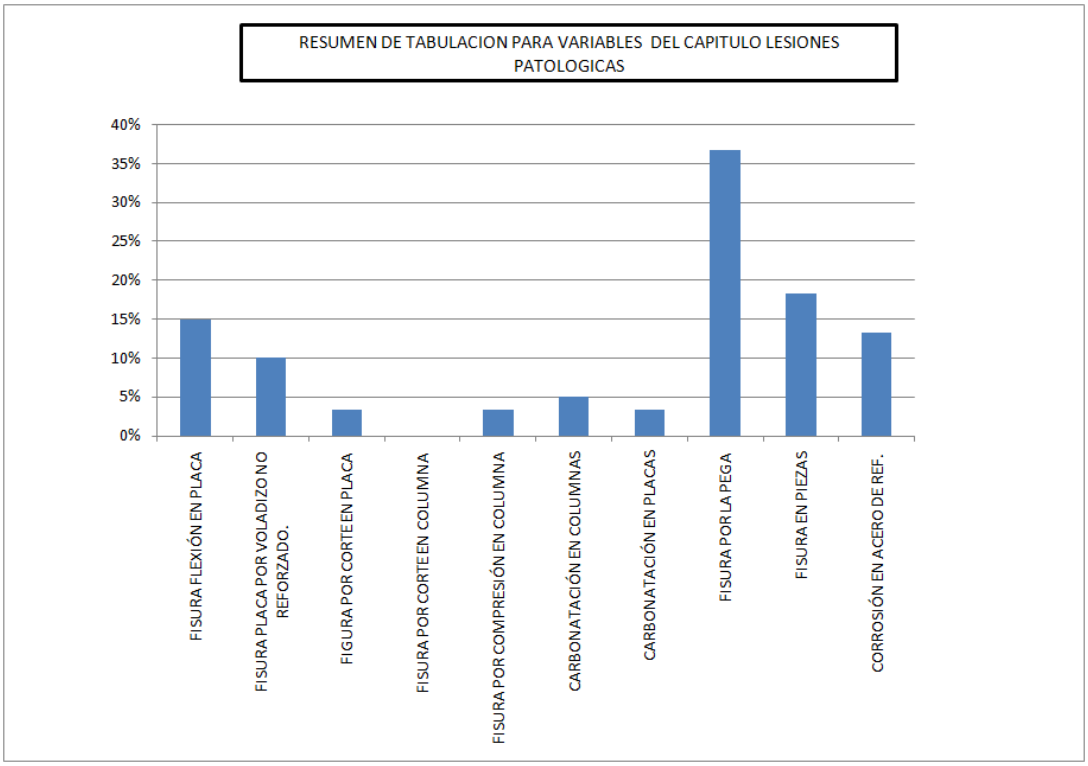


Figura 16-2 Lesiones Encontradas Totalizado.

- Fisuras en placas aéreas de concreto reforzado: se encuentran por flexión en la cara inferior de la placa, en sectores donde la luz resulta ser superior para la sección de la placa; también se encuentran en la cara superior de las placas de entrepiso, en sentido paralelo a los voladizos, por la disposición inadecuado del acero de refuerzo. Estos casos se presentaron en el 15% (fisuras de flexión) y en el 10% (fisuras en los voladizos) de las viviendas. Para el caso de las fisuras por cortes de vaciado en placas, se encontraron en el 3% de las viviendas. Para cada una de estas condiciones de lesión, se deben tomar correctivos, una vez se realice la visita de campo por parte del equipo interdisciplinario.

- Fisuras por compresión en columnas: evidencia que se produce por la combinación de cargas verticales, en elementos donde el concreto es de bajas resistencias y las cuantías de acero de refuerzo son inferiores a lo requerido. Se presentó en el 5% de las viviendas revisadas. Es una lesión de cuidado, puesto que se puede producir una falla frágil en el elemento, especialmente si la vivienda está en el grupo de 4 pisos de alto y la lesión se encuentra en el primer piso.

- Carbonatación en columnas y placas: la reacción química que se produce entre el cemento hidratado y el CO2 disuelto en el agua lluvia que penetra la capa exterior del concreto, genera una pérdida en la alcalinidad del concreto, condición que deja expuesto al acero de refuerzo a procesos de oxidación y corrosión, afectando la sanidad estructural y la durabilidad de la edificación. La

exposición a la intemperie y a medios agresivos, en un concreto de bajas especificaciones, acelera el avance del frente de carbonatación, como se encontró en las 5 viviendas donde se realizaron estas lecturas.

- Fisuras en muros de mampostería: ocurren principalmente por el mortero de pega entre los ladrillos, situación que se presentó en el 37% de las viviendas incluidas en el estudio. Esto se debe a que el mortero de pega tiene resistencias inadecuadas para las condiciones de carga que se presentan en las viviendas. Adicionalmente, en el 18% de las casas revisadas, presentan fisuras en las piezas de ladrillo, aumentando la vulnerabilidad de estas casas ante cargas horizontales generadas por eventos naturales. Las fisuras en los morteros de pega, se pueden evitar mejorando los diseños de mezcla y la calidad de los materiales a utilizar; con respecto a las fisuras en las piezas de ladrillo, orientadas en sentido vertical, pueden ser ocasionadas por el uso de ladrillos de segunda ó previamente fisurados antes de su uso. Para el caso de otras fisuras en los muros, en sentido diagonal (por asentamientos locales) ó en sentido horizontal (por flexión lateral en un muro), se deben estudiar en las visitas de campo que hará el equipo interdisciplinario, ya que no se evidenciaron en la muestra.

- Corrosión en el acero de refuerzo: cuando el concreto de recubrimiento del acero de refuerzo es poroso, tiene un espesor insuficiente ó presenta bajas cuantías de cemento, el acero queda expuesto a los procesos de oxidación, en su fase inicial, y posteriormente puede desarrollar un proceso de corrosión, donde el acero inicialmente se expande, fisurando el concreto a su alrededor y finalmente, comienza a perder parte de su sección resistente, debilitando la capacidad estructural del elemento de concreto reforzado donde se presente esta condición. Esta lesión se evidenció en el 13% de las viviendas, pero puede estar presente en una mayor cantidad, ya que los acabados pueden ocultar este proceso en sus inicios. Para la reparación de estas lesiones, ya se comentó lo costoso que es y las condiciones particulares, que pueden llevar incluso al reemplazo total del acero afectado.

- Humedades en muros y cielos rasos: Se encontraron únicamente en las zonas de ladera (Cerro Norte y San Jacinto), con una incidencia del 30%, la causa principal es la falta de manejo de las aguas de escorrentía, al ejecutar cortes en el terreno. También se encontró que debido a deficiencias constructivas en cubiertas y muros se presentan humedades por aguas lluvias (Pagina 249 ss.). El tratamiento de estas lesiones depende del nivel de daño que tenga el elemento y según el caso se podría simplemente remplazar el pañete y pinturas o llegar a tener que demoler y reconstruir una columna por causa de la corrosión de los aceros. Es importante tener en cuenta que mientras que la humedad persista las reparaciones no serán duraderas.

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en estas lesiones patológicas y en los sistemas constructivos empleados, las causas que las originan obedecen principalmente a las patologías constructivas y al sistema constructivo de desarrollo progresivo, donde se usan elementos estructurales en condiciones de intemperismo, que finalmente afectan la estabilidad y durabilidad de la vivienda.

17 POSIBLES CONSECUENCIAS SI NO SE INTERVIENEN LAS VIVIENDAS.

La totalidad de las viviendas están construidas en mampostería, con deficiencias en la pega de las diferentes unidades, lo que implica gran posibilidad de fallas frágiles en el momento de eventos donde intervengan cargas laterales.

Las placas entre los diferentes niveles están constituidas en un 80 % por placas macizas de concreto reforzado, que según nuestro estudio revelan deficiencias constructivas en la calidad de los concretos y en la calidad de los amarres placa-muros, esto le otorga una ineficacia para que el sistema de muros trabaje en conjunto.

El tema de baja calidad del concreto complica la situación, ya que otorga fragilidad al momento de una exigencia de cargas laterales, en virtud a que conduce a provocar fallas con mayor facilidad que en un concreto sano.

Figura 17-1 Se observa falla en la unión placa columna y la placa rotada. Sismo de Armenia año 1999

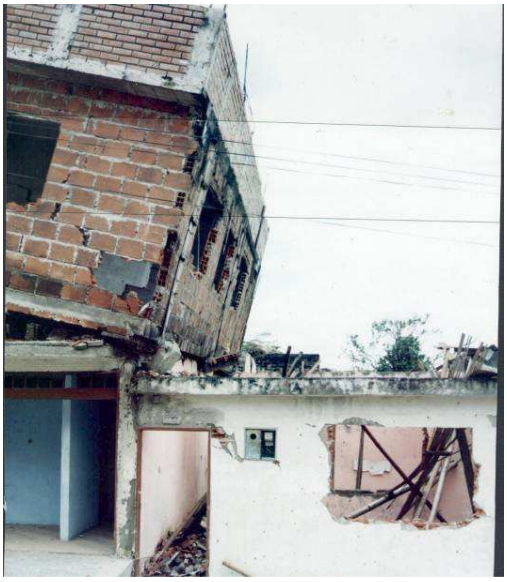


Figura 17-2 Falla en el sistema de mampostería por deficiencia en la unión mampostería placa y la falta de continuidad del sistema de mampostería. Sismo de Armenia año 1999

Hay un marcado uso de diferentes tipos de ladrillo, en un mismo muro, lo que induce diferencias de rigidez y por ende, diferente comportamiento al momento de una exigencia.

Para la construcción de los diferentes niveles, no hay una continuidad del sistema de muros, es decir, existen diferencias de sistemas y materiales en una misma vivienda, de un piso al otro, e inclusive dentro del mismo nivel o elemento, esto como producto de una construcción interrumpida a lo largo de varios periodos, esto involucra una mezcla de rigideces inapropiada que induce fallas frágiles en los elementos más débiles.

En la siguiente fotografía se puede observar el resultado final cuando una estructura de este tipo es exigida.

Figura 17-3 Sismo de Armenia año 1999

Los diferentes materiales producen fallas frágiles al momento de exigencias sísmicas.

Figura 17-4 Sismo de Armenia año 1999.

Falla producto de deficiencias en la continuidad de los muros.

La falta de personal calificado o profesionales que controlen todos los procesos constructivos, inducen falencias en la vivienda; por ejemplo, se pudo sorprender para tomar datos y fotos de primera mano, a una construcción en proceso. De esta se pudo verificar lo siguiente, entre lo más importante:

- El refuerzo es colocado sin tener en cuenta una dirección principal para el armado y es colocado en una cuantía igual en ambas direcciones y de forma escasa.
- Como se observó en obras de las zonas y de acuerdo a lo comentado por maestros entrevistados, no hay elementos que controlen durante la fundida un recubrimiento adecuado.(ver Figura 16-5)
- El acero de los voladizos es colocado en la parte inferior y de forma escasa
- No hay un amarre adecuado entre los elementos que interconectan columna-placa.
- Se utiliza una viga de misma altura de la placa, colocada directamente sobre los muros de mampostería.

Deficiencia en la unión placa-columna y mampostería	Acero colocado en espaciamiento inadecuado sin tener en cuenta una dirección principal de armado
Vigas sobre los muros de mampostería con escaso acero, no hay control de recubrimiento.	Armadura de voladizo colocado incorrectamente en la parte inferior y con escasa cuantía
Unión vigas columnas inadecuada, insuficiencia de refuerzo en la columna	Armadura escasa en la escalera sin recubrimiento y sentido de armadura, no hay amarres a elementos estructurales. El acero se apoya directamente en los muros perimetrales.

Figura 17-5 Proceso constructivo documentado en la Localidad de Bosa.

Los procesos constructivos de las viviendas, reflejan una discontinuidad provocada por la interrupción marcada entre los diferentes lapsos de construcción y además, se soportan

lateralmente con las edificaciones de los vecinos, este aspecto induce el acuñamiento de la vivienda que desde el punto de vista resistencia sísmica, es pobre toda vez que si falla la casa del vecino también falla la casa propia; la siguiente fotografía presenta tres tipos de sistemas:

- uno reforzado con columnetas.
- otro medianamente reforzado parcialmente destruido
- otro sin refuerzo totalmente destruido, después de ocurrido el sismo reciente de Quetame.

En este sentido, es conveniente reforzar conjuntos de viviendas y de esta manera, evitar que la casa del vecino destruya la propia.

Figura 17-6 Colapso de Vivienda, sismo de Quetame (Cundinamarca).

Todas estas falencias constructivas que observamos en el desarrollo del estudio, se ven claramente confirmadas y aportan una valiosa información que da confiabilidad en este diagnostico.

Potencialmente, las viviendas pueden sufrir al momento de una exigencia sísmica, fallas frágiles, como por ejemplo, las que se muestran en las siguientes fotografías.

Deficiencia en las uniones mampostería placa.

Falla por deficiencia en las uniones.

Figura 17-7 Colapso de Viviendas. (Armenia, Quindío)

De otro lado, las diferentes deficiencias o falencias constructivas que se han encontrado como producto de sismos ocurridos en las últimas décadas, han sido motivo para que dentro de las normativas de 1984 y 1998, incorporen y resaltan los requisitos tendientes a subsanar tales deficiencias sobre todo en los sismos que se mencionan a continuación:

- 23 de Noviembre de 1979 en el antiguo Caldas
- 12 de Diciembre de 1979 en Tumaco
- 31 de Marzo de 1983 en Popayán

Las deficiencias más notables encontradas en los sismos en mención se pueden resumir en:

- Daño grave y colapso concentrado especialmente en edificios de cinco piso o menos. No sobra recordar que hasta finales de la década de 1970 existía la creencia errada generalizada dentro de los ingenieros nacionales que los edificios de baja altura no requerían diseño sismo resistente.

- Excesiva flexibilidad ante solicitaciones horizontales. El gran daño a los muros divisorios y fachadas que se presentó en los sismos mencionados se debió a que muchos de los edificios afectados no habían sido diseñados para fuerzas sísmicas, o cuando se había utilizado alguna norma sismo resistente, no se cumplieron los requisitos de deriva (deflexión horizontal relativa entre pisos consecutivos).

- Gran cantidad de fallas de columnas debidas a la falta de estribos de confinamiento y a que estos elementos no se habían diseñado para los esfuerzos cortantes que les impone el sismo. Nuevamente en este aspecto existía un prejuicio por parte de los ingenieros colombianos fundamentado en la creencia de que los estribos mínimos para columnas que requería el Código 318 de ACI de ese entonces, eran suficiente para proveer el confinamiento y la resistencia a esfuerzos cortantes necesaria.

- Daños graves y colapso de algunas edificaciones de mampostería reforzada. La ausencia de norma respecto al tratamiento de este sistema estructural y las deficientes prácticas constructivas representadas especialmente en hormigueros en las celdas de inyección y en la ausencia de refuerzo horizontal para resistencia a los esfuerzos cortantes.

- Gran cantidad de daño, especialmente en el sismo de Popayán, en edificaciones de mampostería no reforzada. Aunque este aspecto ha sido conocido a nivel mundial desde hace muchos años, hubo necesidad de una catástrofe como la de Popayán para recordar que no debe utilizarse mampostería no reforzada en zonas sísmicas. Desafortunadamente la práctica usual en los años 40 hasta los años 60

de colocar columnas de confinamiento en las estructuras de mampostería, fue abandonada a comienzos de la década de 1970.

Es de notar que la NSR-98 hace recomendaciones para el refuerzo de edificaciones construidas antes de la vigencia de código de 1998, sin embargo es clara en la necesidad de no permitir construir edificaciones de mampostería sin refuerzo para zonas de amenaza intermedia y alta como es el caso de Bogotá, sin embargo permite la construcción de los siguientes sistemas, en los cuales trataríamos de encaminar una vivienda para rehabilitarla para la zona de amenaza intermedia.

Tabla 17-1 Sistemas Permitidos de Acuerdo a la Zona de Amenaza Sísmica.

DESCRIPCION	ZONAS DE AMENAZA SISMICA					
SISTEMAS DE RESITENCIA DE CARGAS VERTICLES Y CARGAS HORIZONTALES	ALTA		INTERMEDIA		BAJA	
	USO PEMITIDO	ALTURA MAXIMA	USO PEMITIDO	ALTURA MAXIMA	USO PEMITIDO	ALTURA MAXIMA
Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (*DES*) con todas las celdas rellenas	SI	45 m	SI	6O m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	SI	30 m	SI	40 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical (*DMI*)	GRUPO I	2 pisos	SI	12 m	SI	18 m
Muros de mampostería confinada (*DMO* - capacidad moderada de disipación de energía)	GRUPO I Y II	15	GRUPO I Y II	18 m	GRUPO I Y II	21 m
Muros de mampostería de cavidad reforzada (*DES* - capacidad especial de disipación de energía)	SI	45	SI	60 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería no reforzada (*DMI* - no tiene capacidad de disipación de energía)	NO SE PERMITE		NO SE PERMITE		GRUPO I	2 PISOS

Por otra parte no hay que olvidar que estos sistemas son nuevos en el código colombiano de construcciones sismorresistentes por lo que mal haríamos el hecho de que es irreal e imposible pretender solucionar todos los aspectos concernientes con la construcción sismo resistente con tan solo este documento. En este sentido corremos el riesgo de que alguna cantidad de viviendas sean casi imposibles de reparar, dada la heterogeneidad de los elementos que la conforman y la exigencia de la norma que induce a que tengamos que realizar rehabilitaciones que en algunos casos pueden resultar muy costosos y con un grado alto de incertidumbre en cuanto a su idoneidad de resistir cargas laterales. En este sentido sería mucho mejor buscar un estudio de reubicación y construcción de nuevas viviendas.

También dentro de la cartilla es importante recalcar sobre la definición de sismo y sus escalas de intensidad y magnitud, que se pueden definir así:

17.1 LA ESCALA DE MAGNITUD DE RICHTER

La escala de richter es la más difundida en los medios de comunicación Los sismólogos usan esta escala de magnitud para representar la energía sísmica liberada por cada terremoto. A continuación se presenta una tabla con los efectos típicos de los terremotos en diversos rangos de magnitud:

Tabla 17-2 Descripción Subjetiva de la Escala de Richter.

MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5-5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5-6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios bien construidos
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente
7.0-7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

17.2 LA ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI

Mide los daños que causan los sismos en las edificaciones y la sensación de las personas durante el sismo, a continuación se presenta una tabla:

Tabla 17-3 Escala de MERCALLI.

INTENSIDAD	INDICADOR DE LA INTENSIDAD
1	El sismo es detectado por instrumentos muy sensibles
2	Lo sienten personas en reposos en edificios altos
3	Sensación semejante al paso de un camión pequeño.
4	Es advertido por las personas que se encuentran en el interior de las casas. Los carros se balancean
5	Es advertido por la mayoría de personas y al gente nota la dirección del movimiento
6	Lo perciben todas las personas, dificultad al caminar. Ventanas, platos y cristalería dañados. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Desprendimientos de pañete. Daños leves a estructuras.
7	Caminar es dificultoso. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables estructuras pobremente construidas.

8	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Construcciones en ladrillos seriamente dañada o destruida.
9	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases
10	Destrucción casi total de las construcciones de albañilería; afecta seriamente edificios, puentes, represas y diques. Se desliza la tierra
11	Los rieles ferroviarios se tuercen, las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio
12	El daño es casi total, hay desplazamientos de grandes rocas; los objetos salen al aire y las edificaciones sufren grandes torsiones.

17.3 MEDIDAS QUE SE PUEDEN TOMAR PARA REDUCIR LAS CONSECUENCIAS DE UN SISMO.

Desafortunadamente los sismos son completamente impredecibles en la actualidad, aun con los aparatos más sofisticados no es posible conocer en qué momento se producirá el sismo. Sin embargo, lo que sí se puede afirmar es que ocurrirán en cualquier momento.

Otro aspecto menos alentador es la gran capacidad de destrucción que tienen los sismos sobre las estructuras y en espacial sobre las que no han sido construidos en forma adecuada.

No sobra recordar que tan solo con dos excepciones, las víctimas humanas que se presentan durante los sismos, en su gran mayoría están asociadas con problemas en las construcciones. Las excepciones corresponden a víctimas producidas ya sea por avalanchas disparadas por el evento sísmico, o bien por la ola marina producida por un sismo que ocurre costa afuera, lo que se denomina Tsunami. El hecho de que las construcciones producen las víctimas debe tenerse en mente con el fin de justificar la imperiosa necesidad de disponer de normas de diseño sismo resistente[14]

Las normas sismo resistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de los normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida.

En Colombia la Norma Sismo Resistente es la NSR-98 que es de obligatorio cumplimiento. En virtud de la Ley 400 de 1997, construir en Colombia sin aplicar esta norma en un delito.

[14] Tomado del prefacio de la NSR98.

Por supuesto que si su casa no cumple con estos requisitos, en la mayoría de los casos, puede ser reforzada para que soporte un sismo con algunos daños menores.

17.4 OTROS EVENTOS NATURALES

Es claro que las deficiencias constructivas de las casas estudiadas dentro del marco de esta consultoría, comprometen la estabilidad de las mismas no solamente para el caso de los sismos, si no, también para cualquier evento que involucre carga lateral o exigencia lateral. Dentro de este estudio se ha mencionado en varias oportunidades el hecho de que la práctica de construir en mampostería es casi generalizada, lo que otorga una vulnerabilidad intrínseca en este sistema que se considera frágil. Al respecto la NSR98 ha querido implementar una mejor practica constructiva desarrollando temas nuevos en el capitulo D, como la mampostería confinada para subsanar y minimizar el tema de fragilidad.

Cabe resaltar de todas formas que el objeto de NSR-98 establece textualmente lo siguiente:

ARTICULO lº- Objeto.- La presente Ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que estas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

El subrayado es nuestro, en este sentido se involucra dentro de la norma la remoción de masas e inundaciones.

Por otra parte, debemos recordar que los procedimientos para diseño de mampostería confinada son nuevos y se basan en una investigación de la Universidad de los Andes, auspiciada por varias instituciones, dentro de las cuales se cuentan la OEA, Conciencias, el antiguo Ministerio de Obras Publicas y la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, a través del Fondo Nacional.

No obstante los eventos de remoción de masas pueden ocasionar mayores daños que un sismo y deben ser vistos de manera particularizada, ya que la construcción en zonas inestables o que son altamente susceptibles a derrumbes merecen en algunos casos la reubicación de las viviendas ya que no es permitido construirlas dentro de estas situaciones.

Por otro lado las construcciones en las riberas de los ríos son susceptibles a inundaciones, que en algunos casos si tienen un arrastre fuerte de la corriente inducen cargas laterales sobre las construcciones que se atraviesen a su paso. Es de notar que la construcción en las riberas es prohibida y ha merecido estudios particularizados con el ánimo de reubicar viviendas. De otra parte, si las inundaciones simplemente producen un agua estancada las viviendas no estarán sometidas a cargas laterales, si no, más bien a efectos de humedades que dependiendo de los rangos de tiempo de humedecimiento y secado pueden producir deterioros en los concretos o en los morteros de pega, que como

mencionamos antes tienen una alta carbonatación, baja resistencia y alta permeabilidad por la presencia de hormigueros, esto conduce a la oxidación del acero y consecuentemente debilitamiento o perdida de la sección.

La presencia de estas viviendas en estas zonas susceptibles a otros eventos diferentes a sismos ha merecido diversos estudios encaminados a minimizar esta problemática, no obstante las deficiencias constructivas se sufren con mayor rigor en estas zonas por este hecho y también porque los sismos son amplificados en la zonas de ladera o producen licuefacción en las zonas cercanas a las riberas de los ríos, por lo cual en la cartilla se plasman estos dos aspectos, con el ánimo de crear conciencia.

A manera general se dan algunas definiciones de los fenómenos naturales que pueden llegar a ocurrir en los lugares donde se encuentran localizadas las viviendas, así como las posibles consecuencias y las medidas que se pueden tomar.

17.4.1 INUNDACIONES

Una inundación es la ocupación por aguas de una zona generalmente se encuentra en condición seca. Como regla general tienden a producirse en época de lluvias, aunque pueden llegar a ocurrir en periodos secos debido a fenómenos lejanos.

Figura 17-8 Inundación por lluvia con granizo en Bogotá D.C. 2007

En la ciudad se producen periódicamente inundaciones menores o encharcamientos a causa de la insuficiencia de los sistemas de alcantarillado de los barrios que están cercanos a los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Juan Amarillo, en la parte baja de sus cuencas, ya que no pueden drenar cuando el nivel del agua de los mismos supera cierto

nivel. Los barrios más afectados por este problema están localizados en la localidad de Suba.[15]

17.4.1.1 CONSECUENCIAS DE UNA INUNDACIÓN

Las inundaciones generan un traumatismo importante en las actividades productivas de la población, así como serias pérdidas económicas especialmente en sectores de bajos recursos donde la mayoría de las posiciones familiares se encuentran en los primeros niveles de las viviendas al alcance de las aguas.

Por otra parte, la afluencia de aguas y el estancamiento, puede generar la proliferación de enfermedades en los infantes y ancianos. Esta situación puede empeorar considerablemente si existe contaminación con aguas servidas, o provienen de cauces muy contaminados, o con contenidos de eses humanas.

Figura 17-9 Encharcamiento en Bogotá.

En cuanto al comportamiento de las viviendas, se pueden generar daños por humedad en los primeros niveles de las viviendas, además de afectar la durabilidad y apariencia de los elementos de concreto deficientemente elaborados.

[15] Fuente SIRE.

17.4.1.2 MEDIDAS QUE SE PUEDEN TOMAR PARA REDUCIR LOS CONSECUENCIAS DE UNA INUNDACIÓN O PARA PREVENIRLA.

La mejor medida es no construir en zonas propensas a inundación, las cuales se encuentran claramente determinadas por las autoridades y en general están señaladas mediante vallas, mojones y avisos. Por otra parte, las autoridades llevan a cabo diferentes programas y medidas de información y de reubicación.

Entre las medidas no estructurales se encuentran: programas de delimitación y demarcación de rondas hidráulicas y zonas de preservación ambiental, reasentamientos por recuperación de corredores ecológicos, programas de mantenimiento y limpieza de los cauces y sistemas de drenaje, planes de monitoreo y sistemas de alerta, planes de emergencia y contingencia, programas educativos y de divulgación y organización comunitaria, planes de ordenamiento territorial[16].

Finalmente, se han tomado medidas como la construcción o realce de jarillones o barreras, para reducir la vulnerabilidad de zonas habitadas, ante este tipo de evento.

[16] Fuente Sire

17.4.2 FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Los fenómenos de remoción en masa son eventos en los cuales una masa de suelo o roca se desplazan con velocidades que varían entre muy rápidas (semejando un río) y muy lentas que llegan a ser imperceptible para los seres humanos.

Los del primer tipo son los más catastróficos, pues suelen ser de naturaleza repentina, aunque previsibles, acaban con todo lo que encuentran a su paso. Dentro de este grupo se encuentran las avalanchas, deslizamientos, flujos de tierra o lodos, caídas de rocas, aludes y derrumbes, entre otros. Cuando se presentan estos fenómenos puede haber numerosas víctimas y las pérdidas materiales son considerables. En general son procesos generados por otros eventos como fuertes periodos de lluvia, erosión, sismos fuertes, o por la acción del hombre (antrópica) mediante la explotación incontrolada de canteras.

En el otro extremo está el fenómeno denominado reptación o flujo lento del terreno, que consiste en un desplazamiento a una velocidad muy baja del terreno, que con el tiempo puede dar lugar a serios daños en las construcciones, tales como fisuras y grietas, además es un síntoma de la posible ocurrencia de un alud o derrumbe.

En Bogotá, los fenómenos de remoción en masa se presentan a lo largo de los cerros orientales, del sur, de Suba y sus respectivas franjas de piedemonte y se ubican principalmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme.[17]

17.4.2.1 CONSECUENCIAS DE UN FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA

Como ya se mencionó, las pérdidas en vidas pueden ser muy altas y pérdidas materiales pueden llegar a ser totales ya que la destrucción generada es muy grande.

Las viviendas que han sido construidas de manera deficiente no soportarán las solicitaciones del evento, aunque estas sean pequeñas, y serán fácilmente destruidas. En cambio, algunas viviendas que han sido construidas con las medidas constructivas adecuadas podrían llegar a soportar parte de estos desplazamientos.

Sin embargo, se insiste en que no se deben construir viviendas en zonas que presentan riesgo importante de un fenómeno de remoción en masa.

[17] Fuente SIRE.

Figura 17-10 Casas destruidas por un derrumbe Barrio: Nuevo Porvenir, Localidad: Usme.

17.4.2.2 MEDIDAS QUE SE PUEDEN TOMAR PARA REDUCIR LAS CONSECUENCIAS DE FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA.

Es claro que desde el punto de vista constructivo, para la mayor parte de tipologías de viviendas, no existen medidas que puedan ofrecer garantías de adecuado comportamiento ante un evento de remoción en masa, tales como la construcción de muros de contención o de manejo de aguas. Por esta razón, las entidades competentes continuamente evalúan la conveniencia y necesidad de adelantar obras que buscan reducir o mitigar el riesgo de un fenómeno de remoción en masa para llevar la zona a una condición más segura.

Figura 17-11 Casas destruidas por FRM, Urbanización Buena Vista Oriental , Localidad: San Cristóbal

De acuerdo con evaluaciones de riesgo por fenómenos de remoción en masa, las zonas habitadas se pueden encontrar en uno de los siguientes grupos:

- ***Zonas de riesgo alto no mitigable****: aquellas donde las obras de mitigación son más costosas y complejas, que llevar a cabo la reubicación de las viviendas involucradas.*
- ***Zonas de riesgo alto mitigable****: en las cuales la inestabilidad es controlable a través de obras de mitigación con un costo razonable y no se requiere reubicación de viviendas.*
- ***Zonas de riesgo medio****: En las cuales los fenómenos de inestabilidad pueden ser controlados con obras de mitigación sencillas, que garanticen la seguridad de las viviendas ubicadas en el área de influencia de los fenómenos.*
- ***Zonas de riesgo bajo****: donde solo se requieren medidas mínimas de prevención y/o de control.*

Por lo tanto, esto implica que solamente debería construirse en zonas con riesgo bajo o medio. En caso de que una casa ya se encuentre construida en zonas con los niveles de riesgo alto mitigable o riesgo alto no mitigable, es recomendable que se acerque a las entidades encargadas para que lo asesoren y le ayuden.

También se debe tomar en cuenta que el propietario puede tomar medidas, en el caso de los cortes efectuados en el terreno, que permitan reducir el riesgo de un derrumbe tales como la construcción de muros de contención u obras para el manejo de aguas, es de suma importancia la valoración de estas obras por parte de un profesional ya que estas obras afectan la seguridad de la vivienda como la de las construcciones vecinas.

18 LINEAMIENTOS PARA EL CONTENIDO DE LA CARTILLA.

Con el ánimo de realizar una propuesta para la creación de la cartilla informativa, se establecen aquí los lineamientos para brindar información técnica, clara y precisa a la comunidad, de tal forma que permita sensibilizarlos sobre la problemática de vulnerabilidad y acudan a la entidad, para solicitar ayuda al respecto.

Los lineamientos que se esbozan a continuación, constituyen el desarrollo de la cartilla, la cual hace parte de otro informe donde se desarrollarán estos temas de manera clara y sencilla. Esto se encamina a que las personas lean la cartilla y llenen de manera voluntaria, un formulario indicando la situación de la vivienda, dirigiéndose posteriormente a la entidad, para que les preste asesoría.

Los lineamientos son:

1 Introducción de la cartilla

2 Amenazas y eventos naturales en los sectores estudiados

3 Ubicación de la vivienda

4 Descripción de los Materiales Empleados

5 Conformación de la Vivienda

6 Patologías Constructivas y Lesiones

7 Revisión secuencial y evaluación de la vivienda:

8 Ensayos y pruebas practicados en las viviendas

9 Recomendaciones

10 Glosario

Estos lineamientos se describen brevemente a continuación:

18.1 INTRODUCCIÓN DE LA CARTILLA

En esta parte se describe de una forma amable, accesible y a la vez suficiente el alcance de la cartilla, y se da una breve explicación de la misma. También se tratan de explicar sus antecedentes ya que son importantes para el desarrollo del tema central. El lector al leer la introducción se hará una idea sobre el contenido de la cartilla su importancia y en que le beneficiará.

El texto propuesto es el siguiente:

Recientemente el país se ha visto sometido a una serie de movimientos sísmicos que además de producir, lamentablemente, víctimas humanas y daños en edificaciones, revivió la necesidad de revisar toda la problemática de la construcción sismo resistente.

No sobra recordar que las víctimas humanas que se presentan durante los sismos, en su gran mayoría están asociadas con problemas en las construcciones. Las excepciones corresponden a víctimas producidas ya sea por avalanchas disparadas por el evento sísmico, o bien por otro tipo de acontecimientos como derrumbes e inundaciones.

Debido a lo anterior el FOPAE contrató un ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA EN LOS ESCENARIOS DE LADERA Y ALUVIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C, el cual buscó identificar las diferentes problemáticas en las construcciones de la ciudad de Bogotá y con base en esta información elaborar la presente cartilla enfocada a la prevención de las consecuencias funestas debidas a sismos y otros eventos naturales.

Esta cartilla tiene como objetivo brindarle una herramienta que le permita, determinar la seguridad de su vivienda y decidir si debe solicitar la colaboración de las entidades gubernamentales en el caso en que su vivienda no sea tan segura como usted cree.

18.2 AMENAZAS Y EVENTOS NATURALES EN LOS SECTORES ESTUDIADOS

En este apartado se describirán, de manera muy sencilla y general, los eventos naturales que amenazan las viviendas del estudio. Por tratarse de temas de gran complejidad técnica no se ha profundizado demasiado ya que daría lugar a un capitulo muy extenso que, además de exceder el alcance del estudio, terminaría por cansar al lector objetivo de la cartilla; haciéndole perder interés en la misma.

Por otra parte aunque el objetivo principal de este capítulo es concientizar a las personas de que efectivamente hay un riesgo que amenaza sus vidas y su propiedad, se ha tratado de no llegar a resultar amarillistas o terroristas con las imágenes de desastres acaecidos en Colombia u otras latitudes, pues si bien el objetivo es que la gente sea consciente del riesgo a que está expuesto no se busca infundir el miedo en las personas.

Como un objetivo secundario, pero no menos importante, se busca que la gente quiera informarse más al respecto y de esta modo acuda a las entidades ya sea directamente o por medios electrónicos de acuerdo a sus posibilidades.

18.3 UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

Se trata de mostrar la importancia de la ubicación de la vivienda a nivel de la ciudad, el barrio y la cuadra, para esto se le muestra de manera progresiva desde el escenario hasta la cuadra como tal las diferentes condiciones en que se puede ubicar su vivienda.

También se introducen algunos comentarios sobre la existencia de voladizos y la altura de las viviendas pues esto atañe a la generalidad de la vivienda.

18.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Las viviendas que se examinaron con el ánimo de producir esta cartilla mostraron debilidades en el uso de morteros para la pega de ladrillos al igual que los concretos utilizados.

Estas debilidades salen a relucir al momento de ocurrir un suceso o acontecimiento natural, ya que hace más débil la vivienda provocando posiblemente un desplome o colapso, estas se pueden resumirse en las siguientes:

Concretos.

• Baja resistencia debido a la poca cantidad de cemento o una preparación inadecuada sin medir las proporciones de los ingredientes

• Alta capacidad de absorber agua similar a una esponja, facilitando la oxidación del acero de refuerzo

• Presencia de porosidades o pequeños espacios vacios semejante a una piedra pómez o a un queso lleno de agujeros, que facilitan la entrada de agua dentro del concreto ayudando a oxidar el acero de refuerzo.

• Desprotección del acero de refuerzo, facilitando que el agua y el viento oxiden el acero, esto es cuando el concreto no queda cubriendo el acero.

• La poca cantidad de cemento provoca que a través del tiempo el concreto se desmorone o pierda resistencia, sobre todo si está expuesto al sol y la lluvia

Morteros.

• Gran cantidad de grietas en la unión de ladrillos producto de un mortero de pega de baja calidad.

• Baja resistencia debido a la poca cantidad de cemento o una preparación inadecuada sin medir las proporciones de los ingredientes.

La mampostería.

La utilización de mampostería o de ladrillos de diferentes texturas y formas es el material más usado para la constricción de su vivienda.

Dentro de este capítulo se muestran algunas recomendaciones sobre el empleo de los materiales, tratando de emplear un lenguaje muy sencillo pero sin generar desinformación.

Finalmente en este capítulo se hacen algunas recomendaciones generales sobre la selección de un buen proveedor de materiales, ya que se encontró que este es un factor que influye fuertemente en la calidad de las construcciones.

18.5 CONFORMACIÓN DE LA VIVIENDA

Se muestran los diferentes elementos que conforman la vivienda y su importancia, así como se dan algunas pautas muy generales con el fin de ayudar a las personas a decidir si su casa al menos cuento con lo mínimo para ser segura.

18.6 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y LESIONES

En este apartado se describen, de la manera más sencilla, las diferentes patologías y lesiones encontradas (que se encuentran desarrolladas en el presente documento), por medio de fotografías y esquemas.

En cada uno de los diferentes ítems se ha tratado de hacer un desarrollo general dando a conocer las causas, características y posibles formas de prevención y consecuencias de cada una de estas lesiones y patologías. Haciendo algunas sugerencias, dentro del alcance de la cartilla, acerca de posibles medidas de mitigación, sin llegar a caer en apologías de la construcción informal y sin supervisión técnica.

Todo lo anterior se realizó buscando el empleo de un lenguaje sencillo y claro.

18.7 REVISIÓN SECUENCIAL Y EVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

En este capítulo primero se lleva al lector en un paseo guiado por su vivienda para mostrarle, apoyado en el contenido de la cartilla, como evaluar el estado de su casa. Es así como se le lleva desde el entorno de la vivienda hasta los materiales, con imágenes y comentarios que recuerdan lo visto en la cartilla y refuerzan algunas ideas a tomar en cuenta el momento mismo de la revisión.

A continuación se le invita a diligenciar el formulario de evaluación de la vivienda, con el fin de obtener un puntaje que le permita de manera objetiva llegar a una evaluación preliminar de la vulnerabilidad de su casa y así poder buscar las herramientas para llegar a un estado de riesgo mínimo.

El texto introductorio y el formulario propuesto son los siguientes:

Cada una de las preguntas debe ser contestada de la manera más sincera ya que de ello puede depender su vida, la sus seres queridos o la de sus vecinos.

Cuando la respuesta hecha a la pregunta sea afirmativa sume o reste el valor como se le indica al frente de cada pregunta, en caso de ser negativa o no pueda responder no sume

ningún valor. Tenga en cuenta que en algunos casos una pregunta podría excluir a la otra si esto ocurre deberá escoger la que sume menor puntaje o la que reste el mayor valor.

Al momento de contestar todas las preguntas usted podrá obtener una puntuación máxima de 92.

Si usted obtiene un puntaje igual o superior a 70 puntos su casa probablemente quede en pie después de un suceso natural, esto no quiere decir que es inmune y que no le va a suceder nada, sino simplemente que los daños pueden ser menores. Se habla en estos casos que su casa es poco vulnerable.

Si el puntaje está entre 45 y 69 puntos, su casa corre una gran posibilidad de sufrir daños graves después de un evento natural, entonces se habla que su vivienda es vulnerable

Si finalmente obtuvo un puntaje inferior a 45, su casa puede quedar destruida después de un sismo, por lo que decimos que su vivienda es muy vulnerable.

Una vez diligencie el formulario, de manera voluntaria, lo debe remitir a la entidad, como un primer acercamiento para que un grupo de profesionales realice visitas a los hogares de mayor grado de vulnerabilidad (menor puntaje) y de esta manera establecer un plan e reforzamiento o de mejoramiento.

	FORMA DEL LOTE FRENTE Y FONDO	
1	¿Su vivienda tiene más longitud de fondo que de frente?	Reste 1
2	¿La forma del lote de su vivienda es rectangular?	Sume 5
	ALTURA DE LA VIVIENDA	
3	¿Su vivienda es de UN (1) piso?	Sume 5
4	¿Su vivienda es de DOS (2) pisos?	Sume 3
5	¿Su vivienda es de TRES (3) pisos?	Sume 1
6	¿Su vivienda tiene más de tres pisos?	Reste 1
	CIMENTACIÓN	
7	¿La vivienda se apoya en Bases de piedra pegada con mezcla?	Sume 1
8	¿La vivienda se apoya en vigas de concreto con refuerzo?	Sume 4
9	¿La vivienda se apoya en zapatas de concreto?	Sume 2
10	¿Las zapatas tienen vigas de amarre?	Sume 3
11	¿No tiene cimentación?	Reste 2
	MAMPOSTERÍA INTERNA Y FACHADA	
12	¿La fachada está construida en ladrillo macizo y el resto de muros en bloque?	Reste 1
13	¿La fachada está construida en el mismo tipo de ladrillo que el resto de muros?	Sume 3
14	¿Los muros están construidos con ladrillos macizos?	Sume 5
15	¿Los muros están construidos con Bloques?	Sume 2

16	¿Todos los muros están construidos con el mismo tipo de ladrillo?	Sume 5
	PLACAS DE ENTREPISO (INCLUYE VOLADIZOS)	
17	¿Todas las placas (o planchas) de la vivienda son del mismo tipo (maciza, aligerada, prefabricados)?	Sume 5
18	¿Hay voladizos en la casa?	Reste 1
	COLUMNAS Y COLUMNETAS	
19	¿Tiene columnas de concreto reforzado, de 30x30cm o más?	Sume 6
20	¿Tiene columnas desde la cimentación hasta la cubierta del último piso?	Sume 8
21	¿Tiene columnetas en los muros de la vivienda, de al menos 20cm?	Sume 2
22	¿Las columnetas esta espaciadas a menos de 3,5 metros y están distribuidas uniformemente por toda la casa?	Sume 2
	CONEXIONES VERTICALES ENTRE PISOS	
23	¿Los aceros de las columnas y/o columnetas son continuos desde la cimentación hasta el último piso?	Sume 5
	VIGAS DE REMATE O CORONACIÓN	
24	¿Los muros del último piso esta rematados con una viga en concreto reforzado?	Sume 3
25	¿Las varillas de las columnas y columnetas se encuentran embebidas en las vigas?	Sume 4
	AMARRE DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA CON MUROS	
26	¿La estructura donde se apoyan las tejas de cubierta va anclada a la viga de concreto de remate?	Sume 3
27	¿La estructura donde se apoyan las tejas de cubierta va anclada directamente a los ladrillo de la ultima hilada?	Reste 1
	AMARRE DE LAS TEJAS DE CUBIERTA CON LA ESTRUCTURA DE APOYO	
28	¿Las tejas están firmemente amarradas a la estructura de apoyo por medio de puntillas o alambre con capucha?	Sume 3
29	¿No ha se han dejado objetos pesados sobre las tejas?	Sume 4
	VIVIENDAS EN EL PERÍMETRO	
30	¿Ninguna de las construcciones alcanza a tocar su casa?	Sume 4
31	¿Su casa es esquinera?	Sume 1
32	¿Su casa es medianera?	Sume 3
33	¿Ninguna de las viviendas anexa es de mayor altura que la suya?	Sume 2
34	¿Es su vivienda más alta que las casas que la rodean?	Sume 1

35	¿Es su vivienda de igual aproximadamente de igual altura que las casas que la rodean?	Sume 4
	MANEJO DE AGUAS LLUVIAS	
36	¿Las aguas lluvias de su cubierta son recogidas por canales y conducidas por bajantes hasta el nivel de la calle?	Sume 2
37	¿Las aguas lluvias son conducidas al sistema de alcantarillado de aguas lluvias de la EAAB?	Sume 3
	ACERO	
38	¿Se aprecia a simple vista la localización del acero de refuerzo?	Reste 3
39	¿Se aprecia que el acero esta oxidado?	Reste 5
	CONCRETO CON HORMIGUEROS	
40	¿Se aprecian hormigueros en Columnas del primer piso?	Reste 8
41	¿Se aprecian hormigueros en Columnas del segundo piso o superiores?	Reste 4
42	¿Se aprecian hormigueros en Vigas?	Reste 5
43	¿Se aprecian hormigueros en Placas?	Reste 5
	UBICACIÓN DEL BARRIO Y DE SU CASA DENTRO DE LA MANZANA	
44	¿Su barrio está ubicado en zona de ladera?	Reste 1
45	¿Su barrio está ubicado en cercanías a un rio o quebrada?	Reste 1
46	¿Su casa está ubicada a menos de 30 metros de un rio o quebrada?	Reste 5
47	¿En el sector donde se encuentra ubicada la casa han ocurrido inundaciones o derrumbes?	Reste 2

18.8 ENSAYOS Y PRUEBAS PRACTICADOS EN LAS VIVIENDAS

Se busca describir de una manera muy sencilla y a modo informativo únicamente algunos de los ensayos y pruebas que se pueden llevar a cabo en las viviendas para determinar el estado o la calidad de los diferentes materiales.

Aquí cabe señalar que la ejecución de un ensayo no se limita a un resultado o valor numérico dado, sino que necesita de la interpretación y evaluación de un profesional idóneo.

18.9 Recomendaciones

Se hacen algunas recomendaciones generales orientadas a que el lector pueda mejorar la calidad de su vivienda.

18.10 Glosario

Aunque se ha tratado de emplear un lenguaje muy sencillo, existen conceptos que solamente pueden ser expresados con ciertas palabras de carácter técnico o que en el contexto de la cartilla tienen un significado muy especifico, por esta razón es necesaria la inclusión de un glosario de términos, en el cual se busca explicar el significado de algunos términos, para la facilidad del lector se ha incluido en todos los capítulos con contenido técnico un subtitulo denominado *Palabras que se emplearán en este capítulo,* con el fin de que el lector pueda acceder de forma rápida a los términos que tal vez no conozca.

Adicionalmente al final del documento se ha dejado un glosario general con todos los términos que aparecen en *Palabras que se emplearán en este capítulo.*

19 DILIGENCIAMIENTO VOLUNTARIO DE AUTOEVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

El formulario mostrado en el apartado **Revisión secuencial y evaluación de la vivienda** (Pagina 281), puede ser contestado de manera voluntaria, buscando calificar por medio de un sistema numérico, el estado de su vivienda.

Entre mayor sea el puntaje, la vivienda es menos vulnerable ante eventos naturales, mas no inmune a ellos.

Se busca que una vivienda reúna la mayor cantidad de cualidades constructivas y la menor cantidad de enfermedades, para que su desempeño sea más adecuado y predecible, ante las fuerzas inducidas por los eventos naturales.

Recordemos que los eventos de la naturaleza pueden ocurrir en algunos casos de manera súbita (caso de terremotos) y en otros casos, pueden ser previsibles pero no inevitables, de tal manera que entre mejor esté construida una vivienda, al igual que las de los vecinos que la rodean, menos vulnerable será a sufrir lesiones graves ó inclusive su colapso.

Las viviendas se pueden clasificar en función de su vulnerabilidad, teniendo en cuenta que en el caso de la construcción informal, se pueden considerar en su mayoría, como vulnerables, solo que en grados diferentes.

Esta situación, permite sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de conocer el grado de vulnerabilidad de la vivienda, partiendo del hecho que la construcción informal en general, no se puede tildar de primera mano como “mala”, sino que al ser diferente y no ceñirse a la normativa y los códigos de sismo resistencia, es más susceptible de verse afectada por sus propias cargas y por las generadas por eventos naturales, como inundaciones, avalanchas, fenómenos de remoción en masa y terremotos. Así mismo, la diferencia de sistemas constructivos que pueden darse entre casas vecinas, así como por el fenómeno de acuñamiento entre estas, genera condiciones de vulnerabilidad comunitaria, tema que hasta el momento la comunidad no considera importante, por tener otras necesidades básicas sin resolver, como por ejemplo, la inseguridad que genera la delincuencia común y los grupos armados al margen de la ley, que operan en estos barrios, así como la presencia de vendedores de drogas y de lugares de consumo de las mismas.

Se define como una casa vulnerable, aquella construcción que debido a sus características ó por la acción de las viviendas que la rodean, tiene un grado mínimo, mediano o alto de debilidad ó resistencia, frente a la ocurrencia de un fenómeno peligroso, que en nuestro caso, es principalmente un evento natural.

Los puntajes obtenidos se clasifican así:

Tabla 19-1 Calificación de La Vulnerabilidad de Viviendas de Acuerdo al Formulario propuesto.

Poco vulnerable:	de 70 puntos en adelante
Vulnerable:	entre 45 puntos y 69 puntos
Muy vulnerable:	menor de 45 puntos

20 VISITA TÉCNICA PARA INTERVENCIÓN DE LAS VIVIENDAS.

Una vez se logre que los diversos usuarios diligencien el formulario de auto evaluación voluntario, lo deben remitir a la entidad, como un primer acercamiento para que se realicen las visitas de campo, donde un equipo de profesionales revisará de manera más detallada, las viviendas que presentan mayor grado de vulnerabilidad, para establecer ya sea un plan de reforzamiento en ellas ó una reubicación cuando sea necesaria, así como su respectivo presupuesto de inversión.

Es fundamental que la cartilla se convierta en un motivador para que los usuarios llenen esta encuesta, ya que el estudio se realizó en una muestra representativa, pero el cuestionario de auto evaluación convierte a cada propietario en un encuestador, ampliando la cobertura del estudio y acercando a los usuarios con las entidades oficiales de control, con las de capacitación y con las que otorgan créditos para reparación de vivienda, de una manera efectiva, para mejorar su seguridad y la protección de sus viviendas y enseres.

Con este estudio y la participación de los usuarios, por medio de la cartilla, se logra el diagnostico e identificación de las patologías constructivas más difundidas en la construcción de la vivienda informar en la capital, lo que permite enfocar los recursos disponibles en educar a los actuales y futuros propietarios de este tipo de vivienda, en capacitar a las personas que las construyen y en buscar métodos ingeniosos de reforzamiento, que permitan reducir la vulnerabilidad de estas viviendas con una inversión razonable.

Como consecuencia de lo anterior, se reducen los riesgos de pérdidas de vidas humanas, ante grandes emergencias provocadas por eventos naturales, así como el impacto económico que estas pueden acarrear sobre el presupuesto de la ciudad de Bogotá.

21 RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

Adicionalmente a la elaboración del manual dirigido a las comunidades de los sectores de ladera y aluvial, se recomienda divulgar y tomar acciones, con base en los siguientes puntos:

Prioridades que manifestaron las comunidades con respecto al área social (Encuestas a propietarios):

- Se hace urgente la participación activa de las diferentes entidades estatales con el fin de mitigar las diferentes problemáticas de inseguridad, pobreza y salubridad presentes en los barrios objeto de estudio.
- Fortalecer y crear espacios de prevención y concientización de la población de los riesgos que representa la construcción de viviendas en zonas de alto riesgo.
- Realizar un trabajo interinstitucional en los barrios ubicados en zonas periféricas de la ciudad con el fin de mitigar los impactos negativos que puedan o no conllevar para la población los proyectos ejecutados en estas zonas.
- Crear espacios de información clara, veraz y entendible para la población ubicada en zonas de alto riesgo con el fin de derrocar las barreras de incredibilidad y desconfianza hacia la presencia del estado.
- Se sugiere crear una estrategia para el lanzamiento de la cartilla, al mismo tiempo que se realice talleres o actividades de concientización (recorridos por la zona explicándole a la comunidad el por qué se considera zona de alto riesgo etc.)

Aplicación del estudio a otros sectores similares de Bogotá: teniendo en cuenta los barrios finalmente seleccionados para hacer este estudio, se puede aplicar la información y metodología, en otros sectores de la ciudad (siempre respetando las características puntuales de cada sector de la ciudad) de acuerdo con las siguientes precisiones:

- El barrio Cerro Norte, representa las viviendas ubicadas en zonas de alta pendiente en ladera, en sectores del Norte y Sur de Bogotá.
- El barrio San Jacinto, es representativo de los sectores ubicados en el centro y sur de la ciudad, así como de barrios ubicados en cuenca de quebradas.
- Los barrios de San Bernardino y la Independencia etapa II, en Bosa, son representativos de los sectores ubicados en llanura aluvial hacia el Sur y Occidente de la ciudad.

Socialización con las comunidades previa a la entrega de la cartilla: se necesita una serie de actividades informativas con las comunidades, debidamente planeadas, para socializar la cartilla antes de su entrega, de tal forma que sea atendida por los usuarios finales, por convicción y no por imposición, para lograr los objetivos que se plantearon en este estudio.

Entrega de la cartilla por capítulos: si bien la entidad tiene la decisión final de escoger el material propuesto de la cartilla para su edición, se recomienda que la

cartilla se publique por secciones y capítulos, de tal forma que se pueda entregar en secuencias acumulativas, que permitan una mayor divulgación e impacto entre los usuarios, especialmente en los barrios que se encentren más consolidados y con menor porcentaje de rotación en la población.

Usuario de la vivienda: considerando que el usuario de la vivienda es quien dispone de los recursos para su construcción, se debe considerar lo siguiente:

- Capacitar al usuario sobre la existencia de nuevos sistemas constructivos, que son más seguros y económicos que los empleados por tradición en su sector, así como de la importancia de planificar desde un inicio teniendo en cuenta las interrupciones que sufrirá hasta que llegue a terminarla.
- Educar al usuario indicándole que es preferible invertir sus recursos en el reforzamiento de la vivienda que en acabados más lujosos que no mejoran el desempeño de su vivienda ante eventos naturales.
- Sensibilizar al usuario sobre la ocurrencia de los eventos naturales, que a pesar de ser poco frecuentes, solo bastan unos pocos segundos de duración, para cambiar de manera radical todo su entorno y su vida.
- Disipar los temores del usuario a buscar el apoyo de los entes oficiales, fijando políticas claras para el manejo de los reforzamientos de estas viviendas.

Ubicación geológica del barrio y tipo de suelo: la localización de la vivienda, según sea el sector, presenta consecuencias sobre los riesgos naturales que se pueden presentar y la forma en que estos pueden afectar la construcción, para lo cual se debe tener en cuenta que:

- La magnitud de los eventos naturales, se puede ver multiplicada por el tipo de suelo y las condiciones topográficas del terreno donde se localiza la vivienda.
- Los sectores de mayor vulnerabilidad a eventos naturales, suelen ser los más baratos del barrio, así que recuerde: lo barato hoy sale más caro mañana.
- En los barrios de ladera ó aluvial, planear la construcción de obras de mitigación de riesgo, que son vitales para mantener la integridad de las viviendas que se encuentran en dichos sectores.

Importancia de los fenómenos naturales: por intermedio de las juntas de acción comunal, hacer divulgación escrita y con la ayuda de charlas, de la existencia de los fenómenos naturales, que si bien son inevitables en la mayoría de los casos, podemos prepararnos para afrontarlos y reducir así la gravedad de sus consecuencias. Es importante ilustrar estas charlas, con la ayuda de fotos reales de eventos naturales y en lo posible, dar testimonios fílmicos de los sobrevivientes, donde expliquen su experiencia y aconsejen a los demás, sobre la importancia de tomar acciones preventivas para que al presentarse el evento, las consecuencias sean mínimas para el usuario, su familia y sus bienes.

Para solucionar las deficiencias de los sistemas estructurales de las viviendas ya construidas, se hacen algunas recomendaciones encaminadas a disminuir la vulnerabilidad, sin apartarse de la normatividad que establece la NSR-98.

Solución de cimentación y amarre con el sistema: Tomando en cuenta que la mayoría de las cimentaciones encontradas son de piedra pegada conformando una especie de concreto ciclópeo, lo que se recomienda, dependiendo de la profundidad a que se encuentre, es lo siguiente:

- Si la cimentación es demasiado superficial, es decir menos de 60 cm, no es conveniente realizar ningún refuerzo ya que las cargas laterales simplemente provocan el colapso por falta de soporte lateral; en este caso se deberá considerar la demolición y construcción de una vivienda nueva que cumpla con los requisitos que garanticen la seguridad de sus habitantes.

- Si la profundidad de cimentación es de al menos 100 cm, se puede considerar el reforzamiento, en este sentido se puede construir vigas que amarren lateralmente los muros, para logar que el sistema tenga un arranque adecuado, de acuerdo a lo estipulado en el titulo E de la NSR 98.

Solución de continuidad vertical y horizontal de la mampostería

Amarrar la mampostería con las diferentes placas con un sistema de columnetas verticalmente continuas, que arranquen desde la cimentación. Estas columnetas deben ir con separaciones de máximo 25[18] veces el espesor de muros sin contar acabados o pañetes, ancladas a la cimentación y con un área no inferior a 200 cm^2, igualmente se deben colocar en los extremos de los muros, en las intersecciones con otros muros y en lugares intermedios, rematando y anclando el refuerzo en la placa o viga de amarre superior. La altura de estos muros no podrá exceder de 20 veces el espesor de muros sin contar acabados o pañetes.

Disponer de muros verticalmente continuos, para realizar los trabajos de las columnetas; en caso de que no exista continuidad se debe corregir la posición de los muros para lograr tal propósito.

La continuidad horizontal se debe buscar con la alineación horizontal de los muros, al menos formado parejas o también colocando aceros, que den la vuelta en las esquinas.

El amarre debe quedar de tal forma que las placas queden amarrando los muros de manera que actúen como un conjunto.

Solución de simetría de la vivienda. Con el fin de evitar torsiones se debe buscar una planta lo más simétrica posible, para tal fin se recomienda lo siguiente:

Conformar módulos independientes por medio de juntas de tal manera que los módulos individuales sean simétricos.

[18] NSR 98 Titulo E.

Conformar un bloque de viviendas que de tal forma que exista simetría y pueda originarse un mismo nivel de placas y conformar un solo diafragma.

Solución de disposición de muros. Es conveniente tener la misma cantidad de muros en dos direcciones ortogonales en planta que garanticen iguales rigideces en las dos direcciones principales. Para lograr esto se pueden construir algunos de muros de rigidez o tratar con las casas vecinas de conformar un sistema de muros, siempre y cuando exista un mismo nivel de placa en las diferentes alturas.

Solución de acuñamiento: Esto se observa en la generalidad de las viviendas que se soportan lateralmente con los muros de la casa vecina, para solucionar esto se propone de manera imprescindible que los reforzamientos se hagan a un bloque de casas buscando las recomendaciones anteriores, esto con el ánimo de evitar que la casa vecina al fallar produzca daños en las viviendas aledañas, igualmente se debe tener especial cuidado en el reforzamiento de las casas esquineras para confinar el grupo de viviendas que existen en una cuadra.

Solución de viviendas hibridas o de difícil alineación de muros: para estas casas se recomienda realizar una reubicación o reconstrucción total, ya que la solución de tratar de reforzarlas, puede costar más que construir una nueva y de todas formas, nunca se lograría obtener un comportamiento adecuado que resista las cargas laterales.

Es importante que los reforzamientos se hagan en un grupo de viviendas, para conformar bloques estructurales, que resistan las fuerzas laterales que producen los sismos

Solución del peso de elementos sobre cubierta y amarres: es imprescindible retirar los elementos pesados de las cubiertas, para evitar que estos caigan en cualquier momento e igualmente, se deben construir vigas de borde perimetrales debidamente amarrados a los muros, para que sirvan de soporte y amarre de las tejas que conforman las cubiertas.

Materiales empleados: considerando que los materiales reciclados, tales como ladrillos, varillas de acero y agregados finos producto de la trituración de escombros de concreto, se usan de alguna manera en la parte estructural de la vivienda, estos deben ser regulados ó controlados por las alcaldías menores, con el fin de desincentivar su uso, debido a la incertidumbre que generan en su calidad y resistencia.

Así mismo, debe fomentarse entre los productores de ladrillo, como la materia prima más usada en estas viviendas, que se vinculen a campañas de capacitación entre los maestros constructores de estos sectores, para el uso adecuado de los mampuestos, así como la producción de un buen mortero de pega, que según lo encontrado en el estudio, presenta una baja resistencia y calidad, generando lesiones patológicas en los muros de estas viviendas.

Con respecto al cemento, es necesario que las agremiaciones de esta industria, preparen charlas de divulgación sobre el buen manejo del mismo, para evitar que a estos clientes les vendan cemento pasado, evitando así las consecuencias negativas de esta práctica en la producción de concretos y morteros.

Patologías constructivas: se pudo encontrar que las patologías constructivas, obedecen principalmente a prácticas de construcción del pasado, que se han mantenido por tradición, imitación o falta de capacitación, ante lo cual, se puede buscar el apoyo del SENA, para montar aulas de capacitación en estos barrios (por ejemplo en las sedes de las acciones comunales), donde se actualice tanto al usuario como a los constructores, con sistemas constructivos más adecuados y actualizados.

Lesiones patológicas: Considerando que las viviendas revisadas no han sido afectadas en forma directa, por eventos naturales, la mayoría de las lesiones patológicas se han producido por las patologías constructivas, de tal manera que con la corrección de estas, es posible corregir la gran mayoría.

En estos casos, es fundamental la visita técnica del personal de la entidad designada, a todas las viviendas que han diligenciado su formato de auto evaluación, para determinar el grado de intervención de la vivienda y aplicar las soluciones técnicas pertinentes, en caso de ser rentable, en consideración a que algunas de las viviendas pueden resultar con un nivel de patologías constructivas tan alto, que sea mejor reubicar al beneficiario en forma transitoria en otro domicilio, mientras se reconstruye la vivienda en su totalidad, para dar una solución contundente que reduzca la vulnerabilidad de estas viviendas.

22 BIBLIOGRAFÍA

- Hubach, E., 1956, Contenido fosilífero de la Sabana y sus alrededores, Ingeominas, Informe 1189, Bogotá.
- Dama ,Fichas técnicas Localidades
- Hubach, E., 1961, Historia Geológica de Colombia, Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat. 2(43): 137-191, Bogotá.
- INGEOMINAS, 1999, Geología del departamento de Cundinamarca, Compilado por: J. Acosta y C. Ulloa, edición medio digital.
- MORENO, M., 1991. Provenance of the lower Cretaceous Sedimentary Sequence Central Part. Eastern cordillera Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat 18 (69).
- SIRE-Sistema de información para la gestión de riesgos y atención de emergencias.
- www.Bogotá.gov.co
- Mauricio Chacón Quintero, “identificación y análisis de futuro de las actividades económicas de la localidad de Bosa 2010”, Universidad Externado de Colombia, Bogotá 2003
- INSTITUTO COLOMBIANODE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS
- Geología de la Sabana de Bogotá
- Informe de perforación y ensayos geofísicos, tanques empresa de acueducto, GAVESA S.A.
- Estudio de Riesgo por remoción en masa y diseño de obras de control, protección y estabilización para los barrios Cerro Norte y Villa Nidia de la Localidad de Usaquén. Noviembre de 2002. Moya y García.
- Monitoreo y seguimiento al deslizamiento de los barrios Cerro Norte y Villa Nidia de la Localidad de Usaquén. Enero de 2003. Geos E.U.
- Estudio de riesgo por remoción en masa para los barrios Cerro Norte y Villa Nidia, de la localidad de Usaquén y diseño de obras de control, protección y estabilización. Moya y García.
- Estudio “Elaboración de diseños de obras nuevas y diseños parea el mantenimiento de obras existentes, presupuestos y especificaciones técnicas en sitios críticos de riesgo inminente por remoción en masa en las localidades de Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar y Usme de la ciudad de Bogotá D,C sitio1 Cerro Norte”. Consorcio IGR.
- Estudio “Análisis de Riesgo por Inundación en la Localidad de Bosa” Estudios y Asesorías Ltda., - DPAE. 1998

- Estudios Hidráulicos, Geotécnicos y Topográficos para definir el Nivel de los Jarillones y Obras Requeridas Para Mitigar el Riesgo de Inundación del Río Bogotá en el tramo Alicachín - La Conejera", Hidrodoestudios S.A. 2000

- Estudio de Zonificación de Riesgos por Remoción en Masa y Diseños Detallados de Medidas de Mitigación para el Barrio Caracolí, Localidad Ciudad Bolívar, Ingemétrica Ltda., Ingenieros Consultores. 2000

- Proyecto De Factibilidad Para Mejoramiento Y/O Relocalización De Asentamientos Humanos Ubicados En Zonas De Alto Riesgo En La Localidad De Bosa 1994 Ordenagro Ltda.

- Estudio geotécnico Sector Quebrada Chiguaza, fase II INGEOMINAS

- Aspectos Geotécnicos de la sabana de Bogotá INGEOMINAS 2004

- Fichas Ambientales DAMA

- Actualización de Zonificacion de amenaza de inundación por desbordamiento del rió Bogotá en los barrios Santa Cecilia, Villa Cindy Santa Rita, San pedro y Bilbao de la localidad de Suba (Duque 2003)

- Estudio de remoción en masa, para el C.E.D., Soratama ubicado en la localidad de Usaquén en la ciudad de Bogotá, D.C (ingeoriesgos 2007)

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismoresistente NSR-98, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). ISBN 958-56394-0-2.

- Calavera Ruiz, José. Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado, Instituto Técnico de Materiales y Construcción. 2005, ISBN 978-84-88764-21-8.