

Capítulo 3

PROPUESTA DE UNA CÉDULA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS EN VIVIENDA

3.1 Justificación

La evaluación más acertada del nivel de daño que presenta una vivienda después de un desastre depende sustancialmente del contenido de las preguntas que conforman a la Cédula que se emplea para tal fin, ya que debe cubrir las principales afectaciones estructurales que pueden presentarse en una vivienda para cada tipo de fenómeno natural extraordinario. Por ejemplo, en el caso de huracanes, el viento es uno de los principales responsables de los daños registrados ante este evento. Aunque un muro de mampostería o adobe puede resistir las fuerzas de viento, un muro elaborado de un material débil (tabla, hojas de maguey o paja) se verá seriamente afectado, o en el caso de un techo ligero (madera, cartón o paja) ventanales o muros que no estén reforzados. En un sismo, los movimientos en las estructuras son muy diferentes, pues dependen del tipo de terreno sobre el cual se desplanten o del material de construcción, de igual forma, al ocurrir una lluvia de cenizas, el empuje que ejerce la ceniza al material estructural debido a la acumulación de ésta genera daños severos a los materiales de resistencia estructural menor como láminas de cartón, metálicas, tejas, palmas, material de desecho entre otros.

Con base en lo anterior, aunque el tipo de daño es diferente según el fenómeno natural, el comportamiento de la estructura está relacionado con el tipo de sistema estructural e implícitamente con el tipo de material. Es por esto que se genera la necesidad de que el conjunto de preguntas que conforman la Cédula empleada contemple todo el universo de posibles daños provocados por un fenómeno natural de tal forma que se garantice una mejor precisión en el diagnóstico socioeconómico e identificación de daños en viviendas con pobreza patrimonial que se vean afectadas por desastres ante la acción de fenómenos naturales extraordinarios. Algunos de los principales materiales que predominan en el país son: adobe, láminas de cartón o metálicas, palma, varas, zacate, paja, tejamanil, hojas de plátano, hojas de maguey, carrizo y bambú para el caso de muros y techos, piedra para el caso de cimentación, entre otros, mismos que a través del

tiempo, han sido sustituidos por el tabique o ladrillo para los muros en algunas regiones. Concreto reforzado para los techos, y mosaicos (u otros tipos de recubrimientos) y firme de concreto para pisos. En la actualidad, sobre todo en comunidades alejadas de los centros industriales, se observa que el empleo de materiales para la construcción puede ser mixto.

Es por ello que se propone una nueva Cédula que tome en cuenta esta situación. A continuación se presenta cada una de las modificaciones propuestas a las preguntas de la Cédula y a la forma de determinar el nivel de daño.

3.2 Descripción y propuesta de ponderación de los materiales que conforman los elementos estructurales

Al hacer una consideración explícita de que no todos los materiales que se emplean en la construcción de una vivienda presentan las mismas características ni la misma importancia para conservar la integridad estructural, se lleva a cabo una o clasificación de materiales para muros y sistema de techumbre, como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Clasificación de materiales de la vivienda

Muros	Grupo	Techumbre	Grupo
Material de desecho	1	Lona	1 (materiales ligeros y/o flexibles)
Lámina de cartón		Material de desecho	
Lámina metálica		Lámina de cartón	
Lámina de asbesto		Lámina metálica	
Carrizo		Lámina de asbesto	
Bambú		Lámina galvanizada	
Palma		Carrizo	
Madera		Bambú	
Embarro		Palma	
Adobe		Madera	
Tabla-roca	2	Tejamanil	3 (materiales permanentes)
Multi-panel		Teja	
Vidrio		Terrado con vigería	
Tejamanil		Vigueta y bovedilla	
Tabique	3	Losa de concreto	
Ladrillo			
Block			
Piedra			
Cantera			
Concreto			

Esta agrupación de materiales permitirá asignar un nivel de daño más certero ya que hace una ponderación para la calificación del nivel de daño del tipo de material y el elemento estructural que ha sido afectado, ya que se considera al grupo 1 como material de menor costo y cuyas propiedades mecánicas son menores a las de los grupos 2 y 3. De igual forma, los materiales del grupo 2 presentan una resistencia estructural menor al de los materiales del grupo 3, no obstante, es importante que los encuestadores puedan distinguir de los elementos estructurales de la vivienda visitada en campo, cada uno de los materiales de la tabla 3.1, esto con la finalidad de evitar confusiones en la determinación del grupo al que se asignará.

Con base a esto, a continuación se definen cada uno de los materiales mostrados en la tabla 3.1 acompañado de una imagen fotográfica que permita ejemplificar la definición del tipo de material.

Material de desecho: Aquello que queda después de aprovechar o escoger lo mejor de algo o aquello que se utiliza y generalmente se elimina por ser inútil, estar gastado o no tener ningún valor.



Figura 3.1 Vivienda hecha con material de desecho

Lamina: Plancha delgada de un material cualquiera, particularmente de metal.



a)



b)



c)

Figura 3.2 Vivienda con: a) lámina de asbesto en techo, b) lámina de cartón en techos y c) lámina de cartón en techos y muros

Carrizo: Planta gramínea que crece cerca del agua, con la raíz larga y rastrera, hojas planas que sirven como forraje y flores en panojas anchas.



Figura 3.3 Vivienda con carrizo en muros

Bambú: Planta tropical o subtropical, de tallos leñosos y huecos (semejantes a las cañas), de aproximadamente 15 cm de diámetro y que alcanzan hasta 30 m de altura, muy duros y resistentes.



Figura 3.4 Vivienda con bambú como material de construcción

Palma: Planta que se caracteriza por tener el tallo leñoso, cilíndrico y recto, liso, áspero o espinoso, con un penacho de hojas muy grandes en forma de abanico o de pluma en la parte superior.



Figura 3.5 Vivienda con palma como material de techo

Madera: Parte fibrosa y compacta que tienen los árboles debajo de la corteza. Una vez cortada y preparada, se usa para construir casas, muebles, etc.



Figura 3.6 Vivienda con madera como material de construcción

Embarro o bahareque : se conforma de una hilera de horcones hincados en el suelo que forman la pared y entre estos se coloca un entramado de varas entretrejidas que después se rellenan por uno o ambos lados con un aplanado de barro o lodo, mezclado con zacate o paja para darle mayor consistencia



Figura 3.7 Vivienda con embarro como material de muro

Adobe: Material de construcción, hecho de barro y paja o estiércol mezclados, secado al sol, de forma cuadrada o rectangular y de mayor tamaño que el ladrillo.



Figura 3.8 Vivienda con adobe como material de muro

Tabla-roca: son aquellos utilizados con fines divisorios y decorativos formados a base de un bastidor metálico forrado por una o ambas caras (según se especifique) por paneles prefabricados de yeso



Figura 3.9 Vivienda con tabla-roca como material para muros

Multi-panel, panel: elemento prefabricado la cual cubre una hoja de unicel con una malla metálica permitiendo la división de viviendas u oficinas.



Figura 3.10 Vivienda con panel como material de construcción

Vidrio: Material duro, quebradizo, generalmente transparente, fabricado a base de silicio.



Figura 3.11 Vivienda con vidrio como material de muro

Tejamanil: Astillas de madera o madera trabajada en cortes delgados, usada para cubrir objetos o cobertizos



Figura 3.12 Vivienda con tejamanil como material de construcción

Tabique o ladrillo: El ladrillo macizo se compone de materias primas extraídas de la tierra (como arcilla), cemento tipo Portland y agua. Se puede manipular fácilmente, es económico y su formato modular permite una colocación más estable. Existen tres clases ladrillo de fachada o exteriores, cuando es importante el aspecto; el ladrillo común, hecho de arcilla de calidad inferior destinado a la construcción; y el ladrillo refractario, que resiste temperaturas muy altas y se emplea principalmente para fabricar hornos.



Figura 3.13 Vivienda con tabique como material de muro

Block: Son elementos fabricados a base de cemento, arena y de agregado grueso moldeados en formas especiales, vibradas o a presión mecánica.



Figura 3.14 Vivienda con block como material de muro

Piedra, cantera: Sustancia mineral dura y compacta, es decir, de elevada consistencia. Es un material que se conserva con el tiempo y aprovechable para la construcción de viviendas



Figura 3.15 Vivienda con piedra como material de muro

Concreto: El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra triturada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales



Figura 3.16 Vivienda con concreto como material de muro

Teja: pieza de barro cocido hecha en forma acanalada y a veces plana para cubrir por fuera la techumbre



Figura 3.17 Vivienda con teja como material de techo

Terrado con vigería: La vigería suele ser de maderos redondos y sin labrar, de poco diámetro, mal escuadrados y con una separación de 20 a 40 cm.



Figura 3.18 Vivienda con terrado con vigería como material de techo

Vigueta y bovedilla: Elemento prefabricado longitudinal resistente, diseñado para soportar cargas producidas en forjados de pisos o cubiertas. Pueden ser armadas, en su composición entra el hierro, se utiliza en forjados planos; o pretensadas, entra a formar parte de su composición el hierro, pero éste se pretensa, y una vez seco y fraguado el concreto se corta. En cuanto a las bovedillas, se puede decir que permiten la separación estándar desde 50 cm. entre ejes de viguetas, en cualesquiera de las alturas en que se fabrican.



Figura 3.19 Vivienda con vigueta como material de techo

3.3 Modificaciones a la Cédula actual

Debido a lo anteriormente expuesto sobre las deficiencias del contenido de preguntas, y, tomando en cuenta la propuesta realizada en el subcapítulo 3.2 que contiene la descripción y propuesta de ponderación de los materiales que conforman los elementos estructurales, a continuación se presenta cada una de las adiciones y cambios hechos a las preguntas de la Cédula actual, así como, la formulación de un método de calificación que contemple cada una de las modificaciones realizadas.

3.3.1 Propuesta de nuevas preguntas

Se planteó una pregunta que tome en cuenta los niveles de la vivienda, pues al presentarse un desastre como: azolve, inundación, o enlodado, influye en la calificación de la vivienda, el nivel que alcanzó el fenómeno para poder conocer el nivel de daño que le produjo a la vivienda.

Contando la planta baja. ¿De cuantos niveles es la vivienda?

Sólo planta baja.....1

Dos niveles.....2

Tres niveles.....3

Se proponen dos preguntas que estén enfocadas a la inclinación de la vivienda, de tal forma que se permita valorar el nivel de estabilidad del suelo, contemplando la probabilidad de que exista un desplazamiento de éste sin afectar estructuralmente a la vivienda. Las preguntas son las siguientes:

¿La vivienda está ligeramente inclinada a causa de un fenómeno natural?

¿La vivienda presenta una inclinación de más del 60% de la superficie a causa de un fenómeno natural?

Además se propone una clasificación de daños por azolve después de evaluar que algunos de los daños de viviendas afectadas por fenómenos naturales son provocados por el transporte de sedimentos y obstrucción del acceso a la vivienda, por ejemplo la lluvia de cenizas, es fácil percatarse que no existen preguntas que clasifiquen el nivel de

daño. Haciendo referencia a la Cédula actual, únicamente la pregunta 27, que hace referencia si existe azolve, sin profundizar en ello para hacerlo participe de acuerdo al nivel de daño: ¿La vivienda actualmente está inundada, azolvada, enlodada por causa de la inundación?

¿La vivienda está azolvada a menos de un metro de altura?

¿La vivienda está azolvada más de un metro y menos de dos metros de altura?

¿La vivienda está azolvada a más de dos metros de altura o totalmente cubierta?

El orden de las preguntas se encuentra en función a la altura del azolve que cubre la vivienda y está directamente relacionado con el tipo de material predominante de la vivienda.

Se propuso una pregunta que contemple el arrastre alrededor de la vivienda o cimentación, ya que se considera que es uno de los principales daños mínimos y que puede requerir de algún apoyo económico del FONDEN.

¿Hubo arrastre del terreno alrededor de la vivienda o cimentación?

Se propuso una pregunta que considere el nivel en el cual se presentaron los derrumbes o desplomes, ya que la vivienda no presenta el mismo nivel de daño si en una vivienda de dos niveles se derrumba únicamente un muro del segundo nivel a que si se derrumba un muro en el primer nivel, por lo que el énfasis es primordial para una correcta asignación del nivel de daño.

¿En qué nivel de la vivienda se presentan los derrumbes o desplomes?

Planta baja.....1

Segundo nivel.....2

Tercer nivel o más.....3

3.3.2 Modificación de las preguntas actuales

1. Para la pregunta que pide el material del que está conformado en su mayoría el techo de la vivienda, se agregó el material de “lona”, ya que al revisar los registros fotográficos de eventos ocurridos, se observa que algunas familias con pobreza extrema cuentan solo con este tipo de material para cubrir el techo de sus viviendas, sin embargo la Cédula actual no lo contempla.
2. Se divide la pregunta que indica si la vivienda está actualmente inundada, azolvada o enlodada por causa de inundación. Ya que se consideró que debía indicarse por separado el fenómeno de inundación y que se debía indicar el nivel de agua, ya que afecta directamente en la evaluación de daño en cimentación y pisos al no poder visualizarse directamente. Proponiéndose las siguientes preguntas:

- ¿La vivienda está azolvada o enlodada?*
- ¿La vivienda actualmente está inundada?*
- ¿El nivel de agua rebasa la altura aproximada de un metro?*

3. Así mismo se modificó la pregunta que menciona si la vivienda presenta daños en cimentación, pisos, muros o techos, separando el daño en cimentación y pisos del de muros y techos, con la finalidad de poder omitir las preguntas de los daños de algún elemento estructural que no haya sido afectado, así como realizar un énfasis sobre la visibilidad de la cimentación o pisos, resultando de la siguiente forma:

- ¿Son visibles los pisos o cimentación para calificar si existe daño o no?*
- ¿La vivienda presenta daños en muros o techos?*

Daños en cimentación

1. Se redefinió la pregunta que señala: En el lugar donde se ubica la vivienda, ¿hay una socavación parcial del terreno?, cambiando la palabra “terreno” por “cimentación” ya que al indicar únicamente la palabra terreno, la pregunta no hace referencia a un lugar específico en toda la propiedad de la vivienda permitiendo valorar las pequeñas excavaciones que pudiesen presentarse en el patio de la vivienda.

En el lugar donde se ubica la vivienda, ¿Hay una socavación parcial en la cimentación?

Daños en pisos

1. Se incluye la palabra “solamente” a la pregunta de pisos que menciona si la vivienda presenta pequeños daños en pisos, puertas, pintura y/o servicios, y se elimina la palabra “servicios”, ya que, al enfatizar si solamente se presentan pequeños daños en pisos, puertas y/o puerta se puede omitir las demás preguntas relacionadas a daños en pisos, y pasar a la siguiente sección agilizando el tiempo de llenado, de igual forma al no incluir los servicios se crea una pregunta que indique mejor el tipo de servicio que fue dañado.

¿La vivienda solamente presenta daños superficiales en pisos, puertas y/o pintura?

¿La vivienda presenta afectaciones en sus instalaciones?

ACEPTA VARIAS RESPUESTAS

NO.....0

Eléctrica.....1

Agua Potable.....2

Drenaje.....3

2. Se incluye a la pregunta que indica si existe desprendimiento en acabados de pisos, si además de lo anterior, presenta agrietamiento de pisos, con la finalidad de asignarle el mismo nivel de daño a los dos tipos de afectaciones al elemento estructural
3. Ya que se agregó el agrietamiento de pisos a la pregunta anterior se elimina de la pregunta siguiente, la cual indica si la vivienda presenta ruptura o agrietamientos de pisos mayores a 3 cm de grosor o hundimientos hasta un tercio de la superficie construida analizada, quedando de la siguiente forma:

*¿La vivienda presenta ruptura en pisos?
(Grietas mayores a 3 cm de grosor y/o hundimientos menores de un tercio de la superficie construida)*

4. En la pregunta referente a si la vivienda presenta hundimiento de pisos que ocupen más de un tercio de la superficie construida analizada, se modificó la palabra “analizada” por “construida” con la finalidad de ser mas entendible, además, se le agregó el daño de ruptura ya que se agrupa en un mismo nivel de daño lo que produce un hundimiento y una ruptura a un piso.

¿La vivienda presenta hundimiento o ruptura de piso en un área mayor a un tercio de la superficie construida?

Daños en muros y estructura

1. Inicialmente se separaron las preguntas de los elementos estructurales involucrados, muros y soportes y/o refuerzos estructurales con la finalidad de asignarle más importancia a los soportes con los que cuenta la vivienda.

Adicionalmente, se colocó en esta sección las preguntas referentes al tipo de material del que se conforma el elemento estructural, ya que éstas se situaban en la sección de condiciones estructurales antes del desastre, por lo que al estar alejadas de las preguntas referentes a daños en muros y soportes y/o refuerzos se perdía continuidad en el llenado de la Cédula provocando confusiones.

2. En las tres primeras preguntas referentes a los daños en muros: se enfatizó el grupo en el cual se encuentra el material de la vivienda según la tabla 3.1, con la finalidad de evitar confusiones de los encuestadores con relación a que pregunta contestar

¿La vivienda presenta únicamente pequeñas fisuras en muros contruidos en su mayoría con materiales del grupo 2?

¿Los muros contruidos con materiales del grupo 3 presentan únicamente pequeñas fisuras o desprendimientos de acabados (aplanados, repellados, enjarrados, etc.)?

¿Los muros pertenecientes a los grupos 2 ó 3 presentan grietas horizontales y/o verticales mayores a 1 cm de grosor?

(La longitud de la grieta supera la mitad de lo que mide el muro)

3. Para la pregunta referente a si los muros presentan grandes grietas diagonales o en esquinas mayores a 3 cm de grosor, se disminuyó el grosor de las grietas por 1 cm y se enfatiza si la longitud de la grieta supera la mitad de lo que mide el muro, ya que el daño que se puede producir en el muro no necesariamente debe ser a partir de 3 cm sino depende, además del grosor, de la longitud y la dirección de la grieta.

¿Los muros pertenecientes a los grupos 2 ó 3 presentan grietas horizontales y/o verticales mayores a 1 cm de grosor?

(La longitud de la grieta supera la mitad de lo que mide el muro)

4. En las preguntas referentes a derrumbes o desplomes, se definió el derrumbe en “muros” en lugar de “ejes”, con la finalidad de ser más entendible para el encuestador.

¿Los muros de la vivienda están parcialmente derrumbados o desplomados?

(Hasta 2 muros)

¿Los muros de la vivienda están totalmente derrumbados?

(3 o más muros)

5. Para las preguntas referentes a los daños en los soportes y/o refuerzos estructurales: se dividió la pregunta referente a si los refuerzos estructurales (postes, travesaños, dadas, castillos, cerramientos, columnas, traves, etc.) presentan agrietamientos o fracturas, con la finalidad de enfatizar la importancia de dicho elemento estructural, quedando de la siguiente forma:

¿Los soportes y /o refuerzos estructurales presentan ruptura o agrietamientos menores o iguales a medio centímetro de espesor?

¿Los soportes y /o refuerzos estructurales se encuentran derrumbados o desplazados?

Daños en cubiertas y/o techumbre

1. De igual forma que en la sección de muros y soportes y/o refuerzos estructurales, se agrego la pregunta que menciona el tipo de material del que está conformado la mayoría del techo, resaltando la agrupación de los mismos.
2. Para las preguntas donde indica si los materiales de la vivienda (lámina, palma, teja, enladrillado, entre otros) tienen fisuras, rupturas o están desprendidos, y si la estructura de entresijos y/o techos está parcialmente derrumbada; se cambió la redacción con la finalidad de ser más entendible al momento de ser llenado por los encuestadores y se enfatizó en el grupo del material a la cual está asignada la pregunta, quedando de la siguiente forma:

¿La vivienda presenta daños o desprendimientos solamente en techumbres, construidas en su mayoría con materiales ligeros o flexibles?

¿La estructura de la techumbre o en su caso del entrespacio, construida con materiales permanentes, presenta flexión y/o fractura?

- Por último, para la pregunta que dice si la estructura de entrespacios y/o techos presenta una fractura mayor o está totalmente derrumbada, se le especifica que la fractura debe de ser mayor a 3 cm de grosor y/o derrumbes mayores a un tercio de las superficie construida), en este caso no se cambia el grosor a 1 cm ya que se hace énfasis de que es una fractura y no fisura.

De igual forma que en el punto 3.2 en donde se describe cada uno de los materiales de los que pueden estar conformados los elementos estructurales en las viviendas de México, se modifica el glosario de términos que contiene la Cédula actual y se propone uno que defina cada una de los tecnicismos que se incluyen en las preguntas, esto acompañado de una imagen ejemplo. El glosario de términos propuesto se encuentra en el apéndice B de esta tesis.

3.4 Formulación propuesta

Para la determinación del nivel de daño en las viviendas afectadas después de un desastre se propone un factor que define el daño global de la vivienda, r_o , expresándolo como,

$$r_o \approx \left(\frac{\sum_{n=1}^N (f_n r_n)^2}{N} \right)^{1/2} \quad (3.1)$$

donde f_n es el factor de participación de los diferentes elementos estructurales en la definición del daño global de la vivienda y r_n es el grado de daño en el elemento estructural n . Para este caso N se considera igual a un valor de 4.

Para hacer una asignación de carácter cuantitativo en la variable r_n de acuerdo a las preguntas que componen la Cédula, se parte del hecho que cada una de las mismas está asociada a uno de los niveles de daño considerados (sin daño, mínimo, menor, parcial o total). En la tabla 3.2 se muestra la asignación de un valor numérico r_n ya establecido por la SEDESOL para cada uno de los niveles de daño.

Tabla 3.2. Asociación de niveles de daño con valores numéricos

Nivel de daño en componente estructural	Valor numérico
Sin daño	0
Daño mínimo	0.3
Daño menor	0.5
Daño parcial	0.8
Daño total	1.0

De acuerdo a la ponderación que se presenta en la tabla anterior y de acuerdo a una respuesta positiva o negativa a cada una de las preguntas, se va asignando el valor correspondiente de daño a la variable r_n , conservando el de mayor valor para cada uno de los sistemas estructurales.

Debido a que los diferentes componentes de una vivienda, aunque están correlacionados para determinar del daño global no presentan la misma importancia en la integridad estructural, es necesario determinar cuánto afecta el daño de cada uno de los elementos a la vivienda, por lo que se determinaron factores de participación empleando la base de datos con registros fotográficos proporcionada por la SEDESOL de las viviendas afectadas después de los desastres ocurridos en Mexicali y Veracruz en el 2010, además, se considera que el nivel de daño local estimado con la Cédula actual es correcto. Posteriormente, a cada nivel de daño se le asocia un valor numérico de acuerdo a la tabla 3.2. Por otro lado, tomando en cuenta que el nivel de daño global asignado a cada vivienda con la cédula actual difiere del que se observa en las imágenes fotográficas, el grupo de trabajo en el que se desarrolló esta tesis determinó un nivel de daño global para cada vivienda con base en dichas imágenes. Los niveles de daño se definen como: Total, Parcial, Menor y Mínimo, a los cuales se les asocia un valor numérico, siendo de 4, 3, 2 y 1 respectivamente. En caso que la vivienda no presentara daño, el valor numérico asociado es 0.

Una vez obtenidos los valores numéricos de los daños globales se realizó para cada vivienda, el producto de una variable de participación por el valor numérico asociado al nivel de daño local, aplicando la combinación de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados e igualando al valor del daño global asignado, esto es

$$(4r_o)^2 \approx (f_1r_1 + f_2r_2 + f_3r_3 + f_4r_4) \quad (3.2)$$

donde r_n es la asignación local estimado con la Cédula actual; f_n es el factor de participación propuesto; r_o es la asignación del nivel de daño global de acuerdo al grupo de trabajo

Debido a que la expresión anterior es una ecuación con cuatro variables, se proponen los valores de las incógnitas que cumplan con la igualdad, al obtener el promedio de cada variable, se llega a los valores de f_n de 1.1, 1.0, 0.7 y 0.6 para cimentación, muros, techos y pisos respectivamente.

3.4.1 Ponderación para la evaluación local del daño

Para la obtención del nivel de daño local se evalúa cada uno de los elementos estructurales que conforman la vivienda: cimentación, pisos, muros, soportes y/o refuerzos estructurales y techos.

3.4.1.1 Definición del nivel de daño en la cimentación

Este nivel de daño se define acorde a las siguientes preguntas que se realizan en la Cédula propuesta. Se considera que en el caso de la cimentación se presentan los cinco

niveles de daño: sin daño, daño mínimo, daño menor, daño parcial y daño total. Se considera que existe daño mínimo si en la vivienda hubo arrastre alrededor de la vivienda o cimentación; se considera que existe daño menor si se presenta ruptura parcial en la cimentación por socavación o agrietamiento; daño parcial si la vivienda presenta socavación total de terreno, desplazamiento, giro, hundimiento o ruptura de la cimentación en menos de dos ejes y daño total si estas características se presentan en más de dos ejes.

3.4.1.2 Definición del nivel de daño en pisos

Se considera que en el caso de los pisos se presentan cinco niveles de daño: sin daño, daño mínimo, daño menor, daño parcial y daño total. Se considera que existe daño mínimo si por causa de un fenómeno natural, se presentan pequeños daños en el piso o bien, existe un tirante de agua menor a un metro, daño menor si los pisos de la vivienda presentan desprendimientos de acabados o agrietamientos menores a 3 cm de espesor, de igual forma, si el tirante de agua es mayor a un metro pero no existen fisuras ni agrietamientos en los muros; daño parcial si estos agrietamientos son mayores a 3 cm de grosor y además se presentan hundimientos en un área menor a un tercio de la superficie construida, también se considerará daño mínimo si por causas de inundación o azolvamiento, los pisos no son visibles pero los muros (grupo tres) se encuentran con grietas mayores a tres centímetros; y daño total si esta afectación es mayor a un tercio de la superficie construida.

3.4.1.3 Definición de grados de daño en muros

En el caso de los muros se presentan cinco niveles de daño: sin daño, daño mínimo, daño menor, daño parcial y daño total. Se considera que no existe daño si la vivienda está construida en su mayoría con materiales ligeros o flexibles que no estén derrumbados; daño mínimo si los muros están contruidos con material del grupo 1 y éstos se encuentran parcialmente desplomados, derrumbados o azolvados más de un metro de su altura, así mismo, se considera daño mínimo si la vivienda está construida con muros hechos con materiales de los grupos dos o tres y estos presentan pequeñas fisuras o desprendimientos de acabados, o bien, si los muros contruidos con material del grupo dos presentan grietas horizontales y/o verticales mayores a un centímetro de grosor o están azolvadas menos de un metro de su altura; daño menor si la vivienda está construida con muros de materiales del grupo uno y estos se encuentran totalmente derrumbados o azolvados más de dos metros de su altura o están totalmente cubiertos, otro caso en el que se considera que existe daño menor es si los muros están contruidos con materiales del grupo dos y menos de dos muros presentan grietas diagonales mayores a tres centímetros de grosor o si se encuentran parcialmente derrumbados o desplomados; daño parcial si los muros están contruidos con materiales del grupo tres y menos de dos muros presentan grietas diagonales mayores a tres centímetros de grosor o si se encuentran parcialmente derrumbados o desplomados hasta dos muros están parcialmente derrumbados, desplomados o azolvados más de un metro de su altura y daño total si esta situación se presenta en tres muros o más o el azolve abarca más de dos metros de su altura o están totalmente cubiertos.

3.4.1.4 Definición de grados de daño en techos

Se considera que en el caso del techo se presentan cinco niveles de daño (sin daño, daño mínimo, daño menor, daño parcial y daño total) definidos de acuerdo a las características de los refuerzos estructurales y del tipo de cubierta. Se considera que no existe daño si el techo de la vivienda está construido en su mayoría con materiales del grupo 1 y éste presenta desprendimientos, fracturas o deflexiones; se considera daño mínimo si la techumbre está construida con materiales del grupo uno y los materiales están desprendidos o parcialmente derrumbados, en el mismo sentido, se considerará daño mínimo si la techumbre está construida con materiales del grupo tres y ésta presenta desprendimiento de sus acabados o bien, si los refuerzos estructurales presentan agrietamientos menores a 1 cm de grosor y esta grieta no se extiende por todo el elemento; por otro lado, se considera que existe un daño menor cuando se empleen materiales del grupo tres en la techumbre y ésta presenta fracturas o deflexiones, o bien, si se presentan grietas mayores a 1 cm de grosor en menos de tres elementos; en caso que el material empleado sea del grupo 1, se considera daño menor si la techumbre está totalmente derrumbada; se hablará de un daño parcial si la techumbre construida con materiales del grupo tres está parcialmente derrumbada o si las grietas son mayores a 1 cm de grosor en más de tres elementos estructurales y la techumbre o entrepiso está parcialmente derrumbada y daño total si los refuerzos estructurales así como la techumbre o los entrepisos se encuentran derrumbados y/o desplazados.

3.4.2 Formulación para la estimación del daño global

Mediante estadísticas y la metodología propuesta se definen cinco intervalos del valor del daño global de la vivienda, r_o , asociados a los cinco niveles de daño ya definidos. En la tabla 3.3 se presentan los niveles de daño global para la vivienda en México.

Tabla 3.3. Intervalos de niveles de daño global para la vivienda en México

Nivel de daño			
r_{oFI}		r_{oFS}	
0.0	$= r_o$	--	Sin daño
0.0	$< r_o \leq$	0.3	Daño mínimo
0.3	$\leq r_o <$	0.43	Daño menor
0.43	$\leq r_o <$	0.56	Daño parcial
0.56	$\leq r_o \leq$	0.87	Daño total

En la Tabla 3.4 se muestra el nivel de daño global de un conjunto de viviendas evaluadas después de obtener el índice de daño global por medio de la expresión 3.1, y después entrando en los intervalos la tabla anterior.

Tabla 3.4 Índice de daño y Nivel de daño global

Índice de Daño	Nivel Daño
0.427200187	Menor
0	Sin Daño
0.4	Menor
0.15	Mínimo
0.25	Mínimo
0.400780489	Menor
0.165	Mínimo
0.222991031	Mínimo
0.25	Mínimo
0.261007663	Mínimo
0.277308492	Mínimo
0.15	Mínimo
0.165	Mínimo
0.25	Mínimo
0.406970515	Menor
0.271569512	Mínimo
0.4	Menor
0.4	Menor
0	Sin Daño
0.4391469	Parcial
0.25	Mínimo
0.611248722	Total

3.4.3 Desarrollo del programa -SIPREV 1.0

Con base en la metodología antes planteada se desarrolló un programa denominado Sistema para los Programas Emergentes de Vivienda “SIPREV 1.0” que permite realizar el proceso de evaluación de daños en edificaciones de una manera rápida y eficiente, partiendo de los datos que se obtengan de hacer el levantamiento adecuado con la Cédula de Información Socioeconómica y de Evaluación de Daños en Vivienda modificada. El proceso de evaluación que ejecuta el programa, se visualiza en su totalidad en el Apéndice C de la tesis en forma de diagrama de flujo.

En la figura 3.20 se presenta un ejemplo de base de datos resultado de la recopilación de daños por parte del personal encargado de realizar el levantamiento después de la ocurrencia de un desastre natural.

Num. Ene	Fch. de Le	Folio No.	Estado Ce	Estado Ce	Estado Ce	Pobre	Aprobado	Tipo de Daño	Duplicado	Perdido	Nombre E	Nombre E	Entidad F	Municipio	Localidad	AGEB	Manzana	Calle	Núm.
1	23/12/04/2010	41208	255	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO				2	MEXICALI	FAMILIA HIGUERA CERVANTES (EJIDO AV 20 DE NO S/D			
2	23/10/04/2010	41279	1452	1453	ACTIVA	S	D	1652	MEMORNO	NO			ANGEL AMAI	2	MEXICALI	EJIDO CUCAPAH MESTIZO		CALLETANO I/S/D	
4	23/14/04/2010	41283	752	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO				2	MEXICALI	EJIDO DURANGO		24 DE FEBRER S/D	
5	23/07/04/2010	41284	1261	1453	ACTIVA	S	S	1653	PARCIA	NO			JOSE M LOPE Leticia CURI	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		MANUEL DE I	
6	23/07/04/2010	41287	1417	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO	SI		E. AVILA B. OCAMPO	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LEON)		CALLE PRINC S/N	
7	23/10/04/2010	41288	299	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE LUIS LOPEZ	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		JOSE GARCIA S/N	
8	23/08/04/2010	41291	1235	1453	ACTIVA	S	S	1653	PARCIA	NO	NO		JOSE MANUE MIGUEL ANG	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		FRANCISCO I	
9	23/07/04/2010	41296	1418	1453	ACTIVA	S	S	1460	SIN DAFNO	NO			E. AVILA B. OCAMPO	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LES/N		CALLE PRINC S/N	
10	23/10/04/2010	41298	757	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			ALFREDO AN	2	MEXICALI	EJIDO DURANGO		IGNACIO ZAI S/D	
11	23/08/04/2010	41302	1762	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			ADRIAN MA PATRICIA LL	2	MEXICALI	EJIDO CUCAPAH INDIGENA		AVE. LOPEZ I/S/N	
12	23/10/04/2010	41305	297	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE LUIS LO JOSE G.	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		JESUS RODR	
13	23/10/04/2010	41306	296	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			PEDRO VELA JOSE G.	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		LEYES DE REFI	
14	23/10/04/2010	41308	452	1453	ACTIVA	S	N	1651	MINIMNO	NO			DESIDERIA TI	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		CALLE DEL CJ	
15	23/07/04/2010	41309	1827	1453	ACTIVA	S	S	1651	MINIMNO	NO			FRANCISCO I FRANCISCO I	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		EMILIANO ZI	
16	23/10/04/2010	41312	1969	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO	SI		ROLANDO TI	2	MEXICALI	EJIDO CUCAF	660	JUAN POTRII S/D	
17	23/07/04/2010	41314	1416	1453	ACTIVA	S	S	1653	PARCIA	NO			FERNANDO I LUNIN OCHC	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LEON)		CONTIGUA A S/N	
18	23/10/04/2010	41315	285	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE LUIS LO GERMAN L.	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		MANUEL BAI	
19	23/10/04/2010	41317	278	1453	ACTIVA	S	S	1653	PARCIA	NO			JOSE LUIS LO GERMAN ZUI	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		AV. LAZARO	
20	23/10/04/2010	41319	1968	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO	SI		ROLANDO TI	2	MEXICALI	EJIDO CUCAF	660	JESUS PEREZ S/D	
21	23/07/04/2010	41320	1793	1453	ACTIVA	S	S	1653	PARCIA	NO			ADRIAN MA JUAN SAN	2	MEXICALI	EJIDO CUCAPAH INDIGENA		LAZARO CAR S/N	
22	23/07/04/2010	41322	1420	1453	ACTIVA	S	S	1651	MINIMNO	SI			E. AVILA JAIME HERRE	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LES/N		ATRAS DE LA S/N	
23	23/08/04/2010	41324	1257	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO				2	MEXICALI	EJIDO SONORA		27 DE ENERO S/D	
24	23/07/04/2010	41325	1824	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			FRANCISCO I	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		CALLE SIMON	
25	23/10/04/2010	41328	787	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			LINDA KRIST	2	MEXICALI	EJIDO DURANGO		ARTICULO S/D	
26	23/07/04/2010	41329	1445	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			I. PEDRO C P LUNIN OCH	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LEON)		CALLE DE LA P S/N	
27	23/08/04/2010	41330	1256	1453	ACTIVA	S	S	1460	SIN DAFNO	NO			JOSE M. LOPITANIA RODR	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		SIN NOMBRE S/N	
28	23/10/04/2010	41331	1967	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO	NO		ROLANDO TI	2	MEXICALI	EJIDO CUCAF	660	CARRETERA I	
29	23/07/04/2010	41332	1742	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			ADRIAN MA JUAN SAN	2	MEXICALI	EJIDO CUCAPAH INDIGENA		CALLEJON LA S/N	
30	23/07/04/2010	41333	1847	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO				2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		AV. LAZARO	
31	23/08/04/2010	41334	1254	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE M. LOPITANIA RODR	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		LAZARO CAR S/D	
32	23/10/04/2010	41335	1453	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO	NO			2	MEXICALI	EJIDO CUCAPAH MESTIZO		CALLETANO I/S/D	
33	23/09/04/2010	41336	1870	1453	ACTIVA	S	S	1746	TOTAL	NO	NO		F	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		MIGUEL HID	
34	23/08/04/2010	41337	1244	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE MANUE J. RAFAEL LO	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		FRANCISCO I/S/N	
35	23/07/04/2010	41338	1403	1453	ACTIVA	S	S	1460	SIN DAFNO	NO			E. AVILA LUNKIN OCH	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LEON)		FRONTE A IGI S/N	
36	23/08/04/2010	41339	1266	1453	ACTIVA	S	D	1653	PARCIA	NO			LEONARDO J	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		CARRINO A E S/N	
37	23/07/04/2010	41340	1862	1453	ACTIVA	S	S	1651	MINIMNO	NO			JOSE LUIS BA HORTENSIA I	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		MIGUEL HID	
38	23/07/04/2010	41341	1402	1453	ACTIVA	S	S	1651	MINIMNO	NO			E. AVILA LUNKIN OCH	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LES/N		AL LADO IZQ S/N	
39	23/07/04/2010	41342	1732	1453	ACTIVA	S	D	1652	MEMORNO	NO			ADRIAN MA PATRICIA LL	2	MEXICALI	EJIDO CUCAPAH INDIGENA		AVE. LAZAR S/N	
40	23/10/04/2010	41343	790	1453	ACTIVA	S	D	1652	MEMORNO	NO				2	MEXICALI	EJIDO DURANGO		VICENTE GUE S/D	
41	23/07/04/2010	41344	1804	1453	ACTIVA	S	S	1651	MINIMNO	NO			E. AVILA LUNKIN OCH	2	MEXICALI	EL CHIMI (EJIDO NUEVO LEON)		CALLE DE LA S/N	
42	23/08/04/2010	41345	1208	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE M. LOPITANIA RODR	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		FRANCISCO I/S/N	
43	23/08/04/2010	41346	1209	1453	ACTIVA	S	S	1651	MINIMNO	NO			JOSE M. LOPITANIA RODR	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		LAZARO CAR S/D	
44	23/09/04/2010	41347	1907	1453	ACTIVA	S	D	1653	PARCIA	NO			EDITH CERV Leticia CURI	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		BLVD. SANCI S/D	
45	23/08/04/2010	41348	1207	1453	ACTIVA	S	S	1652	MEMORNO	NO			JOSE M. LOPITANIA RODR	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		FRANCISCO I/S/N	
46	23/10/04/2010	41351	428	1453	ACTIVA	S	S	1460	SIN DAFNO	NO			CECILIA AGU	2	MEXICALI	DELTA (ESTACION DELTA)		ECHICERA SA	
47	23/08/04/2010	41353	1228	1453	ACTIVA	S	S	1653	PARCIA	NO			JOSE M. LOPITANIA RODR	2	MEXICALI	EJIDO SONORA		AV. LAZARO	

Figura 3.20. Ejemplo de base de datos de recopilación de información en viviendas después de un desastre

En la figura 3.21 se presenta el programa diseñado para los usuarios finales denominado SIPREV 1.0.

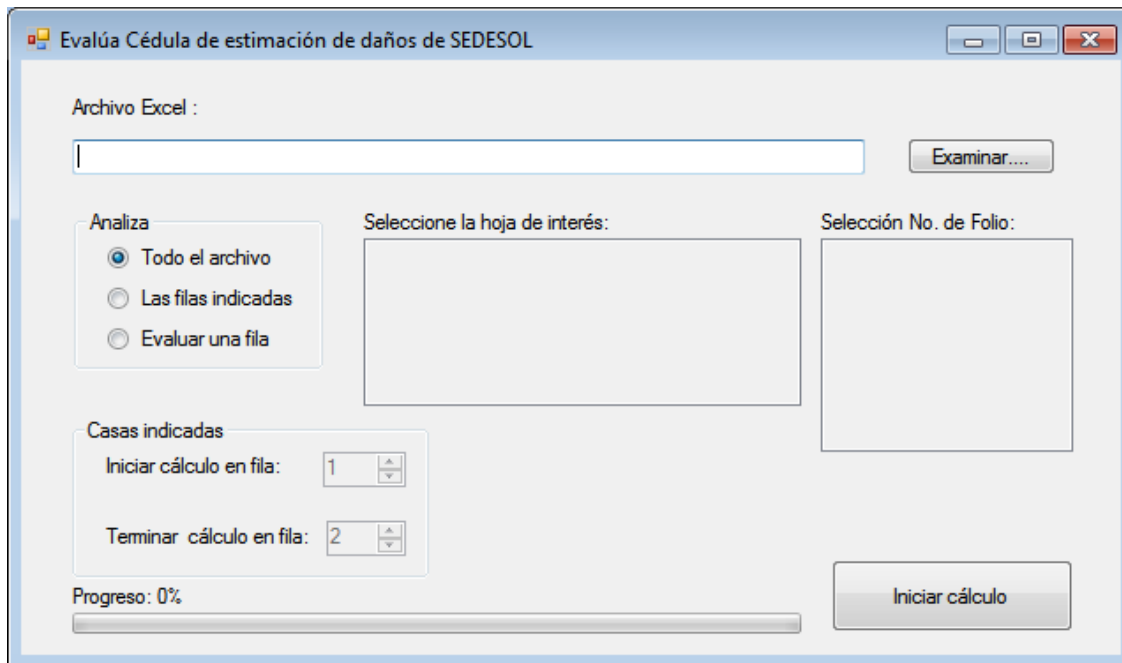


Figura 3.21 Pantalla de programa propuesto denominado (SIPREV 1.0)

Para poder almacenar los datos y ejecutar el programa creado, la aplicación se basa en el manejo de hojas de cálculo (Excel).

La ejecución del programa comprende los siguientes pasos:

1. *Se carga el libro de Excel donde se tienen almacenados los datos de las viviendas.*
2. *Se define el número de viviendas que se quiere evaluar, considerando que cada renglón de la hoja de cálculo como una vivienda independiente, de acuerdo a las siguientes formas de evaluar:*
 - a. *Todo el archivo. Refiere el análisis de todas las Cédulas de evaluación de daños que se recopilen en un solo libro de cálculo, correspondientes a las viviendas afectadas después de un desastre.*
 - b. *Las filas indicadas. Efectúa el cálculo de forma parcial. Permite elegir un rango de inicio y termino del número de Cédulas que se quiere evaluar*
 - c. *Evaluar una hoja. Ejecuta el análisis para una sola hoja específica. Esta opción genera un ahorro de tiempo ya que permite revisar directamente la hoja que presente inconsistencias en sus resultados.*
3. *Se inicia el cálculo de la estimación del nivel de daño. Los resultados obtenidos se guardan en una columna adyacente a los datos de la hoja de Excel leídos previamente.*

Una de las ventajas más importantes de este programa es que muestra en la última fila de la hoja de datos, las inconsistencias en las respuestas presentadas en la Cédula al momento de ejecutar el análisis, las cuales pueden ser causadas por un mal llenado de la misma o por errores de transcripción, lo cual permite optimizar de tiempo del proceso de corrección o verificación de los datos expuestos en las Cédulas.

El correcto llenado de la Cédula por parte de los verificadores es unos de los factores más importantes que influye para disminuir el número de inconsistencias arriba mencionadas al momento de ejecutar el programa, es por ello que la recopilación de conceptos de cada uno de los materiales recabados en este capítulo debe de ser lo más adecuado para su uso, de igual forma, la emisión del adecuado nivel de daño que presentan las viviendas recae en que la ponderación propuesta sea adecuada para

Debido a lo anterior, para demostrar la efectividad de cada una de dichas modificaciones, es necesario efectuar la mayor cantidad de ejemplos que evalúen el nivel de daño que pueden presentar las viviendas después de ocurrir un desastre, así como, verificar si el glosario propuesto es de apoyo para disminuir las confusiones que pueden presentarse en cuanto a términos técnicos que existen en la Cédula.