

**CLASIFICADO**



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**

**CONSORCIO IGR-TCI**

**Carrera 45A 51-18  
BOGOTÁ, COLOMBIA.**

**ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS 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 EJECUTIVO**

**ORIGINAL**

**JULIO DE 2009**

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	5
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.2 FASES DESARROLLADAS DURANTE EL ESTUDIO.....	5
2.2.1 Fase 1: .....	5
2.2.2 Fase 2: .....	7
2.2.3 Fase 3: .....	8
2.2.3.1 ESTUDIO DE CONSTRUCCIONES.....	9
2.2.3.2 ELABORACIÓN DE LA HISTORIA CLÍNICA.....	10
2.2.3.3 LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO, ARQUITECTÓNICO Y ALBUM FOTOGRAFICO.....	10
2.2.3.4 LEVANTAMIENTO PATOLÓGICO.....	11
2.2.3.5 ENSAYOS.....	11
2.2.3.6 DIAGNOSTICO.....	12
2.2.4 Fase 4 .....	12
2.2.4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS .....	12
2.2.4.2 PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS .....	13
2.2.4.3 LESIONES PATOLÓGICAS .....	15
3. LINEAMIENTOS PARA EL CONTENIDO DE LA CARTILLA.....	17
3.1 FORMULARIO.....	18
4. RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO .....	22

## 1. INTRODUCCIÓN

En Bogotá D.C. se presentan fenómenos amenazantes de origen natural y socio-natural (remoción en masa, hidrometeorológicos, 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 las zonas de 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.

Con la selección de los tres barrios se buscó 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 Bogota.

## **2. DESARROLLO DEL ESTUDIO**

Para la realización del estudio se planteó un procedimiento, 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”.

### **2.1 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.

### **2.2 FASES DESARROLLADAS DURANTE EL ESTUDIO**

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:

#### **2.2.1 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 contempló 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 desarrolló 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 y 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 específicas para desarrollar el objeto del contrato de consultoría, esto a través de una matriz de decisión que determinó y cuantificó 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 siguiente matriz que escogió a los barrios Cerro Norte, San Jacinto y Bosa San Bernardino.

**Tabla 2-1 ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS**

SITIO	TIPO	DESIZAMIENTO	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

Esta fase se encuentra recopilada en el Capítulo 3 del Informe III que contiene las actividades desarrolladas en campo.

### 2.2.2 Fase 2:

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

- Representación topográfica general: La información topográfica de la zona (planimetría y altimétrica) se levantaría a escala 1:500, con curvas de nivel acordes a la topografía, previamente acordadas con la supervisión. Se incluyó: 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 amarró 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 expuestas 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 específica de estudio, realizadas por inspección visual.
- Inspección patológica general del sector. Esta inspección general del sector se realizó 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 pudieron indicar la acción de agentes patógenos no relacionados con las tipologías constructivas.
- Recopilación Histórica. Se llevó 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 diagnóstico de la zona específica 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 capítulo 4 del Informe Final del presente estudio

### **2.2.3 Fase 3:**

La fase tres contempló determinar las topologías 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
- 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 diagnóstico 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 adelantó en particular las siguientes consideraciones y/o actividades:

#### 2.2.3.1 ESTUDIO DE CONSTRUCCIONES.

Se analizaron un total de 20 edificaciones por cada zona de estudio (para un total 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 iniciales, 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, finalmente esta información alimentó una base de datos debidamente georeferenciada, la cual posteriormente, en la etapa 4, permitió un adecuado análisis de la información.

#### 2.2.3.2 ELABORACIÓN DE LA HISTORIA CLÍNICA.

Fue enfocada en conocer la mayor cantidad de información posible acerca de la vivienda, y su localización específica dentro del entorno buscando que esta información pueda ser posteriormente utilizada en la etapa de diagnóstico, 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 se efectuó con base en 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.

#### 2.2.3.3 LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO, ARQUITECTÓNICO Y ALBUM FOTOGRÁFICO.

Se llevó 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, entresijos, 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.

#### 2.2.3.4 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 organizó, tabuló y manejó estadísticamente para facilitar el proceso de diagnóstico.

#### 2.2.3.5 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 realizó una caracterización de los principales materiales de construcción empleados en los sectores de estudio, para esto se consiguieron muestras de materiales, en los lugares donde comúnmente los adquiere la comunidad de las zonas de análisis. Los depósitos de materiales fueron identificados con base en información suministrada por la comunidad.

Posteriormente se procedió a la construcción de probetas para su ensayo en laboratorio de tal suerte, que permitan 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 utilizó mano de obra del sector, dejando que ellos mismos elaborasen 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 la calidad constructiva de las edificaciones típicas de la zona.

#### 2.2.3.6 DIAGNOSTICO.

Para cada edificación analizada se realizó un diagnóstico 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 plasmó en una matriz para determinar estadísticamente las características encontradas.

Para esta fase se compiló informes que se pueden consultar en el anexo VII FICHAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE VIVIENDAS (Tomos III-VIII).

### 2.2.4 Fase 4

La fase cuatro, contempló el diagnóstico 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, entre otras :

#### 2.2.4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS

El presente tema corresponde al diagnóstico 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 destacaron 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 heterogeneidad 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 otorga 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.

DESCRIPCION	ZONAS DE AMENAZA SISMICA					
	ALTA		INTERMEDIA		BAJA	
	USO PERMITIDO	ALTURA MAXIMA	USO PERMITIDO	ALTURA MAXIMA	USO PERMITIDO	ALTURA MAXIMA
Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical ( <i>DES</i> ) con todas las celdas rellenas	SI	45 m	SI	60 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical ( <i>DMO</i> )	SI	30 m	SI	40 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical ( <i>DMI</i> )	GRUPO I	2 pisos	SI	12 m	SI	18 m
Muros de mampostería confinada ( <i>DMO</i> - 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 ( <i>DES</i> - capacidad especial de disipación de energía)	SI	45	SI	60 m	SI	SIN LIMITE
Muros de mampostería no reforzada ( <i>DMI</i> - no tiene capacidad de disipación de energía)	NO SE PERMITE		NO SE PERMITE		GRUPO I	2 PISOS

#### 2.2.4.2 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.

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 siguientes grupos primarios:

### PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

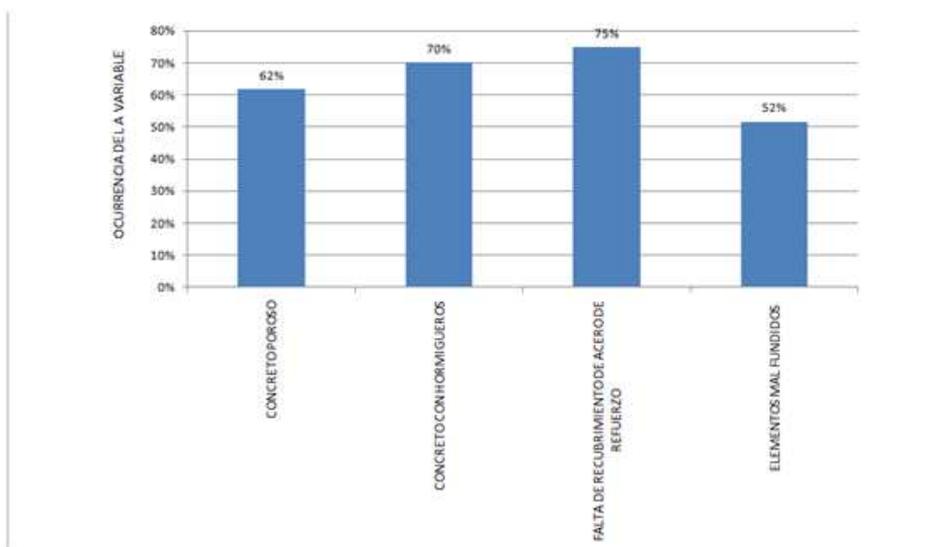
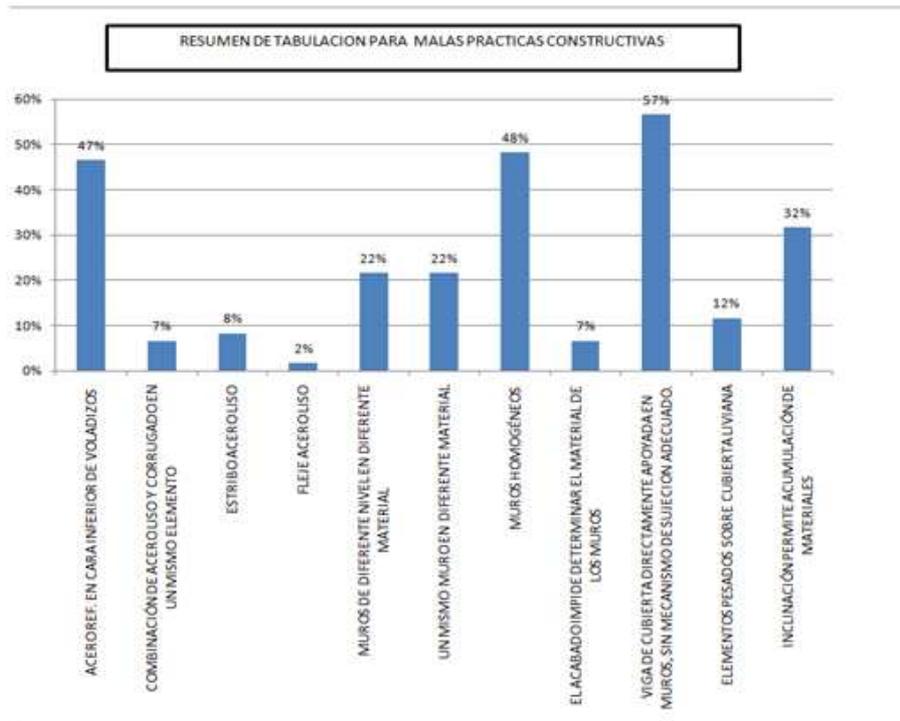


Figura 2-1 Patologías Constructivas

**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**



**Figura 2-2 Practicas constructivas Inadecuadas**

### 2.2.4.3 LESIONES PATOLÓGICAS

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:

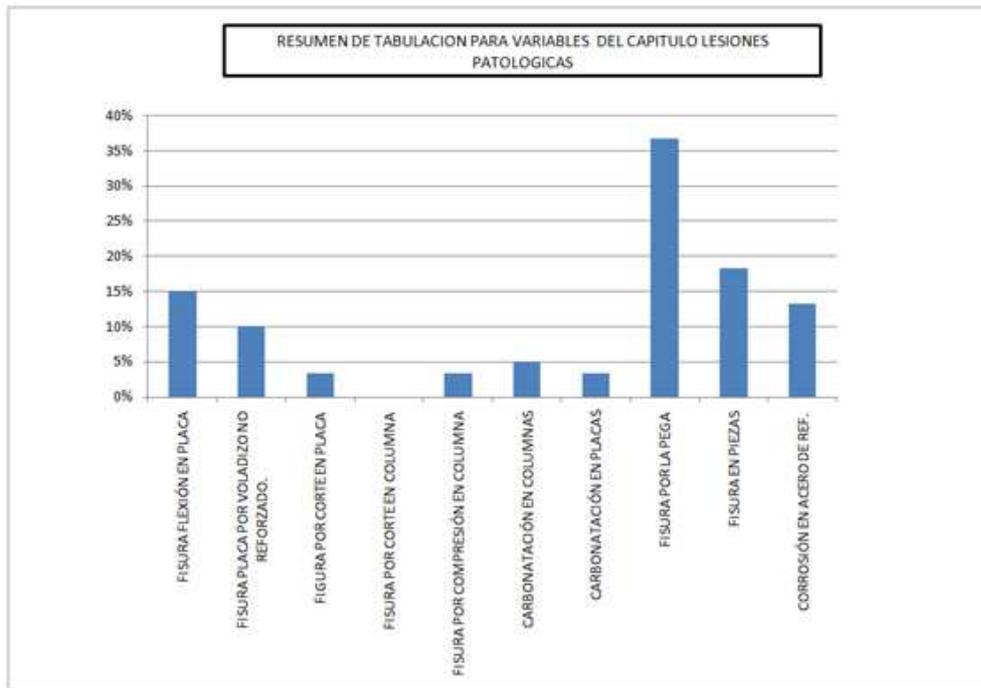


Figura 2-3 Lesiones Patológicas

### 3. 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 acudir 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.

De manera resumida los lineamientos son:

#### **1 Introducción de la cartilla**

#### **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 capítulo 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.

#### **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.

#### **4 Descripción de los Materiales Empleados**

En este apartado se describen, de la manera más sencilla, los materiales más usuales en la construcción de estas viviendas, dando información que permita al lector mejorar la calidad de los materiales empleados.

#### **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 cuenta con lo mínimo para ser segura.

#### **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.

## **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.

## **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.

## **9 Recomendaciones**

Se hacen algunas recomendaciones generales orientadas a que el lector pueda mejorar la calidad de su vivienda.

## **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 específico, por esta razón es necesaria la inclusión de un glosario de términos.

### **3.1 FORMULARIO**

Una de los temas más importantes de la cartilla es permitirle al lector, de la misma, evaluar la vulnerabilidad de su vivienda e invitarlo a acercarse a las entidades, si considera que requiere alguna colaboración. A continuación se transcribe (en cursiva) el apartado correspondiente al formato de evaluación:

*Ahora que ha leído la cartilla tiene las bases suficientes para evaluar su casa por medio del siguiente formulario, en caso de alguna duda regrese al contenido de la cartilla donde seguramente encontrará la respuesta, recuerde que 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 contruidos con ladrillos macizos?	Sume 5
15	¿Los muros están contruidos con Bloques?	Sume 2
16	¿Todos los muros están contruidos 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 está oxidado?	Reste 5
<b>CONCRETO CON HORMIGUEROS</b>	
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
<b>UBICACIÓN DEL BARRIO Y DE SU CASA DENTRO DE LA MANZANA</b>	
44 ¿Su barrio está ubicado en zona de ladera?	Reste 1
45 ¿Su barrio está ubicado en cercanías a un río o quebrada?	Reste 1
46 ¿Su casa está ubicada a menos de 30 metros de un río o quebrada?	Reste 5
47 ¿En el sector donde se encuentra ubicada la casa han ocurrido inundaciones o derrumbes?	Reste 2

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, remociones en masa y terremotos. Así mismo, la diferencia de sistemas constructivos que pueden darse entre casas vecinas, así como por el fenómeno de acuífamiento 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 en si misma ó por la condición 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:

- Poco vulnerable:** de 70 puntos en adelante
- Vulnerable:** entre 45 puntos y 69 puntos
- Muy vulnerable:** menor de 45 puntos

#### 4. 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 incredulidad 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 encuentren 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 filmicos 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 lograr que el sistema tenga un arranque adecuado, de acuerdo a lo estipulado en el título 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<sup>1</sup> veces el espesor de muros sin contar acabados o pañetes, ancladas a la cimentación y con un área no inferior a 200 cm<sup>2</sup>, 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:

---

<sup>1</sup> NSR 98 Título E.

Conformar módulos independientes por medio de juntas de tal manera que los módulos individuales sean simétricos.

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 acuñaamiento:** 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 híbridas 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.