

**INFORME DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL
ESTUDIO SAN BERNARDO DE BATA**

CONTRATO DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA

**Abril de 2014
BOGOTÁ, D.C. – COLOMBIA**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO DE VULNERABILIDAD FÍSICA.....	6
3. VULNERABILIDAD FÍSICA DE VIVIENDAS.....	7
4. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES.....	8
4.1. METODOLOGÍA DE ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO	8
4.1.1. Identificación General de la Edificación.....	12
4.1.2. Registro Fotográfico (Listado de Fotos)	14
4.1.3. Descripción del Sistema Estructural	15
4.1.4. Evaluación y diagnóstico de daños	17
4.1.5. Evaluador	28
4.1.6. Información adicional a recopilar adicional a la obtenida en campo	28
4.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO Y CÁLCULO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES	29
4.2.1. Caracterización de las viviendas.....	29
4.2.2. Cálculo de la Intensidad de Daño Metodología Leone, modificada por Soler.....	30
4.2.3. Cálculo alternativo de la Intensidad de Daño metodología DPAE-Uniandes.....	32
4.2.4. Determinación de la Calificación del Índice de Vulnerabilidad Física.....	34
4.3. CALCULO DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA.....	36
4.3.1. ÍNDICE GLOBAL DE DAÑO.....	37
4.3.2. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA	38
4.4. VULNERABILIDAD FÍSICA DE INFRAESTRUCTURA VITAL (REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, ELÉCTRICAS Y OTRAS REDES).....	42
4.4.1. RESULTADOS.....	44
5. BIBLIOGRAFÍA.....	47

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Formato de Campo Vulnerabilidad Estructural Página 1	9
Figura 2. Formato de Campo Vulnerabilidad Estructural Página 2	10
Figura 3. Formato de Campo Vulnerabilidad Estructural Página 3	11
Figura 4. Ejemplo de cálculo del movimiento diferencial unitario.	18
Figura 5. Tipología estructural predios con levantamiento	36
Figura 6. Índice Global de Daño de las edificaciones.	37
Figura 7. Vulnerabilidad para amenaza en condiciones normales.	38
Figura 8. Distribución de la vulnerabilidad Física en condiciones Normales	39
Figura 9. Vulnerabilidad para amenaza en condiciones extremas.	40
Figura 10. Distribución de la vulnerabilidad Física en condiciones Extremas	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abreviaturas Municipio	12
Tabla 2. Calificación del nivel de daño estructural en la cimentación	19
Tabla 3. Calificación del nivel de daño estructural en los muros portantes	19
Tabla 4. Calificación del nivel de daño estructural en las columnas	20
Tabla 5. Calificación del nivel de daño estructural en las vigas	20
Tabla 6. Calificación del nivel de daño estructural en el entrepiso	20
Tabla 7. Calificación del nivel de daño estructural en las escaleras	21
Tabla 8. Calificación del nivel de daño estructural en la cubierta	21
Tabla 9. Calificación de la Condición de la cimentación	21
Tabla 10. Calificación de la Condición de las Columnas	22
Tabla 11. Calificación de la Condición de las Vigas	22
Tabla 12. Calificación de la Condición del entrepiso	23
Tabla 13. Calificación de la Condición de las escaleras	23
Tabla 14. Calificación de la Condición de la cubierta	24
Tabla 15. Calificación del nivel de daño estructural en los antepechos y muros de fachada	24
Tabla 16. Calificación del nivel de daño estructural en los muros divisorios	24
Tabla 17. Calificación del nivel de daño en la cubierta	25
Tabla 18. Calificación del nivel de daño en el cielo raso	25
Tabla 19. Calificación del nivel de daño en las instalaciones y redes	25
Tabla 20. Calificación de la Condición de los Antepechos y muros de fachada	26
Tabla 21. Calificación de la Condición de los muros divisorios	26
Tabla 22. Calificación de la Condición de la cubierta	27
Tabla 23. Calificación de la Condición del cielo raso.	27
Tabla 24. Calificación de la Condición del Tanque Elevado	27
Tabla 25. Caracterización de las edificaciones	29

Tabla 26. Criterios para la clasificación de sistemas estructurales dentro de las tipologías de la metodología	30
Tabla 27. Intensidad de daño.....	31
Tabla 28. Matriz de daño	31
Tabla 29. Calificación del nivel de daño en elementos estructurales y NO estructurales	32
Tabla 30. Factores de ponderación del índice de daño	33
Tabla 31. Calificación de la Condición de la edificación.....	33
Tabla 32. Calificación del Índice Global de Daño de la Edificación	34
Tabla 33. Coeficiente de Importancia.....	35
Tabla 34. Categoría de la Vulnerabilidad	35
Tabla 35. Porcentaje de daño como función de la probabilidad de falla por movimiento en masa. ...	43
Tabla 36. Grado de daño de los elementos (líneas vitales)	44

1. INTRODUCCIÓN

La zona objeto del estudio y se encuentra ubicada en el centro poblado de San Bernardo de Bata localizado en el municipio de Toledo en el departamento de Norte de Santander. En algunas zonas del municipio se han desarrollado mediante procesos urbanísticos no planificados y de tipo informal, en los que se han realizado manejos técnicos inadecuados, y se han intervenido las laderas mediante cortes y rellenos modificando así sus condiciones iniciales.

Estos cambios de uso, la modificación e intervención del terreno (cortes, inadecuado manejo de las aguas de escorrentía) por parte de la comunidad, que aunado a los factores climáticos y de susceptibilidad de los materiales existentes en la zona, se convierten en un aspecto que favorece la generación de movimientos en masa.

Estas zonas con amenaza alta por remoción en masa, se localizan hacia la entrada del municipio, en otros sectores del centro poblado, y principalmente en las zonas aledañas que lo circundan, se presentan Amenaza media por remoción en masa. Para San Bernardo la amenaza baja por remoción en masa, se ubican en las partes bajas del centro poblado sobre la vertiente derecha del Río Margua, ya que el centro poblado se ubica en una zona de curva prolongada del río que presenta socavamiento en la base del talud en el sector sur del centro poblado.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presenta la metodología para determinar la vulnerabilidad física de las viviendas y edificaciones del centro poblado. Para el desarrollo de esta, se realizó entre otras, un inventario de viviendas en el que se caracterizan las viviendas desde el punto de vista estructural, así como sus daños.

2. ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO DE VULNERABILIDAD FÍSICA

El área de estudio es de 9.65 Ha, en las que se encuentran aproximadamente 250 predios, por lo que la realización del levantamiento de la información resultaba muy costo y extenso. En ese sentido se aplicó un análisis muestral para obtener una muestra representativa de la zona, es decir que reflejara adecuadamente las características del conjunto de la zona de estudio.

Para la definición del número de viviendas ha inventariar en la vulnerabilidad física de viviendas y social, el tamaño de la muestra se selección con procedimientos básicos de estadística.

En ese sentido para una población de 250 predios y un nivel de confianza del 95% el tamaño de la muestra es de 66 viviendas.

Para la toma de adquisición y registro de información en campo de vulnerabilidad física de viviendas se utilizan los formatos de Vulnerabilidad Estructural (Física de viviendas) definidos al inicio del estudio. El proceso para la toma de datos consta de los siguientes pasos:

- a. Ingreso a la edificación.
- b. Se diligencian datos iniciales como fecha de la evaluación, hora, dirección, nombre del propietario, edad de la construcción, para esto se recurre a información proporcionada por la persona residente o encargada en la edificación.
- c. Recorrido por la edificación y diagnóstico visual por parte del evaluador.
- d. Toma de fotografías como vistas generales, visuales del sistema estructural y patologías estructurales, si las hay.
- e. Se realizan preguntas a los habitantes del predio según el instructivo de los formularios de vulnerabilidad estructural y social.
- f. Diligenciar la evaluación en el formulario de acuerdo con la metodología y el diagnóstico realizado en el paso c.

3. VULNERABILIDAD FÍSICA DE VIVIENDAS

La vulnerabilidad, entendida como la predisposición intrínseca de un sujeto o de un elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas (La Red, 2000), o como “el porcentaje de pérdida de un elemento o de un grupo de elementos en un área sometida a una amenaza” (Uzielli et al, 2008), es función de la exposición y de la resistencia, variables dependientes a su vez de la solicitud de un evento en este caso un deslizamiento. El grado de severidad de las consecuencias esperadas, es medible. Su cuantificación está dada por dos connotaciones: una en términos de costos por el daño físico y otra por el peso específico de las variables que inciden en la función socioeconómica (Millán, 2000). Su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso; en otras palabras, tiene como objetivo analizar la respuesta de los elementos (i.e. las viviendas, las redes de servicios públicos, etc) frente a los potenciales fenómenos de remoción en masa. Combinado con la evaluación de amenaza pretende dilucidar el(los) tratamiento(s) por adelantar.

La evaluación de la vulnerabilidad física se realizará para todos los elementos expuestos, frente a las amenazas identificadas; este análisis arroja como resultado una valoración semicuantitativa y debe incluir los siguientes aspectos fundamentales:

Identificar todos los elementos expuestos, tanto estructuras como elementos de infraestructura ante las amenazas identificadas, tanto las actuales como las potenciales.

Evaluar el grado de exposición de los elementos expuestos ante las amenazas identificadas, tanto las actuales como las potenciales.

Evaluar la capacidad de respuesta de los elementos expuestos ante las amenazas identificadas, tanto las actuales como las potenciales, a partir de las características estructurales específicas frente a las posibles sollicitaciones a que se expondría ante la ocurrencia de los procesos de inestabilidad.

A la luz de la concepción de vulnerabilidad adoptada en este proyecto, la determinación de un índice que permita evaluarla, involucra las variables: resistencia y solicitud. Su asignación trae consigo grados de incertidumbre que aunada con la ausencia de modelos objetivos, universales y de apropiado sustento teórico, hacen que esta tarea recaiga en los métodos de racionamiento aproximado, y por ende, encierre algún nivel de subjetividad. Sin embargo, y en aras de subsanar estas limitaciones el modelo que se emplea en este estudio, está fundada en la propuesta de Leone (1996) y Leone et al (1996). Este procedimiento expresa la vulnerabilidad en función de los posibles daños que pueden sufrir los elementos situados en la zona de afectación previsible por el fenómeno, daños definidos en formas teórica y porcentual, a partir de las intensidades de daño. Aunque Leone (1996) categoriza los niveles de resistencia con base en los sistemas estructurales de las unidades residenciales, en este caso se toman en cuenta otras variables como: la calidad de la construcción, los sistemas de cimentación, la estructura y el recubrimiento de la cubierta y los daños en la construcción.

4. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES

4.1. METODOLOGÍA DE ADQUISICIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN EN CAMPO

La vulnerabilidad de las edificaciones depende de diferentes factores involucrados tanto durante el proceso de construcción como durante su uso y ocupación, una mayor vulnerabilidad aumenta el riesgo de las edificaciones a sufrir daños, e incluso colapsar, ante la ocurrencia de eventos extremos como fenómenos de remoción en masa, inundación o sismos de mediana y gran magnitud. La falta de planificación urbana, los procesos de autoconstrucción, el desconocimiento de las normas de construcción, el elevado crecimiento demográfico y los desarrollos subnormales en áreas propensas a la acción de fenómenos inducidos aumentan los índices de vulnerabilidad de las edificaciones.

Variables implicadas como el sistema constructivo, el tipo de materiales, año de construcción, topografía, el entorno, los daños presentes, entre otras, permiten evaluar la vulnerabilidad física de las viviendas. Con base en estos factores, se determinará el grado de vulnerabilidad que se define como la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento determinado.

El proceso para la toma de datos consta de los siguientes pasos:

1. Ingreso a la edificación.
2. Se diligencian datos iniciales como fecha de la evaluación, hora, dirección, nombre del propietario y edad de la construcción, para esto se recurre a información proporcionada por la persona residente o encargada en la edificación.
3. Recorrido por la edificación y diagnóstico visual por parte del evaluador.
4. Toma de fotografías como vistas generales, visuales del sistema estructural y patologías estructurales, si las hay.
5. Se realizan preguntas a los habitantes del predio según el instructivo del formulario.
6. Diligenciar la evaluación en el formulario de acuerdo con la metodología y el diagnóstico realizado en el paso 3.

Para la toma de adquisición y registro de información en campo se utiliza el formato de Vulnerabilidad Estructural (Ver Figura 1 a Figura 3), el cual consta de siete partes:

1. Identificador del formulario y fecha de toma de información
2. Identificación de la edificación.
3. Listado de Fotos.
4. Descripción del sistema estructural.
5. Evaluación y diagnóstico de daños.
6. Esquemas de detalle.
7. Comentarios y Observaciones.

El formato de Campo de Diagnóstico estructural e inspección visual se presenta a continuación.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL											
20. Cimentación			23. Sistema estructural								
<input type="checkbox"/>	20.1 Zapatas	<input type="checkbox"/>	23.1 Pórticos en Concreto Reforzado	<input type="checkbox"/>	23.2 Muros estructurales en Concreto Reforzado	<input type="checkbox"/>	23.3 Sistema Combinado en Concreto Reforzado	<input type="checkbox"/>	23.4 Prefabricados en concreto		
<input type="checkbox"/>	20.2 Vigas Corridas	<input type="checkbox"/>	23.5 Mampostería Confinada	<input type="checkbox"/>	23.6 Mampostería Reforzada	<input type="checkbox"/>	23.7 Mampostería No Reforzada	<input type="checkbox"/>	23.8 Pórtico Resistente a Momento en Acero		
<input type="checkbox"/>	20.3 Mixto	<input type="checkbox"/>	23.9 Pórtico Arriostrado en Acero	<input type="checkbox"/>	23.10 Pórtico y Páneles en Madera	<input type="checkbox"/>	23.11 Pórtico en Madera y Páneles en Otros Materiales	<input type="checkbox"/>	23.12 Muros en Bahareque		
<input type="checkbox"/>	20.4 Concreto ciclopeo	<input type="checkbox"/>	23.13 Muros en Tapia Pisada	<input type="checkbox"/>	23.14 Muros en Adobe	<input type="checkbox"/>	23.15 Material de recuperación	<input type="checkbox"/>	23.16 Mixto. Cuales??		
<input type="checkbox"/>	20.5 Pilotes	<input type="checkbox"/>	23.17 Otro	24. Localización en la ladera					<input type="checkbox"/>	24.1 Corona	
<input type="checkbox"/>	20.6 Caissons	21. Sistema de entrepiso		<input type="checkbox"/>	24.2 Cuerpo	25. Implantación en la ladera			<input type="checkbox"/>	24.3 Base	
<input type="checkbox"/>	20.7 Placa de Cimentación	<input type="checkbox"/>	21.1 Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	25.1 Sobre Relleno	<input type="checkbox"/>	25.2 En Corte	<input type="checkbox"/>	25.3 Estructura Palafítica		
<input type="checkbox"/>	20.8 No existe	<input type="checkbox"/>	21.2 Placa aligerada de concreto								
<input type="checkbox"/>	20.9 No identificada	<input type="checkbox"/>	21.3 Lámina colaborante (Steel Deck)								
<input type="checkbox"/>	20.10 Otro	<input type="checkbox"/>	21.4 Vigas metálicas								
22. Sistema de Cubierta			<input type="checkbox"/>	21.5 Cerchas metálicas							
<input type="checkbox"/>	22.1 Placa en Concreto	<input type="checkbox"/>	21.6 Entramado en madera								
<input type="checkbox"/>	22.2 Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>	21.7 Otro								
<input type="checkbox"/>	22.3 Estructura Metálica y Teja	<input type="checkbox"/>	21.8 No Aplica								
<input type="checkbox"/>	22.4 Estructura de Madera y Teja										
<input type="checkbox"/>	22.5 Otro										
EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS											
26. Causa de daños presentes			27. Actualmente está expuesto a:			29. Grado de daño en los elementos estruc por FRM					
<input type="checkbox"/>	26.1 Asentamientos	<input type="checkbox"/>	27.1 Deslizamiento de tierra	<input type="checkbox"/>	29.1 Severo	<input type="checkbox"/>	29.2 Fuerte	<input type="checkbox"/>	29.3 Moderado		
<input type="checkbox"/>	26.2 Deslizamiento de tierra	<input type="checkbox"/>	27.2 Caída de Rocas	<input type="checkbox"/>	29.4 Leve	<input type="checkbox"/>	29.5 Ninguno	30. Movimiento Diferencial Unitario o Asentamiento diferencial en el contacto de la estructura expuesta			
<input type="checkbox"/>	26.3 Inundación	<input type="checkbox"/>	27.3 Flujos	<input type="checkbox"/>	28.1 Alto	<input type="checkbox"/>	30.1 Asentamiento diferencial máximo (cm)	<input type="checkbox"/>		30.2 Luz correspondiente a 30.1	
<input type="checkbox"/>	26.4 Sísmos	<input type="checkbox"/>	27.4 Ninguno	<input type="checkbox"/>	28.2 Medio						
<input type="checkbox"/>	26.5 Caída de Rocas	28. Grado de exposición a FRM			<input type="checkbox"/>	28.3 Bajo					
<input type="checkbox"/>	26.6 Impáctos										
<input type="checkbox"/>	26.7 Deficiencias Constructiva										
<input type="checkbox"/>	26.8 Otro										
<input type="checkbox"/>	26.9 No presenta daños										
31. Evaluación de daños en elementos estructurales											
ELEMENTO	DAÑO					CONDICION					
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo	Malo	Regular	Bueno			
Cimentación											
Muros Portantes											
Columnas											
Vigas											
Entrepisos											
Escaleras											
Soporte de Cubierta											
32. Evaluación de daños en elementos NO estructurales											
ELEMENTO	DAÑO					CONDICION					
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo	Malo	Regular	Bueno			
Antepecho											
Muros divisorios											
Cubierta											
Cielo Raso											
Tanques elevados											

Figura 2. Formato de Campo Vulnerabilidad Estructural Página 2

YYY: Corresponde a caracteres numéricos los cuales son un número consecutivo desde el 001 hasta el 999.

Tabla 1. Abreviaturas Municipio

NOMBRE	ABREVIATURA
San Bernardo de Bata	SBB

2. Fecha y hora de la visita

Corresponde a la fecha, día, mes y año en números; y a la hora, hora y minutos al inicio de la visita, la hora se escribirá desde la hora 0:00 hasta la hora 23:59.

4.1.1. Identificación General de la Edificación

1. Nombre del propietario o poseedor.

Se escribirá el nombre del propietario o poseedor del predio, en lo posible que sea él el que acompañe la visita.

3.1. Cédula de Ciudadanía: Se escribirá el número de cédula del propietario, en caso de que el propietario atienda la visita o si los residentes tienen conocimiento del número de cédula.

3.2. Teléfono: Se escribirá el número de teléfono de contacto del propietario, en caso de que el propietario atienda la visita o si los residentes tienen conocimiento del número de teléfono de contacto.

3.3. Nombre del Arrendatario: Se escribirá el nombre del arrendatario en caso de que el predio esté arrendado, en este caso se procurará que el arrendatario sea quien acompañe la visita.

2. Dirección, Manzana, Lote

Se escribirá la dirección del predio tal como conste en un recibo de servicios públicos o su registro en planeación municipal. Se diligenciarán los campos Mz: con el identificador de la manzana, si lo hay. Lote: con el identificador del lote, si lo hay. Barrio: con el nombre del barrio, esto con el fin de tener redundancia en la información y prevenir errores.

3. Uso predominante

Se marcará con una X en el recuadro en frente de cada una de las clasificaciones: Residencial, Comercial, Educacional, Salud, Hotelero, Oficinas, Industrial, Institucional, Bodegas, Parqueaderos, Multipropósito u Otros. En caso de clasificarse dentro de Otros, se deberá consignar el uso predominante en frente.

4. Estrato de la vivienda

Según como conste en un recibo de servicios públicos se diligenciará la casilla con el número del estrato sea 0, 1, 2, 3, 4, 5 o 6.

5. Localización en la manzana

Se marcará con una X la ubicación del predio dentro de la manzana dentro de las opciones propuestas: Esquinera, medianera (ubicación central en el lote entre dos edificaciones) o aislada (no tiene edificaciones en su colindancia).

6. Número de pisos

Se escribirán en la casilla correspondiente el número de niveles sobre terreno, el número de sótanos y en la última casilla se escribirá la suma de los dos anteriores.

7. Área construida aproximada

El evaluador estimará con el área del lote, los retrocesos y el porcentaje construido, el área construida por piso, en las casillas 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4, para el piso 1, 2, 3 y 4 respectivamente. En el formato se relacionan únicamente 4 pisos debido a que en las visitas previas realizadas a la zona de estudio no se encontraron edificaciones de mayor número de pisos.

8. Tenencia del bien

Se marcará Con una X la casilla que corresponda, si el bien es de propiedad del tenedor, o está en arriendo, o en Posesión, en caso de no clasificarse dentro de las posibilidades propuestas se marcará la casilla Otro y se escribirá en frente la forma de tenencia del bien.

9. Estado de la construcción

Muestra el avance constructivo a la fecha o intenciones de ampliaciones, modificaciones estructurales, etc. Se marcará con una X el estado en que corresponda: Completa, en caso en que la vivienda se encuentre íntegramente construida (cimientos, estructura portante, cerramientos, divisiones y cubierta); incompleta, en caso en que no se esté ejecutando la construcción y no se pueda catalogar como completa; en construcción, en caso en que se encuentre en proceso de construcción; no construido, en caso en que el lote se encuentre vacío.

10. Control de calidad durante la construcción

Se refiere al cumplimiento de las especificaciones mínimas de construcción durante el proceso constructivo. Se identifica la técnica de construcción además del control en el proceso constructivo.

Se marcará con una X la casilla que corresponda: Autoconstrucción, en caso en que por los procedimientos constructivos, la diversidad de materiales estructurales utilizados y/o por información del propietario del bien, se pueda encuentre que la edificación fue construida por personal sin capacitación tecnológica o profesional en construcción, arquitectura o ingeniería civil (o mecánica si es una estructura en acero) conocedora de las normas de construcción sismo resistentes o el código que aplique; o Con supervisión Profesional o Técnico idóneo, en caso en que por las causas anteriormente nombradas se pueda inferir que la construcción fue realizada por personal con capacitación tecnológica o profesional en construcción, arquitectura o ingeniería civil (o mecánica si es una estructura en acero) conocedora de las normas de construcción sismo resistentes o el código que aplique.

11. Edad de la construcción

Identifica la época de construcción. Norma vigentes consecuentes con el momento de construcción de la edificación. Se escribirá en la casilla en frente los años de construida, aproximando la cantidad de años a la unidad.

12. Datos ocupación

Se anotará el número de apartamentos y locales en la casilla 14.1. Se anotará el número de Familias en la edificación en la casilla 14.2. Se anotará el número de personas residentes en la edificación en la casilla 14.3. Se anotará el número de años de la persona que más tiempo haya residido en la edificación y que actualmente resida en esta en la casilla 14.4. Se anotará el número de años de la persona que más tiempo haya residido en el barrio y que actualmente resida en la edificación en análisis en la casilla 14.5.

13. Acceso a la edificación

Se marcará con una X la casilla que describa el tipo de acceso a la edificación, ya sea este un acceso (15.1) Peatonal destapado, (15.2) Peatonal pavimentado, (15.3) Vehicular destapado, (15.3) Vehicular pavimentado, (15.5) Sin acceso. Las casillas que hacen referencia a accesos destapados se marcarán cuando estos sean en material de afirmado, subrasante mejorada o subrasante de terreno natural; Las casillas que hacen referencia a accesos pavimentados se marcarán cuando estos sean en concreto asfáltico o concreto hidráulico.

14. Servicios públicos

Se marcará con una X la casilla si el servicio público a que hace referencia se encuentra instalado en la edificación. Se referencian de la casilla 16.1 a 16.6 los siguientes servicios públicos en su orden, Acueducto, Alcantarillado, Energía eléctrica, Gas Domiciliario, Teléfono e Internet.

15. La vivienda está sometida a empujes de tierra

En el caso que se presenten empujes de tierras sobre la edificación se marcará con una X la casilla "SI", de lo contrario se marcará con una X la casilla "NO".

16. Qué área de la vivienda se encuentra sometida a deslizamiento

Se marcará con un X la fracción de la casa que se encuentra sometida directamente a un deslizamiento, ya sea 1/3 de la casa, 1/2, 2/3 o el total de la casa. En caso en que la edificación evaluada no se encuentre sometida a deslizamiento se marcará la casilla N/A.

4.1.2. Registro Fotográfico (Listado de Fotos)

Se registrará en el campo 19.1 Consecutivo, el número de la foto que asigne la cámara Fotográfica usada por el evaluador, y en el campo 19.2 se escribirán la descripción de la fotografía, comentarios y observaciones.

4.1.3. Descripción del Sistema Estructural

20. Cimentación

Se marcará con una X el tipo de cimentación de la edificación ya sean zapatas, Vigas corridas (vigas en concreto reforzado para sistemas de muros), Mixto, Concreto ciclópeo (vigas en concreto ciclópeo, sin vigas de concreto reforzado), Pilotes, Caissons (también llamados pilares, corresponden pilotes excavados a mano que funcionan principalmente por punta), Placa de cimentación (cimentación superficial mediante placa maciza o aligerada). En caso de no tener cimentación se marcará la Casilla 20.8 No existe, si la cimentación no se puede apreciar y el propietario no tiene conocimiento de la misma se marcará la casilla 20.9 No Identificada. En caso de presentar otro sistema de cimentación se marcará la casilla 20.10 Otro y se escribirá en frente el tipo de cimentación presente.

21. Sistema de entrepiso

Se marcará con una X el sistema estructural de el/los entrepisos como corresponda, ya sea Placa maciza en Concreto, Placa aligerada en concreto, placa en lámina colaborante (tipo Steel deck, con viguetas metálicas o en concreto), entrepiso conformado por vigas metálicas y loseta en concreto o madera, entrepiso conformado por cerchas metálicas y loseta en concreto o madera, entramados de madera. En caso de encontrarse otro sistema estructural se marcará en la casilla 21.7 Otro y se escribirá en frente el sistema estructura que presenta el/los entrepisos evaluados evaluada, si no se encuentran entrepisos en la edificación se marcará en la casilla 21.8 No Aplica.

22. Sistema de cubierta

Se marcará con una X el sistema estructural de la cubierta, ya sea placa en concreto (maciza o aligerada), Placa en Steel Deck, estructura metálica y teja liviana, Estructura de madera y teja. En caso de presentar otro sistema estructural se marcará en la casilla 22.5 Otro y se escribirá en frente el sistema estructura que presenta la cubierta evaluada.

23. Sistema Estructural

Se marcará con una X el sistema estructural al que corresponda la estructura. A continuación se explica brevemente la composición de los diferentes sistemas estructurales.

23.1 Pórticos en concreto reforzado: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial (columna-vigas), resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, en concreto reforzado.

23.2 Muros estructurales en concreto reforzado: Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual todas las solicitaciones son soportadas por muros en concreto reforzado o pórticos en concreto reforzado con diagonales en el mismo material.

23.3 Sistema combinado en concreto reforzado: Es un sistema estructural en el cual se presentan pórticos (columna-viga) en concreto reforzado esencialmente completos, combinados con muros en concreto reforzado o pórticos con diagonales en el mismo material.

23.4 Prefabricados en concreto: Es un sistema estructural compuesto principalmente por elementos prefabricados de concreto los cuales conforman su estructura resistente a las solicitaciones impuestas y particiones de la edificación. Estos prefabricados están conectados por medio de perfiles metálicos, anclajes mecánicos o químicos.

23.5 Mampostería confinada: Es un sistema de muros de unidades de mampostería de perforación vertical, perforación horizontal o maciza, ya sean de arcilla, concreto o sílico calcáreos, unidas por mortero, la cual se construye utilizando muros de mampostería rodeados con elementos de concreto reforzado, vaciados posteriormente a la ejecución del muro y que actúan monolíticamente con éste.

23.6 Mampostería reforzada: Es un sistema de muros de unidades de perforación vertical, ya sean de arcilla, concreto o sílico calcáreos, unidas por medio de mortero, reforzada internamente por barras y alambres de acero, algunas o todas las celdas se inyectan con mortero de relleno.

23.7 Mampostería no reforzada: Es un sistema de muros portantes de unidades de mampostería de arcilla, concreto o sílico calcáreos, unidas por medio de mortero, que no presenta reforzamiento con elementos de concreto reforzado o con refuerzo interno de barras o alambres de acero.

23.8 Pórtico resistente a momento en acero: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial (columna-vigas), resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, con conexiones rígidas, en acero estructural.

23.9 Pórtico arriostrado en acero: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial (columna-vigas), no resistente a momentos, esencialmente completo, con diagonales en algunos vanos que van desde la cimentación, con conexiones flexibles, en acero estructural.

23.10 Pórtico y paneles de madera: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial (columna-vigas), esencialmente completo en madera y paneles entre los vanos del pórtico fabricados con madera.

23.11 Pórtico en madera y paneles en otros materiales: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial (columna-vigas), esencialmente completo en madera y paneles entre los vanos del pórtico fabricados en otros materiales, como esterilla de guadua, entre otros.

23.12 Muros en bahareque: Es un sistema estructural compuesto por paralelos o columnas en guadua o madera, y el espacio entre estos está ocupado por un entramado de guadua y barro seco, el cual puede estar pañetado con mortero o no; los cuales conforman muros estructurales.

23.13 Muros en tapia pisada: Es un sistema estructural compuesto por muros portantes realizados con tierra adicionada con otros materiales, como paja, material celuloso, melado de caña, cañas de guadua, el cual es compactado por acción mecánica.

23.14 Muros en adobe: Es un sistema de muros portantes de unidades de adobe (tierra adicionada con paja u otros materiales), unidas por medio de mortero, que no presenta reforzamiento con elementos de concreto reforzado o con refuerzo interno de barras o alambres de acero.

23.15 Material de recuperación: Cuando en una edificación se presenten dos o más sistemas estructurales y no se determine uno como predominante se debe marcar esta casilla y anotar al frente el número del ítem de los sistemas estructurales presentes.

23.16 Mixto: Cuando en una edificación se presenten dos o más sistemas estructurales y no se determine uno como predominante se debe marcar esta casilla y anotar al frente el número del ítem de los sistemas estructurales presentes.

23.17 Otro: Cuando en una edificación el sistema estructural no se clasifique dentro de los anteriormente descritos se debe marcar esta casilla y escribir en frente la descripción del sistema estructural.

24. Localización en la ladera

Se marcará con una X la localización de la edificación en la ladera, si se ubica corona, en el cuerpo de la ladera o en la base de la ladera.

25. Implantación en la ladera

Se marcará con una X la implantación de la edificación en la ladera, si se ubica sobre relleno, en corte o en estructura palafítica.

4.1.4. Evaluación y diagnóstico de daños

26. Causa de daños presentes

Se obtendrá con esta evaluación la causa de los daños que se encuentren en la edificación, los cuales se clasifican como daños por asentamientos, deslizamientos de tierra, inundación, sismos, caída de rocas, impactos, deficiencias constructivas, no presenta daños u otro, en caso de que se presente un daño diferente a los contemplados se deberá indicar cuál es la causa.

27. Actualmente está expuesto a:

Se marcará con una X en tantas casillas como corresponda si la edificación está expuesta actualmente a un (27.1) Deslizamiento de tierras, (27.2) Caída de rocas, (27.3) flujos o (27.4) Ninguno.

28. Grado de exposición a FRM

La sigla FRM hace referencia a Fenómenos de Remoción en Masa. Se marcará con una X en el grado de exposición a Fenómenos de Remoción en Masa, ya sea Alto, Medio o Bajo. Un grado de exposición Alto hace referencia a FRM que se encuentre directamente afectando la edificación evaluada o cuando exista un FRM de gran magnitud en cercanías a la vivienda; un grado de

exposición Medio hace referencia a un FRM de mediana o baja magnitud que no se encuentre afectando directamente la vivienda, pero que se encuentre a menos de 100m (una cuadra) de esta si es un FRM de baja magnitud o a menos de 200m (dos cuadras) si es un FRM de mediana magnitud; un grado de exposición Bajo hace referencia a FRM que no se encuentren afectando directamente la edificación y que se encuentren a una distancia mayor de 100m (una cuadra) de esta si es un FRM de baja magnitud o a más de 200m (dos cuadras) si es un FRM de mediana magnitud.

29. Grado de daño en los elementos estruc por FRM

Se realizará una evaluación general de los daños en los elementos estructurales únicamente generados por Fenómenos de remoción en masa. Estos se clasificarán por el evaluador como Severo, Fuerte, Moderado, Leve o Ninguno, marcando con una X en la casilla indicada. Para la evaluación se utilizarán las consideraciones del punto 31.

30. Movimiento Diferencial Unitario o Asentamiento diferencial en el contacto con la estructura expuesta

A continuación se presenta en la Figura 4 un ejemplo de la evaluación del Movimiento Diferencial Unitario, según Leone, 1996 (tomada de Jiménez, 2005). Se anotara en números en la casilla 30.1 el asentamiento diferencial máximo en centímetros; en la casilla 30.2 se anotará la luz correspondiente al asentamiento diferencial máximo (30.1) en metros.

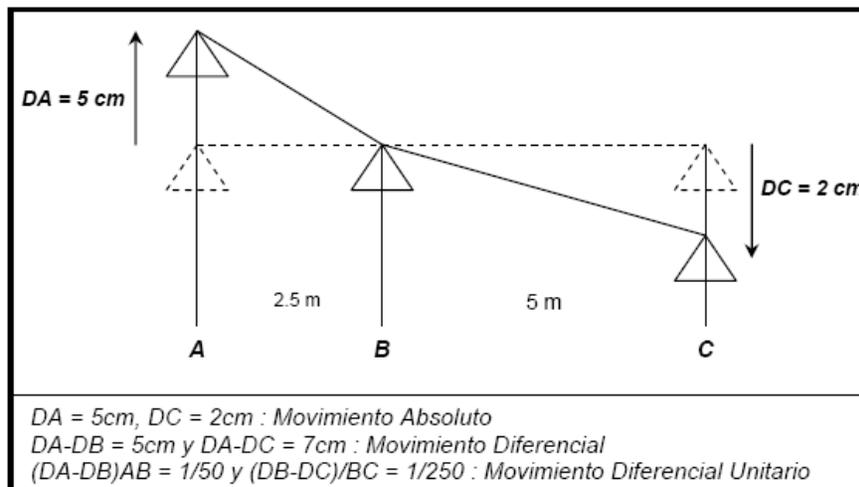


Figura 4. Ejemplo de cálculo del movimiento diferencial unitario.

31. Evaluación de daños en elementos estructurales

- a. **Daños:** Por medio de la inspección visual se califica el nivel de daño estructural en cada uno de los componentes de la edificación de la siguiente forma.

- **Cimentación**

Tabla 2. Calificación del nivel de daño estructural en la cimentación

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras < 3 mm.	LEVE
Grietas 3 a 9 mm.	MODERADO
Grietas 9 a 15 mm. Hundimientos < 15 mm.	FUERTE
Grietas > 15 mm. Hundimientos > 15 mm. Deformaciones (muros de contención)	SEVERO

Nota: En la evaluación se tiene en cuenta la presencia de agua, humedad, otros.

- **Muros portantes.** Se asocian los efectos de: rotación del muro, deslizamiento de las juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal y grietas por flexión.

Tabla 3. Calificación del nivel de daño estructural en los muros portantes

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas continuas diagonales con aberturas hasta de 5 mm. Fisuras en juntas horizontales en el extremo superior e inferior del muro	MODERADO
Grietas abiertas continuas (de 5 a 9 mm.) y mecanismo de rotura escalonado Unidades de mampostería rotas. Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Inclinaciones del muro fuera de su plano vertical. Unidades de mampostería rotas.	SEVERO

- **Columnas.** Se asocian los efectos de: rotación, pandeo, grietas por flexión y cortante, juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal y grietas por flexión.

Tabla 4. Calificación del nivel de daño estructural en las columnas

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas diagonales de cortante con aberturas hasta de 5 mm.	MODERADO
Grietas abiertas (de 5 a 9 mm.) Pérdida de recubrimiento de refuerzo Pandeo apreciable o rotación (torsión) del elemento. Corrosión del acero de refuerzo.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Inclinaciones de la columna fuera de su plano vertical, pandeo apreciable. Pérdida de recubrimiento de refuerzo, rotura de las varillas de refuerzo. Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo (pérdidas de sección superiores al 20%)	SEVERO

- **Vigas.** Se asocian los efectos de: rotación, pandeo, deflexión, grietas por flexión y cortante.

Tabla 5. Calificación del nivel de daño estructural en las vigas

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas diagonales de cortante con aberturas hasta de 5 mm.	MODERADO
Grietas abiertas (de 5 a 9 mm.) Pérdida de recubrimiento de refuerzo. Pandeo apreciable o deflexión del elemento. Corrosión del acero de refuerzo.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Pandeo y/o deflexión muy apreciable. Pérdida de recubrimiento de refuerzo, rotura de las varillas de refuerzo. Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo (pérdidas de sección superiores al 20%)	SEVERO

- **Entrepiso**

Tabla 6. Calificación del nivel de daño estructural en el entrepiso

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras parciales discontinuas apenas perceptibles.	LEVE
Fisuras continuas.	MODERADO
Grietas con aberturas de 3 a 5 mm. Deflexiones apenas perceptibles.	FUERTE
Grietas >5 mm. Deflexiones apreciables.	SEVERO

- **Escaleras**

Tabla 7. Calificación del nivel de daño estructural en las escaleras

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas diagonales de cortante con aberturas hasta de 5 mm.	MODERADO
Grietas abiertas (de 5 a 9 mm.) Pérdida de recubrimiento de refuerzo. Pandeo deflexión apreciable del elemento. Corrosión del acero de refuerzo.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Deflexiones muy apreciables. Pérdida de recubrimiento de refuerzo, rotura de las varillas de refuerzo. Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo (pérdidas de sección superiores al 20%)	SEVERO

- **Soporte de Cubierta.**

Tabla 8. Calificación del nivel de daño estructural en la cubierta

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras en dinteles.	LEVE
Desprendimiento de dinteles (fisuras).	MODERADO
Pérdida parcial de apoyos. Rotura de amarre de vinculación muro-cubierta	FUERTE
Pérdida de apoyos con mecanismo de colapso.	SEVERO

b. **Condición:** Se definen los siguientes criterios para la evaluación de la condición estructural:

- **Cimentación.** Pretende identificar el sistema utilizado para transmitir las cargas de la edificación al suelo de fundación. Califica de manera muy general (siempre y cuando sea posible) la condición de competencia para transmitir cargas al suelo de fundación.

Tabla 9. Calificación de la Condición de la cimentación

CONDICIÓN	NIVEL
La cimentación cuenta con viga corrida en concreto reforzado bajo muros, conformando anillos amarrados.	BUENO
La cimentación cuenta con algunas vigas corridas en concreto reforzado bajo muros, pero no conforman anillos amarrados.	REGULAR
La edificación no cuenta con una cimentación adecuada	MALO

NOTA: En la evaluación se tiene en cuenta la presencia de agua, humedad, otros.

- **Muros portantes.** Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de integridad de los muros, la presencia de muros en dos direcciones ortogonales entre sí, irregularidad en planta, geométrica, irregularidad en altura, etc.

Tabla 1. 1. Calificación de la Condición de los muros portantes

CONDICIÓN	NIVEL
Existen muros en las dos direcciones principales de la edificación.	BUENO
Los muros se concentran en una dirección, aunque existen algunos o varios en la otra dirección.	REGULAR
La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección	MALO

- **Columnas.** Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de integridad de las columnas, la distribución uniforme de columnas, esbeltez, irregularidad en planta, geométrica, irregularidad en altura, etc.

Tabla 10. Calificación de la Condición de las Columnas

CONDICIÓN	NIVEL
Las columnas son completas desde la cimentación hasta el piso superior.	BUENO
Algunas columnas de importancia menor en la resistencia de la edificación no son continuas desde la cimentación, nacen en placas intermedias o se interrumpen y continúan otros sistemas estructurales.	REGULAR
La mayoría de las columnas no son continuas desde la cimentación, nacen en placas intermedias o se interrumpen y continúan otros sistemas estructurales.	MALO

- **Vigas.** Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de integridad de las vigas, condiciones de apoyos, la conectividad de las vigas, esbeltez la formación de nudos con columnas o muros, etc.

Tabla 11. Calificación de la Condición de las Vigas

CONDICIÓN	NIVEL
Las columnas son completas desde la cimentación hasta el piso superior.	BUENO
Algunas columnas de importancia menor en la resistencia de la edificación no son continuas desde la cimentación, nacen en placas intermedias o se interrumpen y continúan otros sistemas estructurales.	REGULAR
La mayoría de las columnas no son continuas desde la cimentación, nacen en placas intermedias o se interrumpen y continúan otros sistemas estructurales.	MALO

- **Entrepiso.** Pretende identificar la tipología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, longitud de las luces, condiciones de apoyos, entre otras características de evaluación.

Tabla 12. Calificación de la Condición del entrepiso

CONDICIÓN	NIVEL
- El entrepiso está conformado por placas de concreto que funcionan de manera monolítica. - La placa de entrepiso se apoya de manera adecuada proporcionando continuidad.	BUENO
- La placa de entrepiso no cumple con alguna de las anteriores consideraciones.	REGULAR
- Los entrepisos están conformados por combinaciones de materiales (madera, guadua, etc.), que no proporcionan continuidad y amarre deseados.	MALO

- **Escaleras.** Pretende identificar la tipología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, condiciones de apoyos, disposición, longitud, entre otras características de evaluación.

Tabla 13. Calificación de la Condición de las escaleras

CONDICIÓN	NIVEL
- Las escaleras no presentan deflexiones apreciables y se encuentran construidas monolíticamente con sus apoyos o conectados adecuadamente a estos. - Las escaleras se apoyan sobre vigas rígidas y conectadas al sistema estructural principal.	BUENO
- Las escaleras presentan deflexiones y vibraciones apreciables.	REGULAR
- Las escaleras presentan deflexiones apreciables y vibraciones, no se encuentran construidas monolíticamente con el apoyo, ni están conectadas adecuadamente a este.	MALO

- **Soporte de Cubierta.** Describe la topología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, longitud de las luces, condiciones de apoyos, entre otras características de evaluación.

Tabla 14. Calificación de la Condición de la cubierta

CONDICIÓN	NIVEL
- Existe una buena condición de amarre y apoyo entre la estructura de la cubierta y muros. - Hay arriostramiento de las vigas. - La cubierta es liviana y está debidamente amarrada a su estructura.	BUENO
- La mayoría de los anteriores requisitos se cumplen	REGULAR
- No se cumplen los requisitos anteriores y/o presenta condiciones contrarias (ej. cubierta pesada)	MALO

32. Evaluación de daños en elementos NO estructurales

- a. **Daños:** Por medio de la inspección visual se califica el nivel de daño en elementos no estructurales, que comprometan la integridad y seguridad de los ocupantes, en cada uno de los componentes de la edificación de la siguiente forma.
- **Antepecho y Muros de fachada.** Se asocian los efectos de: rotación del muro, deslizamiento de las juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal y grietas por flexión.

Tabla 15. Calificación del nivel de daño estructural en los antepechos y muros de fachada

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas continuas diagonales con aberturas hasta de 5 mm. Fisuras en juntas horizontales en el extremo superior e inferior del muro	MODERADO
Grietas abiertas continuas (de 5 a 9 mm.) y mecanismo de rotura escalonado Unidades de mampostería rotas. Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Inclinaciones del muro fuera de su plano vertical. Unidades de mampostería rotas.	SEVERO

- **Muros divisorios.** Se asocian los efectos de: rotación del muro, deslizamiento de las juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal y grietas por flexión.

Tabla 16. Calificación del nivel de daño estructural en los muros divisorios

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+2mm.).	LEVE
Grietas continuas diagonales con aberturas hasta de 7 mm. Fisuras en juntas horizontales en el extremo superior e inferior del muro	MODERADO

Grietas abiertas continuas (de 7 a 12 mm.) y mecanismo de rotura escalonado. Unidades de mampostería rotas. Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él.	FUERTE
Grietas (> 12 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Inclinaciones del muro fuera de su plano vertical. Unidades de mampostería rotas.	SEVERO

- **Cubierta.** Hace referencia a los elementos propios de la cubierta como tejas y correas.

Tabla 17. Calificación del nivel de daño en la cubierta

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Goteras y fisuras en los elementos de cubierta.	LEVE
Desplazamientos de los elementos de la cubierta. Agujeros mayores a 50mm en los elementos de cubierta.	MODERADO
Pandeo en los elementos de apoyo. Desplazamiento fuerte de los elementos de la cubierta, apoyos entre ellos menores a 20mm.	FUERTE
Mecanismo de colapso de los elementos de cubierta.	SEVERO

Cielo raso.

Tabla 18. Calificación del nivel de daño en el cielo raso

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras en el cielo raso menores a 5mm.	LEVE
Pandeo del cielo raso con pérdida de sujeción a la estructura. Fisuras menores a 10mm.	MODERADO
Pandeo del cielo raso y pérdida de entre el 5% y 20% del mecanismo de sujeción del cielo raso a la estructura.	FUERTE
Mecanismo de colapso del cielo raso.	SEVERO

Tanques elevados.

Tabla 19. Calificación del nivel de daño en las instalaciones y redes.

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras cerradas en el tanque. La estructura de soporte del tanque no presenta daños.	LEVE
Fisuras entre 2mm y 5mm en la estructura de soporte del tanque.	MODERADO

Fisuras entre 5mm y 10mm en la estructura de soporte del tanque. Apoyo deficiente del tanque y su estructura de soporte.	FUERTE
Presencia de mecanismo de colapso de la estructura de soporte tanque. Apoyo deficiente del tanque y su estructura de soporte.	SEVERO

b. **Condición:** Se definen los siguientes criterios para la evaluación de la condición de los elementos NO estructurales:

- **Antepechos y Muros de fachada.** Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de integridad de los muros y la sujeción de los muros a la estructura.

Tabla 20. Calificación de la Condición de los Antepechos y muros de fachada

CONDICIÓN	NIVEL
Los muros se encuentran adecuadamente anclados a la estructura de la edificación. Los muros tienen refuerzo, embebido o externo, en donde existen aberturas.	BUENO
Los muros presentan anclajes a la estructura, aunque no en la cantidad adecuada (se pueden presentar algunas dilataciones de los muros en algunos puntos). Los muros no tienen refuerzo en las aberturas.	REGULAR
Los muros están sueltos, no se anclan a la estructura. No presentan refuerzo en ningún punto.	MALO

- **Muros divisorios.** Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de integridad de los muros y la sujeción de los muros a la estructura.

Tabla 21. Calificación de la Condición de los muros divisorios

CONDICIÓN	NIVEL
Los muros se encuentran adecuadamente anclados a la estructura de la edificación. Los muros se encuentran trabados entre sí.	BUENO
Los muros presentan anclajes a la estructura, aunque no en la cantidad adecuada (se pueden presentar algunas dilataciones de los muros en algunos puntos). No todos los muros se encuentran trabados entre sí.	REGULAR
Los muros están sueltos, no se anclan a la estructura. Los muros no se encuentran trabados entre sí.	MALO

- **Cubierta.** Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, peso, entre otras características de evaluación.

Tabla 22. Calificación de la Condición de la cubierta

CONDICIÓN	NIVEL
- La cubierta es liviana y está debidamente amarrada a su estructura. - Las luces entre correas no son mayores a la longitud de las tejas. - Las pendientes y bajantes son suficientes e impiden el empozamiento de agua y/o granizo.	BUENO
- La mayoría de los anteriores requisitos se cumplen	REGULAR
- No se cumplen los requisitos anteriores y/o presenta condiciones contrarias (ej. cubierta pesada)	MALO

- **Cielo Raso**

Tabla 23. Calificación de la Condición del cielo raso.

CONDICIÓN	NIVEL
- El cielo raso es pesado, en láminas de yeso (tipo dry Wall), en fibra mineral, en Icopor y similar. - El cielo raso se encuentra adecuadamente sujetado a la estructura de cubierta.	BUENO
- El cielo raso es liviano, en mortero de cemento sobre guadua, o en malla y mortero, o similar. - El cielo raso se encuentra adecuadamente sujetado a la estructura de cubierta.	REGULAR
- El cielo raso se NO se encuentra adecuadamente sujetado a la estructura de cubierta.	MALO

- **Tanque elevado**

Tabla 24. Calificación de la Condición del Tanque Elevado

CONDICIÓN	NIVEL
- El Tanque Elevado. - El cielo raso se encuentra adecuadamente sujetado a la estructura de cubierta.	BUENO
- El cielo raso es liviano, en mortero de cemento sobre guadua, o en malla y mortero, o similar. - El cielo raso se encuentra adecuadamente sujetado a la estructura de cubierta.	REGULAR
- El cielo raso se NO se encuentra adecuadamente sujetado a la estructura de cubierta.	MALO

33. Esquemas de detalle

El evaluador realizará esquemas localización de la vivienda, área afectada por FRM, disposición de daños en las estructuras o cualquier esquema o representación que considere oportuno para la consideración dentro del análisis de vulnerabilidad de las edificaciones.

34. Comentarios y observaciones

Este espacio se destina para que el observador consigne sus observaciones y comentarios sobre la inspección realizada, en cuanto al estado y vulnerabilidad de la edificación.

4.1.5. Evaluador

35. Nombre y Apellidos

En este espacio se escribirá el/los nombre(s) y apellidos del evaluador.

36. No de evaluación

Corresponde a un consecutivo de las evaluaciones realizadas por el evaluador.

NOTA: En caso de no poder diligenciar alguna información se debe escribir en el espacio destinado en el punto 34 las razones por las cuales no fue posible.

4.1.6. Información adicional a recopilar adicional a la obtenida en campo

Adicional a la información recopilada para cada predio en el formato de campo, se relacionará cada uno de los predios con el código catastral y con el chip respectivo, esta información será consolidada oportunamente por el personal de oficina de la Consultoría.

4.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO Y CÁLCULO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

Para la definición de la metodología de la evaluación se utilizó la metodología especificada en el Anexo técnico de este contrato. Esta metodología es la propuesta por Leone (1996) y adaptada al marco regional por Soler (1998). Los autores antes mencionados proponen evaluar la vulnerabilidad en el contexto de Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) mediante el Índice de Daño (ID), el cual puede definirse un nivel de daño potencial o nivel de pérdidas. El ID se expresa en escala de 0 a 1 y depende de la intensidad con que el FRM se manifieste y obedece a factores del deslizamiento como la distancia de viaje, el volumen transportado, la velocidad del deslizamiento y en relación a los elementos expuestos, este depende de sus características físicas y su proximidad a la masa deslizada (personas, edificios e infraestructura).

4.2.1. Caracterización de las viviendas

La capacidad de respuesta o la vulnerabilidad física se evalúa de acuerdo al tipo de estructura de cada una de las edificaciones, establecida mediante el sistema estructural identificado en la inspección visual realizada mediante el Formato de Campo. En la Tabla 25 se presentan las tipologías.

Tabla 25. Caracterización de las edificaciones.

Tipo de Vivienda	Descripción
A	Viviendas con estructura en concreto, mampostería estructural y acero.
B	Viviendas con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado.
C	Viviendas de muros cargueros y viviendas prefabricadas.
D	Viviendas informales construidas utilizando material de recuperación.
E	Edificaciones en proceso de construcción.
F	Lotes vacíos

Los sistemas estructurales son clasificados de acuerdo a los siguientes criterios:

Tabla 26. Criterios para la clasificación de sistemas estructurales dentro de las tipologías de la metodología

Tipo de Vivienda	Descripción
A	Viviendas con estructura en concreto, mampostería estructural y acero.
	Pórticos en Concreto Reforzado
	Muros estructurales en Concreto Reforzado
	Sistema Combinado en Concreto Reforzado
	Mampostería Confinada
	Mampostería Reforzada
	Pórtico Resistente a Momento en Acero
	Pórtico Arriostrado en Acero
B	Viviendas con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado.
	Mampostería no Reforzada
C	Viviendas de muros cargueros y viviendas prefabricadas.
	Prefabricados en concreto
	Muros en Bahareque encementado
	Muros en Tapia Pisada
	Muros en Adobe
	Mixto
D	Viviendas informales construidas utilizando material de recuperación.
	Material de recuperación
	Pórtico y Páneles en Madera
	Pórtico en Madera y Páneles en Otros Materiales
	Otro
E	Edificaciones en proceso de construcción.
F	Lotes vacíos

4.2.2. Cálculo de la Intensidad de Daño Metodología Leone, modificada por Soler

La intensidad de daño se calculará según la propuesta de Délégation aux Risques Majeurs DRM (1990), que caracteriza el daño en relación al valor antes y después de sufrir los daños probables después del evento, mediante la siguiente ecuación:

$$ID = \frac{V_i - V_f}{V_i}$$

Dónde: ID: Índice de daño.

Vi: Valor inicial del bien (antes del evento).

Vf: Valor final del bien (después del evento).

Para relacionar el índice de daño con la intensidad de daño se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 27. Intensidad de daño.

INTENSIDAD DE DAÑO	MODOS DE DAÑO	PORCENTAJE DE DAÑO (ID)
I	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada	0.01 - 0.10
II	Fisuración en muros, reparaciones no urgentes.	0.11 - 0.30
III	Deformaciones importantes, fisuras en elementos estructurales.	0.31 - 0.60
IV	Fractura de la estructura, evacuación inmediata	0.61 - 0.80
V	Colapso parcial o total de la estructura.	0.81 - 1.00

Para relacionar el tipo de proceso de remoción con el daño en los elementos se utiliza la siguiente matriz de daño:

Tabla 28. Matriz de daño

SOLICITACIÓN	TIPOLOGIA					
	A	B	C	D	E	F
Desplazamiento Vertical						
Alto	0.50	0.50	0.75	0.95	0.50	0.00
Medio	0.25	0.25	0.50	0.65	0.25	0.00
Bajo	0.10	0.10	0.25	0.40	0.05	0.00
Empujes						
Alto	0.50	0.75	0.75	0.95	0.50	0.00
Medio	0.25	0.50	0.50	0.65	0.25	0.00
Bajo	0.10	0.15	0.25	0.40	0.05	0.00
Impactos						
Alto	0.50	0.75	0.95	0.95	0.95	0.00
Medio	0.50	0.50	0.75	0.65	0.75	0.00
Bajo	0.15	0.20	0.50	0.40	0.25	0.00
Hundimiento-Desplazamiento Vertical						
Alto	0.50	0.50	0.75	0.95	0.50	0.00
Medio	0.05	0.25	0.50	0.65	0.25	0.00
Bajo	0.05	0.05	0.25	0.40	0.05	0.00
No Solicitación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La calificación del daño en los elementos expuestos debe realizarse a partir de la estimación de la altura de la masa deslizada y de la velocidad de desplazamiento de la masa que debe estar debidamente sustentada y debe incluir aspectos tales como el tipo de movimiento y las características reológicas de la masa.

4.2.3. Cálculo alternativo de la Intensidad de Daño metodología DPAE-Uniandes

Alternativamente, para calcular el grado de daño de las edificaciones evaluadas se propone utilizar el Índice Global de Daño (IGD), que considera una mayor cantidad de variables, como deficiencias constructivas, la condición estructural de los elementos estructurales y no estructurales, el grado de daño de cada uno de los elementos, y la importancia de cada uno para la estabilidad de la edificación.

El índice Global de Daño (IGD) se calcula a partir de la información levantada en campo de acuerdo con el grado de daño se obtuvo con base en la estimación observada en campo y la condición de cada uno de los elementos estructurales y NO estructurales. Para describir la evaluación del daño es necesario determinar las fallas que presentan las viviendas. Para ello se emplean términos o definiciones cualitativas que sirven como calificadores del grado de daño de la edificación.

Para esto se establecen cinco calificadores identificados a través de los siguientes estados: Ninguno, Leve, Moderado, Fuerte y Severo; otorgándoles a cada uno, un valor numérico específico, determinando y afectando así la calificación total de los elementos estructurales y no estructurales evaluados para cada vivienda.

Tabla 29. Calificación del nivel de daño en elementos estructurales y NO estructurales.

CALIFICACIÓN	NIVEL	CUANTIFICACIÓN DAÑO
1	NINGUNO	0.0
2	LEVE	0.30
3	MODERADO	0.60
4	FUERTE	0.80
5	SEVERO	1.00

De acuerdo con la importancia de cada uno de los elementos, a los que se les evalúa su nivel de daño, se les asigna un peso porcentual, esto debido a que una columna con un daño severo, es más crítica dentro de la estabilidad de la edificación, que un daño severo en las escaleras.

Los elementos estructurales predominantes en el caso de determinar el estado de una estructura en términos de vulnerabilidad son la cimentación, las columnas y muros portantes, las vigas y los entresijos, por tanto se decide otorgar un porcentaje de importancia a dichos elementos tal y como se presenta en la Tabla 30. Así mismo, el colapso de los elementos no estructurales puede ocasionar pérdidas de vidas o comprometer la seguridad de las mismas, por lo que se le asigna un peso porcentual a los mismos, dependiendo de su importancia.

Para el cálculo del índice global de daño se le asigna un peso porcentual del 80% a los elementos estructurales y un 20% a los elementos NO estructurales.

Los pesos porcentuales asignados y el cálculo de los índices globales de daño se basan en la metodología propuesta por la Universidad de Los Andes y el DEPAE (ahora FOPAE, Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias) de Bogotá D.C.

Tabla 30. Factores de ponderación del índice de daño

INDICE DE DAÑO		
ELEMENTOS ESTRUCTURALES (EE)		PONDERACIÓN INDICE DE DAÑO GLOBAL
ELEMENTO	FACTOR DE PONDERACIÓN (EE)	
Muros Portantes	Promedio(ID muros portantes + ID columnas)*0,50	0.8
Columnas		
Vigas	0.15	
Nudos o puntos de conexión	0.10	
Entrepisos	0.15	
Escaleras	0.05	
Soporte de Cubierta	0.05	
SUBTOTAL	1.00	
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES (EN)		
ELEMENTO	FACTOR DE PONDERACIÓN (EN)	
Muros de Fachada o Antepecho	0.30	0.2
Muros divisorios	0.30	
Cubierta	0.10	
Cielo Raso	0.10	
Instalaciones	0.05	
Tanques elevados	0.15	
SUBTOTAL	1.00	
TOTAL		

En la inspección visual se califica la condición de los componentes de la edificación utilizando variables cualitativas como se presenta a continuación:

Tabla 31. Calificación de la Condición de la edificación

CALIFICACIÓN	NIVEL	FACTOR DE MAYORACIÓN
1	BUENO	1.00
2	REGULAR	1.10
3	MALO	1.20

Los factores de mayoración empleados para amplificar el nivel de daño, son los siguientes:

- Factor de mayoración por “condición Buena”: 1.0
- Factor de mayoración por “condición Regular”: 1.10
- Factor de mayoración por “condición mala”:1.20

El factor de mayoración correspondiente se aplica directamente sobre la calificación del daño a cada elemento respectivamente.

Para la obtención de la calificación de la intensidad del daño de la edificación se utilizará la siguiente tabla.

Tabla 32. Calificación del Índice Global de Daño de la Edificación

CALIFICACIÓN DE DAÑO	INDICE GLOBAL DE DAÑO (IGD)
SEVERO (5)	0.80 < IGD
FUERTE (4)	0.60 < IGD ≤ 0.80
MODERADO (3)	0.45 < IGD ≤ 0.60
LEVE (2)	0.15 < IGD ≤ 0.45
NINGUNO (1)	0.00 < IGD ≤ 0.15

El Índice Global de Daño de la Tabla 32 es un indicador de la habitabilidad de la vivienda a corto y mediano plazo, teniéndose que para cuando las edificaciones presenten una Calificación de Daño Fuerte o Severa se entenderá que la habitabilidad de la vivienda está comprometida y el FOPAE deberá tomar las acciones que sean pertinentes para asegurar la preservación de la vida de los ocupantes.

Finalmente, el valor del daño se obtendrá como el mayor de los obtenidos por la matriz de daño de la Tabla 28 y el Índice Global de Daño de la Tabla 32.

4.2.4. Determinación de la Calificación del Índice de Vulnerabilidad Física

Según lo indica el anexo técnico, el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) debe ser calculado a partir de la expresión empírica propuesta por Soler (1998).

$$IVF = \left[1 - (1 - ID)^{\frac{1}{1-\alpha ID}} \right]^{1-\alpha ID}$$

Dónde: IVF: Índice de Vulnerabilidad Física.

ID: Índice de Daño.

α: Coeficiente de importancia.

Los valores del coeficiente de importancia se seleccionan en relación con la evaluación de la amenaza efectuada. Los valores a emplear se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 33. Coeficiente de Importancia

Calificación de la amenaza	Valor de α
Baja	0.2
Media	0.4
Alta	0.6

La valoración cualitativa de la amenaza se obtiene a partir del Índice de Vulnerabilidad Física, para ello se emplea la siguiente tabla, la cual está contenida en el anexo técnico que rige el presente contrato.

Tabla 34. Categoría de la Vulnerabilidad

Categoría de la vulnerabilidad	Valor del IVF
Alta	≥ 0.65
Media	$0.65 > IVF \geq 0.15$
Baja	< 0.15

Para el caso particular de las viviendas construidas en material de recuperación pertenecientes al Tipo de Vivienda B1 de la Tabla 25 se utilizará la metodología propuesta por Leone, modificada por Soler, la cual castiga con unos Índices de Daño, según la Matriz de Daño (Tabla 28), altos, lo que representará vulnerabilidad física media y alta de acuerdo con los grados de exposición y movimientos de la masa de suelo.

4.3. CALCULO DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

Se realizó un levantamiento de información completa. Con esta información es posible calcular el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF), según la metodología de Leone, y el índice global de daño, según la metodología de FOPAE-Uniandes.

Se realizó el levantamiento completo de información para 56 predios.

De acuerdo al levantamiento de información realizado, se tiene que las Tipologías predominantes son A con un 63%, B con un 15% y F con un 13%. Las estructuras no identificadas corresponden a predios a los que no se permitió el ingreso y que por la fachada no es posible determinar el sistema estructural.

Para los predios a los cuales se les realizó un levantamiento resumido de información se tiene que las Tipologías predominantes son B con un 48%, A con un 25% y D con un 19%. Las estructuras no identificadas corresponden a predios a los que no se permitió el ingreso y que por la fachada no es posible determinar el sistema estructural.

A continuación se presenta una gráfica con la información de la tipología de predios.

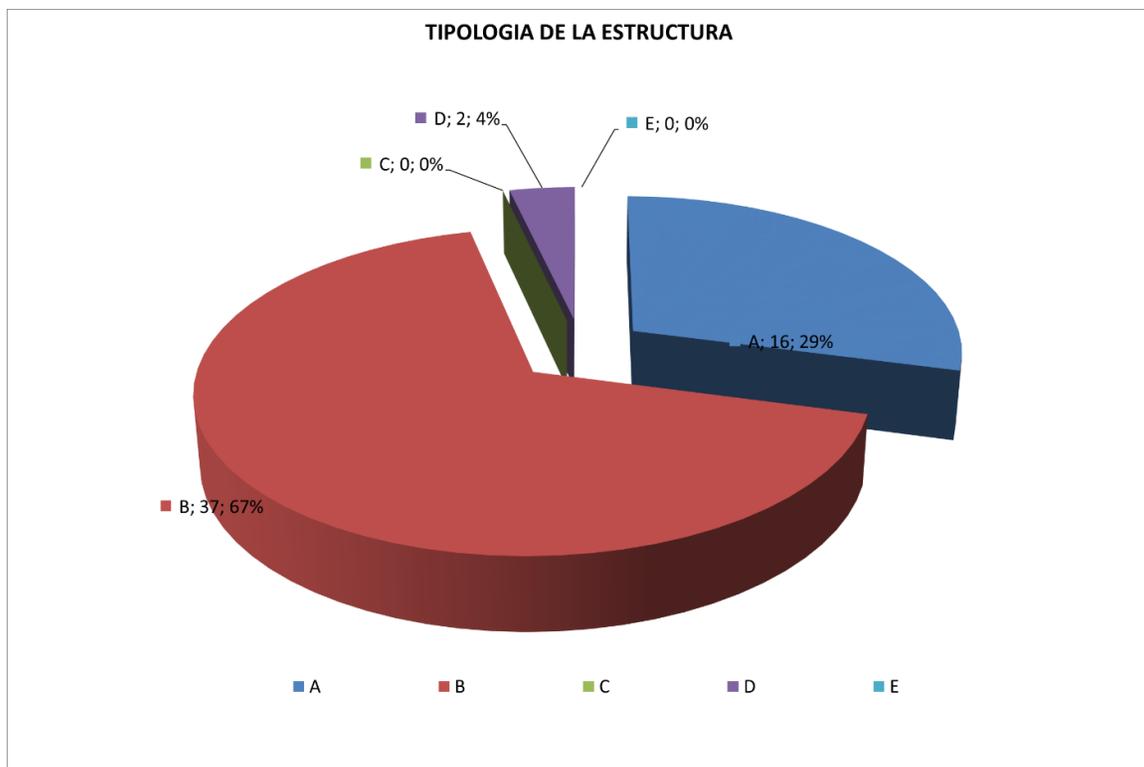


Figura 5. Tipología estructural predios con levantamiento

En la Figura 5 se puede apreciar que el sistema estructural de más del 60% de las edificaciones construidas no es aceptado por la norma NSR-10, la cual es la norma de construcción vigente, de construcción vigente, Ley 400 de 1997, modificada Decretos 2525 de 2012, 092 de 2011 y 340 de 2012.

4.3.1. ÍNDICE GLOBAL DE DAÑO

El índice global de daño por la metodología FOPAE-Uniandes se presenta con el fin de establecer el estado actual de daños de las edificaciones, el cual no se relaciona directamente con los procesos o solicitudes a las que estas se puedan ver sometidas. De la Figura 6 se obtiene que el 36% de las edificaciones evaluadas presentan un Índice Global de Daño (IGD) calificado como Ninguno o Inexistente, un 44% como Leve, el 9% de las edificaciones evaluadas presentan un IGD moderado, Fuerte el 6% y el 5% de las viviendas presentan índice de daño Severo.

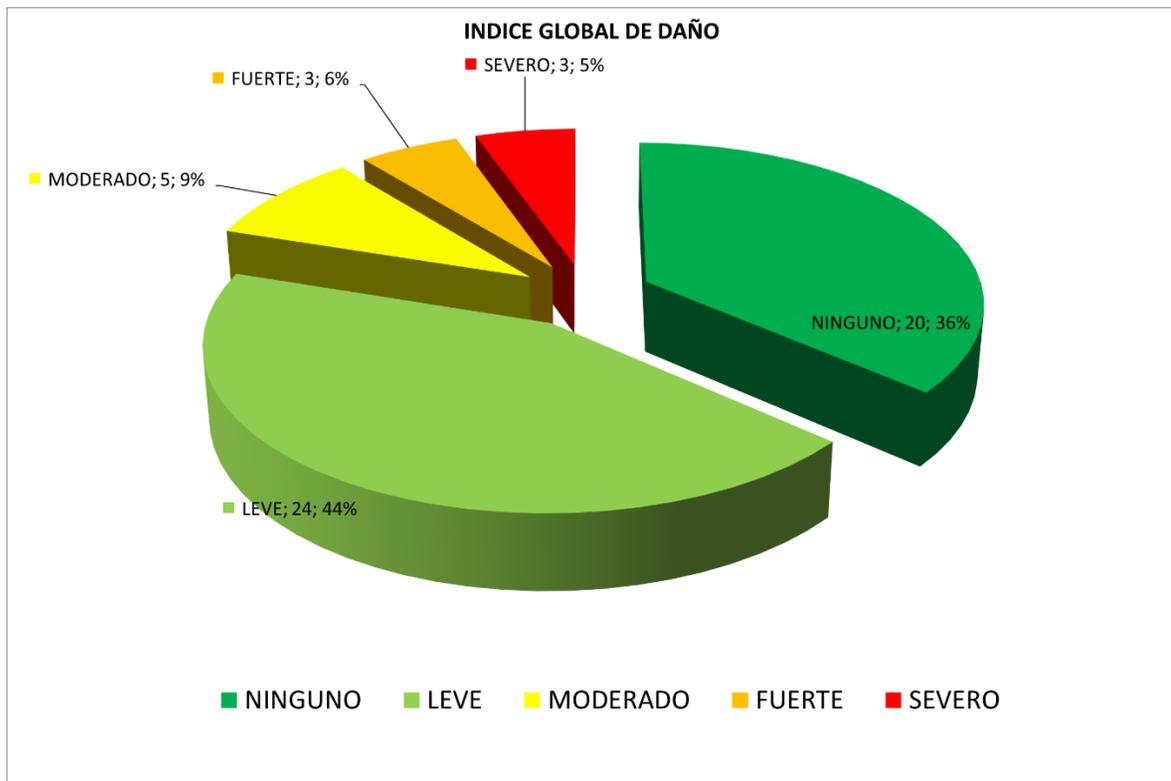


Figura 6. Índice Global de Daño de las edificaciones.

4.3.2. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Para el índice de vulnerabilidad física (IVF) se tuvo en cuenta dos escenarios, la vulnerabilidad en condiciones normales y la vulnerabilidad en condiciones extremas, En la Figura 7 se presenta la distribución de vulnerabilidad para la amenaza en condiciones normales, en la cual se observa que el 34% de las edificaciones se encuentran en vulnerabilidad baja, un 45% en vulnerabilidad media y un 21% en vulnerabilidad alta. En la Figura 8 se presentan los predios evaluados con su calificación de vulnerabilidad para condiciones normales de amenaza.

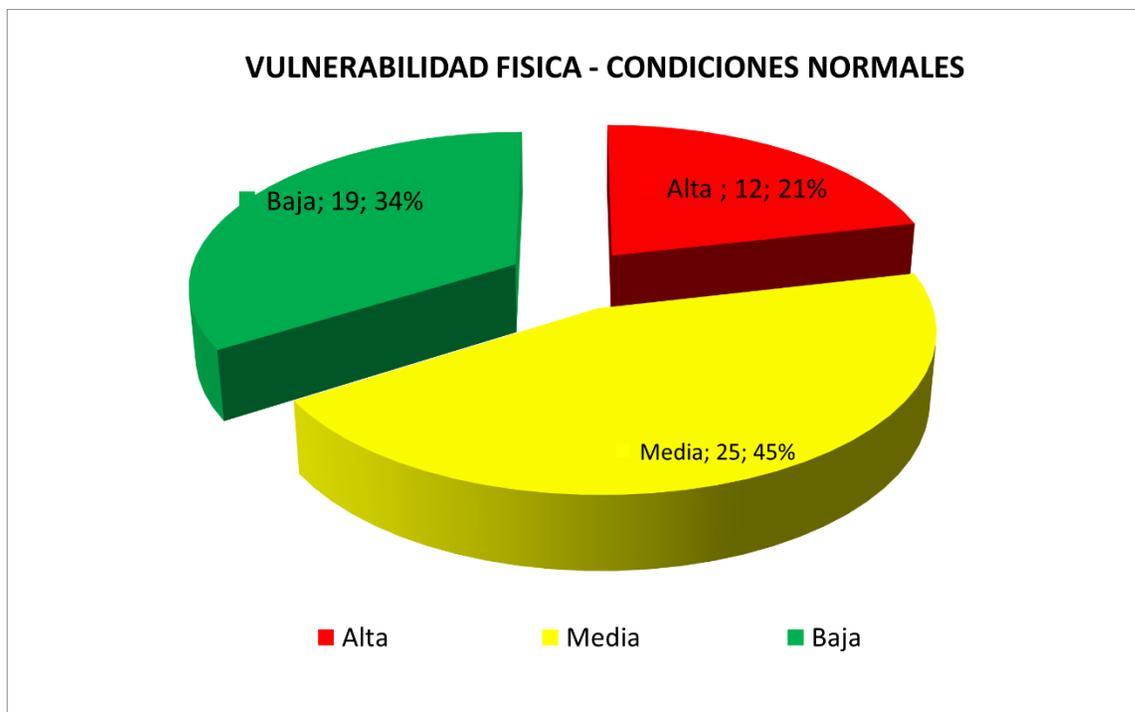


Figura 7. Vulnerabilidad para amenaza en condiciones normales.



Figura 8. Distribución de la vulnerabilidad Física en condiciones Normales.

En la Figura 9 se presenta la de vulnerabilidad para la amenaza actual, en la cual se observa que el 34% de las edificaciones se encuentran en vulnerabilidad baja, un 30% en vulnerabilidad media y un 36% en vulnerabilidad alta. En la Figura 10 se presentan los predios evaluados con su calificación de vulnerabilidad para condiciones extremas de amenaza.

VULNERABILIDAD FISICA - CONDICIONES EXTREMAS

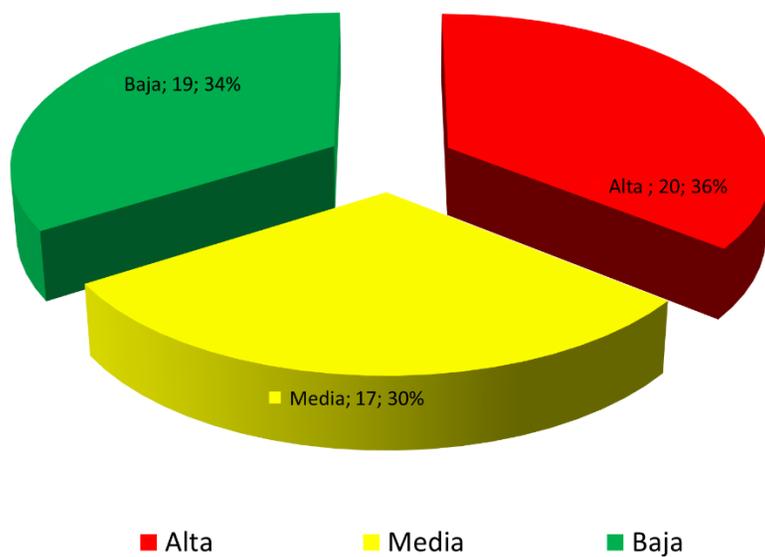


Figura 9. Vulnerabilidad para amenaza en condiciones extremas.



Figura 10. Distribución de la vulnerabilidad Física en condiciones Extremas.

De las gráficas anteriores se concluye que la vulnerabilidad se aumenta un 7% para el escenario de amenaza futura con respecto al escenario de amenaza actual; las edificaciones con Vulnerabilidad Baja se mantienen constantes para los dos escenarios evaluados.

4.4. VULNERABILIDAD FÍSICA DE INFRAESTRUCTURA VITAL (REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, ELÉCTRICAS Y OTRAS REDES)

Las líneas vitales se refieren al complejo grupo de componentes y sistemas que son esenciales para sostener la vida y el crecimiento de una comunidad. Para asegurar la calidad de vida y habitabilidad de un sector de la población hay que proveerla de infraestructura de servicios, tales como, energía, redes de acueducto y alcantarillado y redes de acceso a los lugares como vías y puentes. Las líneas vitales agrupan los componentes y sistemas físicos de los servicios públicos que son más importantes para la comunidad, por su alto potencial de riesgo en caso de falla.

Las líneas vitales y su infraestructura se pueden clasificar en dos categorías:

- a) **Sistemas de Movilidad:** Los cuales comprenden carreteras, vías, puentes, ferrocarriles, aeropuertos y puertos.
- b) **Sistemas de Servicios:** Los cuales comprenden redes de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, gas natural, telecomunicaciones. Incluyendo estaciones, bombas, patios de maniobras, sistemas de almacenamiento, torres de transmisión y plantas de tratamiento.

Por otra parte, la vulnerabilidad Física de estas se relaciona directamente con elementos físicos y funcionales, como pérdidas potenciales referidas a los daños o a la interrupción de los servicios. La vulnerabilidad definida como el nivel de daño potencial es la probabilidad de que se presente cierto nivel de daño, lo cual se obtiene a partir de las curvas de daño o curvas de fragilidad, las cuales relacionan la magnitud de la amenaza con el nivel de daño esperado para un determinado elemento expuesto. El nivel de daño está asociado con el tipo de sollicitación que se transmite al elemento expuesto.

Es importante anotar que la vulnerabilidad constituye un sistema dinámico, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características que convergen en una comunidad en particular. Como resultado se obtiene la incapacidad o capacidad de la comunidad para responder adecuadamente a la presencia de un riesgo determinado.

Para el municipio San Bernardo de Bata, los sistemas de acueducto, de alcantarillado, de electricidad, y otras, son a todas luces altamente vulnerables; su alta exposición, en razón a su necesaria vinculación con el suelo, y su baja resistencia así lo explican (y argumentan). En cuanto a los tramos de las redes existentes en la zona, los más susceptibles ante un fenómeno de remoción en masa, dependen exclusivamente del nivel de amenaza; así pues, son los que se encuentran en las zonas de amenaza cualitativa alta. Es decir, responden a aquellas que se encuentran sobre los movimientos en masa o en sus inmediaciones.

Es importante mencionar que por su interrelación con las laderas, las redes de acueducto y alcantarillado, podrían estar vinculadas (a través de rupturas y desempates y escapes) más como fuente generadora que como consecuencia- con los procesos de inestabilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, las curvas de daño o fragilidad adoptadas para el caso de vulnerabilidad por remoción en masa son homologadas de las que se encuentran en los documentos del "Applied Technology Council" ATC-25, en cuanto a la probabilidad de falla de los taludes o laderas.

Los valores de porcentaje de daño como función de la probabilidad de falla por remoción de un talud se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 35. Porcentaje de daño como función de la probabilidad de falla por movimiento en masa.

Infraestructura	Probabilidad de Falla						
	Grado de daño (%)						
	20.0%	33.0%	51.5%	70.0%	80.0%	90.0%	100.0%
Infraestructuras del transporte							
Carreteras y Pavimentos, puentes articulados o de luces simples, vigas	0.4	2	8.8	26.4	48.4	81.6	98.9
Puentes continuos, losas o monobloque	0.1	0.5	3.3	9.9	41.2	63.8	89.4
Abastecimiento y depositos (agua, gasoductos)							
Canales	1.3	2.8	5.8	9.5	24.3	47.5	87.5
Tuberías subterráneas*	0.0	0.0	1.6	2.8	11.6	31.6	76.0
Depósitos de superficie	0.1	0.5	1.7	4.6	16	70	92.5
Abastecimiento eléctrico							
Torres de alta tensión	0.3	1.8	2.8	7.8	20.0	42.5	85.0
Torres normales	0.3	1.5	2.8	9.5	22.8	47.5	85.0
Tuberías de superficie* (asimilable a cables aéreos)	0	0	2.5	5.5	11.5	25.5	70
Aguas residuales							
Tuberías subterráneas*	0.0	0.0	2.0	3.5	14.5	39.5	95.0

* Los valores son roturas por kilómetro (BPK). Se puede suponer que 1 BPK = 5% de daño.

De la anterior tabla, se obtiene el grado de daño de los elementos (líneas vitales) en una zona de afectación con respecto a su probabilidad de falla.

Tabla 36. Grado de daño de los elementos (líneas vitales)

Grado de Daño	Rango de Porcentajes de Daño	Valor central de Rango	Descripción
SIN DAÑOS	0%	0%	No hay daños
INSIGNIFICANTES	0%-1%	0.50%	Daños mínimos y localizados. No requieren reparación para mantener la operatividad
LEVES	1%-10%	5%	Daños significativos localizados en algunos elementos que normalmente no necesitan reparación para mantener la operatividad
MODERADOS	10%-30%	20%	Daños significativos localizados en varios elementos y que deben ser reparados.
FUERTES	30%-60%	45%	Daños generales. Es necesario realizar reparaciones importantes
GRAVES	60%-99%	80%	Daños graves que puedan interrumpir la operatividad o la función del elemento. Se ha de reparar, sustituir o demoler y reemplazar.
MUY GRAVES	100%	100%	Destrucción total del elemento e inutilidad total de la línea o elemento

Con la tabla anterior se relaciona el grado de daño de los elementos con la operatividad de las líneas vitales.

4.4.1. RESULTADOS

- Infraestructura de transportes:

Para el análisis de la infraestructura de transportes se evalúa las vías regionales Secundarias y las vías urbanas. La vía regional corresponde a la vía principal del casco urbano, por esta vía se encuentra la entrada y la salida al municipio y por lo tanto representa la vía más importante. En la entrada y la salida del municipio, esta vía presenta zonas de amenaza alta por lo que se esperan “Daños Fuertes” y “Daños Graves” que pueden interrumpir la operatividad o la función y que deberán ser reparados para permitir el ingreso y la salida del casco urbano.

Las vías urbanas se encuentran en amenaza alta, media y baja. Los tramos localizados en amenaza alta presentarán “Daños Fuertes” y “Daños Graves” que pueden interrumpir la operatividad o la función y que deberán ser reparados. Para los tramos localizados en amenaza media, se tendrán “Daños Leves” y “Daños Moderados” en los elementos que componen la red vial. Los elementos que se encuentren en amenaza baja tendrán un grado de daño entre “Sin Daños” y “Daños Insignificantes”, por lo tanto se esperan daños mínimos que no requieren ser reparados para mantener la operatividad.

- **Abastecimiento y almacenamiento (acueducto):**

Para el análisis de la infraestructura de abastecimiento y almacenamiento de agua se toman en cuenta el abastecimiento del agua, almacenamiento y red de distribución.

El abastecimiento del sistema se realiza por el costado suroccidental de área de estudio, a través de dos ramales, de los cuales uno se encuentra en zona de amenaza alta y el otro en zona de amenaza media. De acuerdo a lo anterior, el abastecimiento al casco urbano se puede ver afectado en el tramo que se encuentra en amenaza alta, en donde se esperan “Daños Fuertes” y “Daños Graves” que pueden interrumpir la operatividad o la función del sistema y que deberán ser reparados. En el tramo de abastecimiento que se encuentra en amenaza media presentaran daños significativos, sin embargo no deberán ser reparados para mantener la operatividad.

El tanque de almacenamiento de agua se encuentra localizado en amenaza media para condiciones normales de amenaza y en amenaza alta para condiciones extremas, en cualquiera de los dos casos se presentaran daños significativos, sin embargo para condiciones extremas es necesario reparar los daños para garantizar la operatividad del sistema.

La Red de distribución de agua, se localiza en amenaza alta, media y baja distribuida en todo el casco urbano. Los tramos localizados en amenaza alta presentaran “Daños Fuertes” y “Daños Graves” que pueden interrumpir la operatividad o la función del sistema y que deberán ser reparados. En amenaza media se esperan daños significativos, que no deberán ser reparados para mantener la operatividad. Finalmente los tramos en amenaza baja se espera que presenten daños entre “Sin Daños” y “ Daños Insignificantes” es decir, se esperan daños mínimos que no requieren ser reparados para mantener la operatividad.

- **Abastecimiento eléctrico:**

Para el análisis de la infraestructura de abastecimiento eléctrico se toman en cuenta dos ítems, la línea de alta tensión, la línea de media tensión y el transformador.

La línea de alta tensión ingresa y sale del casco urbano del municipio por zonas de amenaza alta, por lo que se esperan daños “Daños Fuertes” y “Daños Muy Graves”, por lo tanto se presentaran daños que podrán interrumpir la operatividad de los elementos y estos deberán ser reparados o reemplazados. En el interior del municipio esta línea de alta tensión se encuentra entre amenaza media y baja, por lo que se presentaran daños representativos que no necesitan ser reparados para continuar con la operación.

La línea de media tensión al igual que la de alta tensión, entra y sale al municipio en amenaza alta, por lo mismo se esperan “Daños Fuertes” y “Daños Muy Graves”, que podrán interrumpir la operatividad de los elementos y estos deberán ser reparados o reemplazados. Esta red se distribuye en el casco urbano entre zonas de amenaza media y baja. La red localizada en amenaza media podría presentar daños moderados representativos que no deberán ser reparados para continuar

con la operación. El cableado localizado en zona de amenaza baja no se presentara ningún tipo de daño.

- **Aguas residuales (Tuberías subterráneas):**

Para las tuberías subterráneas que se encuentren en amenaza baja no se esperan daños. Aquellas tuberías que se encuentren en zona de amenaza media se presentaran daños leves, los cuales no deberán ser reparados para continuar con la operación de estas. Finalmente las que se encuentren en zona de amenaza alta presentaran un grado de daño entre “Daños Moderados” y “Daños Muy Graves”, lo que significa que las tuberías presentaran daños graves que podrían interrumpir la función de la red y por lo tanto deberá ser reparado o reemplazado.

La entrada de la tubería se encuentra en amenaza alto, sin embargo por este ser el inicio de la red de descarga, un daño en este punto no generaría un colapso del sistema de forma inminente, lo daños podrían no ser reparados y el sistema seguiría en funcionamiento. Caso contrario sucede con la tubería de aguas residuales de descarga que se encuentra en zona de amenaza alta, esta tubería al presentar algún tipo de problema debido al deslizamiento, altera la funcionalidad del sistema. Esta tubería se distribuye a lo largo del casco urbano, presentando tramos que se localizan en amenaza media, que como se menciona en el párrafo anterior, se podrían presentar daños moderados que no requieren la reparación inmediata para que la red siga en funcionamiento. Finalmente hay tramos en amenaza baja, en los cuales no se presentara ningún tipo de daño.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. **AIS**, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, 2010.
2. **ATC**, Applied Technology Council Founded by Federal Emergency Management Agency. Guía ATC-25. Seismic Vulnerability and Impact of Disruption of Lifelines in the Conterminous United States, 1991.
3. **CIFUENTES, D.L. RODRIGUEZ, C.E.** (2011). Modelación de Vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos, asociada a deslizamientos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
4. **DPAE-UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**, Guía para evaluación Global de Riesgo y criterios de evacuación de viviendas de alto riesgo de deslizamiento, 2002.
5. **FOPAE-AIS**, Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo, Tercera versión, Diciembre de 2009.
6. **FOPAE-AIS**, Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales, Tercera edición, 2011.
7. **JIMÉNEZ, D. Y.** (2005). Evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones de uno y dos pisos ante desplazamientos inducidos por sismo en suelos volcánicos del eje cafetero. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
8. **LEONE, F.** (1996). Concept de vulnerabilite appliqué a L`evaluation des risques generes por les phenomenes de mouvement de terrain, PhD Thesis en Risques Naturales. Universidad de Grenoble