

1.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

La guía para la identificación de vulnerabilidad por inundación en el medio rural, permite estimar el grado de vulnerabilidad a partir de la ubicación de las casas y propiedades de los habitantes respecto a la cercanía del arroyo y de las características de las viviendas. Se requerirán planos a escala 1:20,000 o de mayor resolución y la aplicación de una encuesta para determinar las áreas vulnerables por las inundaciones.

La medición de la vulnerabilidad por inundaciones que se manejará a lo largo de este texto se refiere solamente a los bienes que tiene la población dentro de sus viviendas, conocida como “menaje” o “enseres”, por lo que se considera que las inundaciones ocurren lentamente, es decir, hay tiempo suficiente para que las personas puedan desalojar sus viviendas de modo tal que sus vidas no sufran peligro.

1.3.1 Tipología de la vivienda

El conocimiento de los materiales de construcción es importante para cuantificar la vulnerabilidad de una vivienda. A continuación se enlistarán los diferentes tipos de materiales que son utilizados en el país.

Material en muros y techo

Los materiales más usados en los muros de la vivienda en nuestro país, son los que se muestran en la tabla 1.14.

Tabla 1.14 Material en muros de viviendas

Tipo	Descripción
M1	Cartón o plástico
M2	Piedra
M3	Láminas de cartón
M4	Bahareque
M5	Adobe sin repellido
M6	Madera
M7	Adobe con repellido
M8	Tabique de barro o concreto sin elementos de concreto
M9	Tabique de barro o concreto con elementos de concreto

De igual forma, a continuación se presenta un listado de los materiales más usados en los techos de las casas en México. Tabla 1.15.

Tabla 1.15 Material en techos de viviendas

Tipo	Descripción
T1	Cartón o plástico
T2	Lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
T3	Palma
T4	Teja
T5	Losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
T6	Losa de concreto ligada

En general, un gran porcentaje de la vivienda en nuestro medio es el resultado de alguna de las combinaciones entre las tablas 1.14 y 1.15; sin embargo, no se descarta la posibilidad de encontrar otros materiales, por lo que deberán especificarse y posteriormente evaluarse para finalmente definir su correspondiente vulnerabilidad.

La descripción de cada combinación se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1.16 Combinaciones para un tipo de vivienda, según el material usado en techo y muros

Combinación	Combinaciones entre tipo de material para techo y muros	Combinación	Combinaciones entre tipo de material para techo y muros
1	Vivienda con muros de cartón o plástico y techo de cartón o plástico	13	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de palma
2	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)	14	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de teja
3	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma	15	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
4	Vivienda con muros de láminas de cartón y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)	16	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
5	Vivienda con muros de bahareque y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)	17	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma
6	Vivienda con muros de bahareque y techo de palma	18	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de teja
7	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)	19	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
8	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de palma	20	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
9	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de teja	21	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma
10	Vivienda con muros de madera y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)	22	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja
11	Vivienda con muros de madera y techo de palma	23	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
12	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)	24	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto ligada

Índice de vulnerabilidad

Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación (tabla 1.17). El tipo de vivienda, que tiene valores de I a V, puede verse en la tabla 1.18.

Tabla 1.17 Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda

Tipo	Índice de vulnerabilidad	Color propuesto
I	Alto	Rojo
II	Medio - alto	Naranja
III	Medio	Amarillo
IV	Medio – bajo	Verde
V	Bajo	Blanco

Tabla 1.18 Clasificación del tipo de vivienda según el material usado en techo y muros

Número de combinación	Tipo de vivienda	Combinaciones entre tipo de material para techo y muros
1	I	Vivienda con muros de cartón o plástico y techo de cartón o plástico
2	II	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
3	III	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma
4	I	Vivienda con muros de láminas de cartón y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
5	II	Vivienda con muros de bahareque y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
6	III	Vivienda con muros de bahareque y techo de palma
7	II	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
8	III	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de palma
9	III	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de teja
10	IV	Vivienda con muros de madera y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
11	IV	Vivienda con muros de madera y techo de palma
12	IV	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
13	IV	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de palma
14	IV	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de teja
15	V	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
16	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
17	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma
18	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de teja
19	V	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
20	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
21	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma
22	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja
23	V	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
24	V	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto ligada

1.3.2 Funciones de vulnerabilidad para el menaje de casa

Para estimar las funciones de vulnerabilidad para cada tipo de vivienda se propone una serie de configuraciones de muebles y enseres menores; posteriormente se lleva a cabo una cuantificación del porcentaje de los daños ocasionados en cada caso, en función del nivel que alcance el agua que entra en la casa.

Vivienda tipo I

Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.

En la figura 1.28 se muestra un ejemplo del menaje que se ha considerado para elaborar la función de vulnerabilidad de una vivienda tipo I.

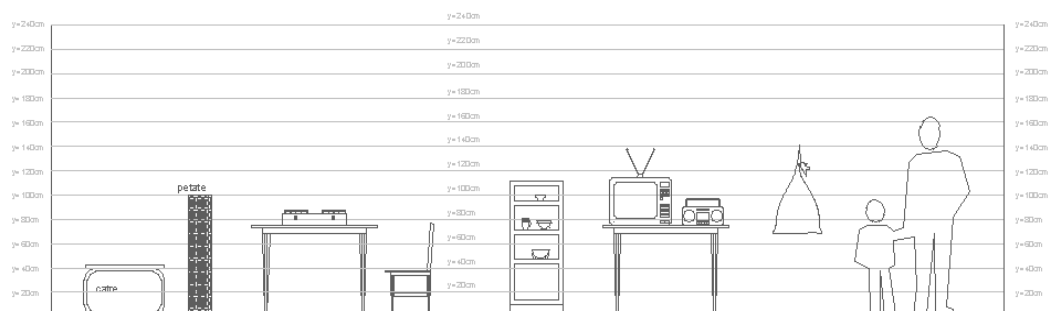


Figura 1.28 Menaje para la vivienda tipo I (una sola planta)

Para la vivienda tipo I, se cuantificó un menaje con un costo aproximado de \$12,500.00.

Vivienda tipo II

El segundo tipo corresponde a hogares que pueden ser clasificados como de clase baja, donde la vivienda puede ser descrita como una vivienda de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, la hipótesis es que las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.

En la figura 1.29 se observa un ejemplo del menaje que se ha considerado para elaborar la función de vulnerabilidad de una vivienda tipo II.

Para la vivienda tipo II, se cuantificó un menaje con un costo cercano a los \$50,000.00.

Vivienda tipo III

El tercer tipo de viviendas también puede ser clasificado como clase - baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales.

El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.

En la figura 1.30 se presenta el menaje que ha sido considerado para el ejemplo que sirve como base para elaborar la función de vulnerabilidad de una vivienda tipo III.

Para la vivienda tipo III, se cuantificó un menaje con un costo aproximadamente \$150,500.00.

Vivienda tipo IV

El cuarto tipo de viviendas se identifica como la típica para la clase media, es decir, que puede ser equiparada con una vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas.

En la figura 1.31 se muestra un ejemplo del menaje que se ha considerado para elaborar la función de vulnerabilidad de una vivienda tipo IV.

Para la vivienda tipo IV, se cuantificó un menaje con un costo del orden de los \$300,000.00.

Vivienda tipo V

Finalmente, el último sector de viviendas, corresponde al tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad.

En la figura 1.32 se presenta un ejemplo del menaje que se ha considerado para elaborar la función de vulnerabilidad de una vivienda tipo V.

Para la vivienda tipo V, se cuantificó un menaje con un costo del orden de los \$450,000.00.

Adicionalmente se presenta la función de vulnerabilidad correspondiente a cada caso, según sea el tipo de vivienda al que se haga referencia (figuras 1.33 a 1.37).

Para cada caso se presenta sobre el eje de las abscisas (x) el nivel alcanzado por el agua (tirante), en metros, mientras que en el eje de las ordenadas (y) el valor corresponde al porcentaje de daños esperados en la vivienda.

En la figura 1.33 se muestra claramente que el rango donde ocurre la mayoría de las pérdidas, para la vivienda tipo I, está entre los 0.60 m y los 1.20 m.

En la figura 1.34, correspondiente al tipo de vivienda II, se observa que la mayor pérdida de los bienes ocurre cuando el tirante de agua en la inundación alcanza de 0.60 m a 1.00 m.

Para el caso de la vivienda tipo III, el rango que provoca las mayores pérdidas está comprendido de los 0.40 m a 1.00 m.

De acuerdo con la clasificación aceptada en el presente estudio, al hablar de viviendas tipo IV y V, se hace referencia a aquellas con dos o más niveles, por lo que en la figuras 1.36 y 1.37 se observa que la función de vulnerabilidad es casi horizontal de los 0.80 m a los 2.50. Lo anterior se debe a que más allá del primer metro de inundación, el porcentaje de pérdida en estas viviendas es mínimo, hasta que alcanza el segundo piso de la misma y nuevamente vuelve a incrementarse.

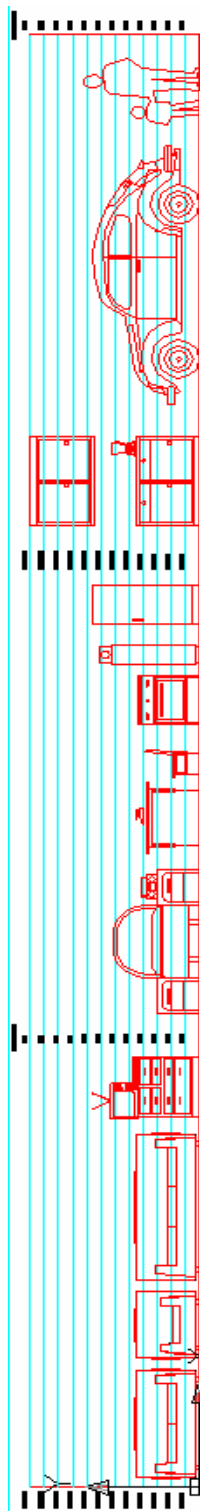


Figura 1.29 Menaje para la vivienda tipo II (una sola planta)

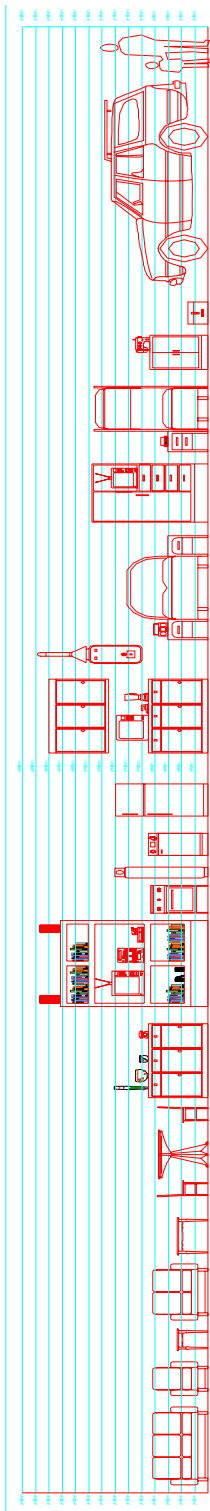


Figura 1.30 Menaje para la vivienda tipo III (una sola planta)

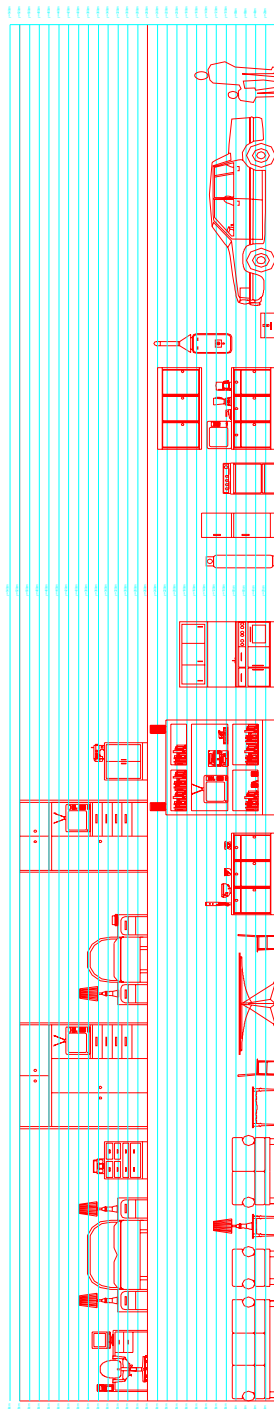


Figura 1.31 Menaje para la vivienda tipo IV (dos plantas)

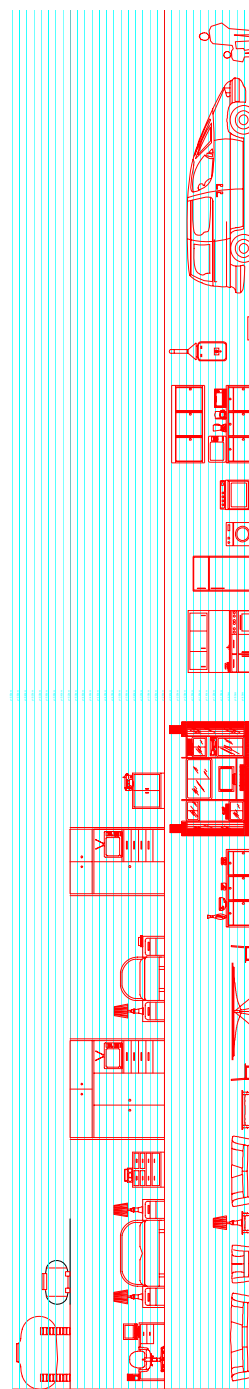


Figura 1.32 Menaje para la vivienda tipo V (dos plantas)

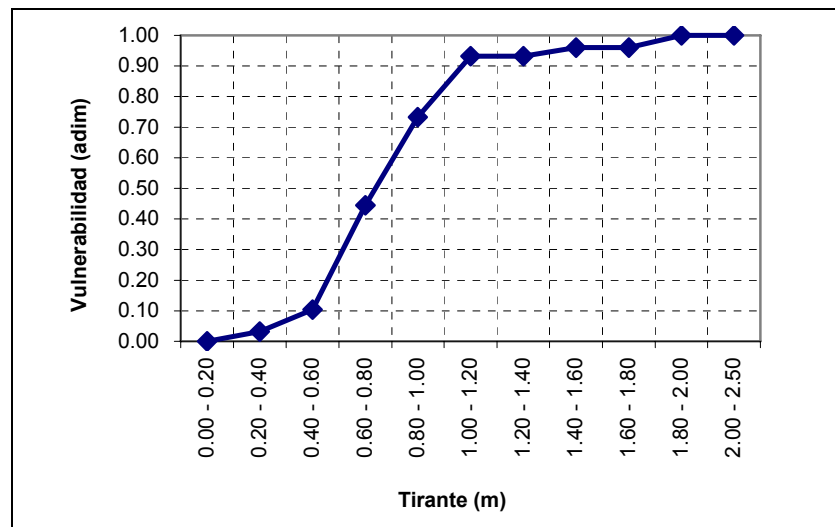


Figura 1.33 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo I

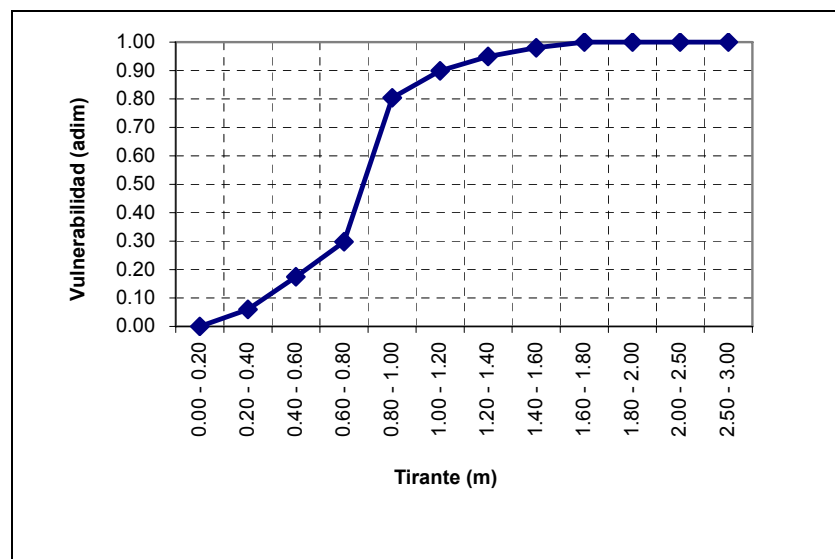


Figura 1.34 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo II

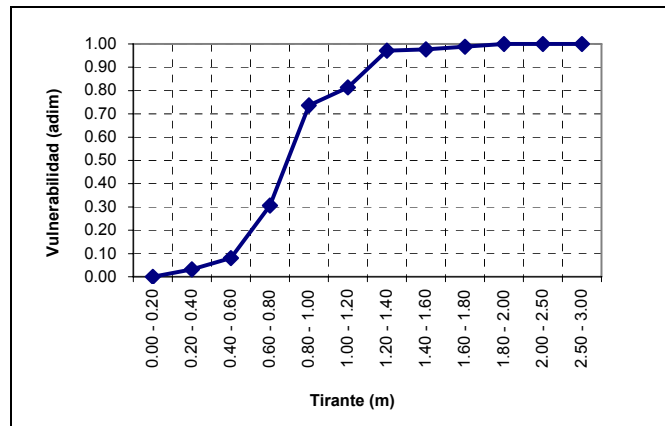


Figura 1.35 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo III

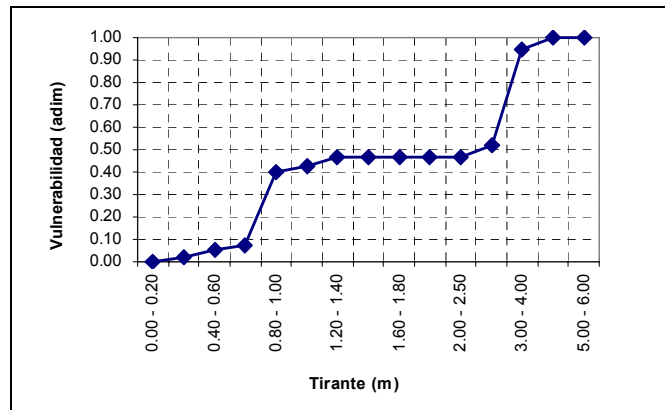


Figura 1.36 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo IV

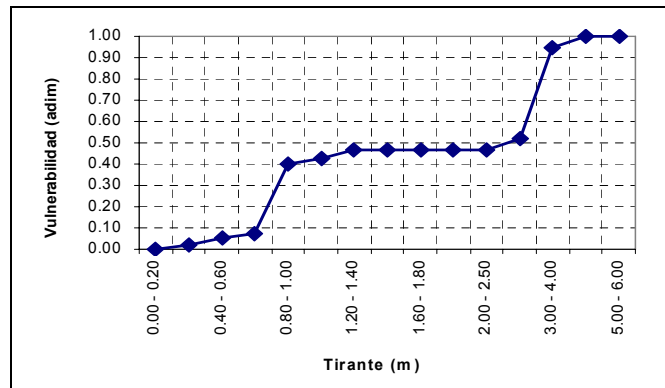


Figura 1.37 Función de vulnerabilidad para vivienda tipo V

Identificación de la vulnerabilidad

Esta primera parte consiste en identificar cuáles son las viviendas más vulnerables de una población, clasificarlas y mostrar su ubicación.

Primero es necesario contar con el plano de la localidad, tal como se indicó en los apartados anteriores.

Para llevar un registro de toda la información que se estará manejando, se sugiere utilizar una tabla como la siguiente.

Tabla 1.19 Concentrado de la información para la elaboración de mapas de riesgo por inundación. Identificación de las viviendas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No.	Material		Nivel de desplante del terreno	Tipo	Vulnerabilidad	Escenario Tr = 5 años			Escenario Tr = X años		
	muros	techo				Nivel agua (m)	Tirante (m)	Daños (%)	Nivel agua (m)	Tirante (m)	Daños (%)
1			257.5						Se analizan tantos escenarios como se desee		
2			265.8								
3			260.7								
4			258.7								
5			260.9								
8			260.9								
14			259.9								
15			259.8								
20			263.35								
21			259.9								
22			261.2								
25			264.7								
29			266.0								
30			261.1								
34			266.9								
35			262.6								
40			264.6								
41			266.7								
45			265.8								
46			268.5								

Todas las casas de la localidad

Tr: Periodo de retorno

Escenarios que se desean analizar

Un detalle muy importante es que cada casa cuente con el nivel del terreno al que está desplantada, ya que este dato será una parte fundamental para estimar las pérdidas por inundación.

En este punto únicamente se identifica cada una de las viviendas, por lo que se llenan sólo las columnas 1 y 4.

Así, el mapa inicial que puede elaborarse es uno similar al que se muestra en la figura 1.38.

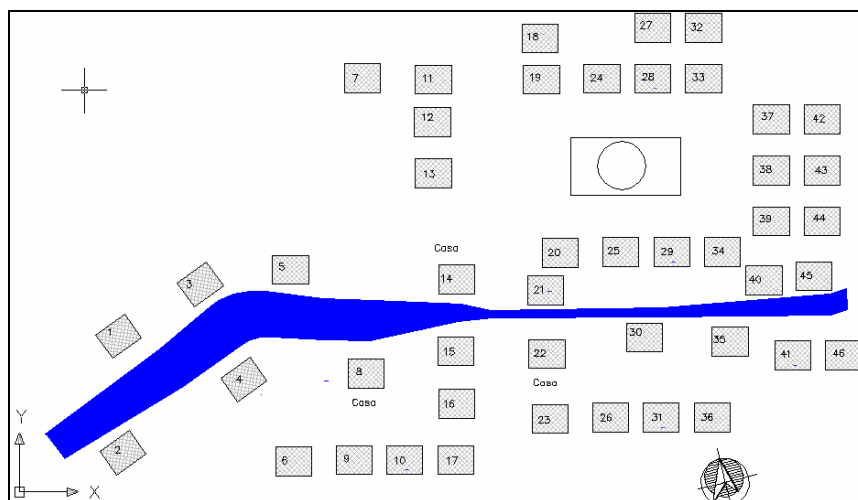


Figura 1.38 Planimetría de la localidad (columna 1 de la tabla 1.19)

Si consideramos el material de construcción usado en las paredes de la vivienda, así como el utilizado en el techo, y de acuerdo con lo expuesto en esta guía, las viviendas pueden ser clasificadas de acuerdo con los cinco tipos previamente definidos (tabla 1.17). Para ello, es necesario un levantamiento en campo, con el que se identifique al material utilizado en la construcción de cada casa.

Las columnas que se llenarán con los datos de campo serán la 2 y la 3. Después de analizar la información se llenan las columnas 5 y 6.

Tabla 1.20 Concentrado de la información para la elaboración de mapas de riesgo por inundación. Vulnerabilidad de la vivienda

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No.	Material		Nivel de desplante del terreno	Tipo	Vulnerabilidad	Escenario Tr = 5 años			Escenario Tr = X años		
	muros	techo				Nivel agua (m)	Tirante (m)	Daños (%)	Nivel agua (m)	Tirante (m)	Daños (%)
1	Adobe	Teja	257.5	III	Media				Se analizan tantos escenarios como se desee		
2	Adobe	Teja	265.8	III	Media						
3	Cartón	Cartón	260.7	I	Muy Alta						
4	Piedra	Lámina	258.7	II	Alta						
5	Cartón	Cartón	260.9	I	Muy Alta						
8	Piedra	Lámina	260.9	II	Alta						
14	Cartón	Cartón	259.9	I	Muy Alta						
15	Cartón	Cartón	259.8	I	Muy Alta						
20	Adobe	Lámina	263.35	II	Alta						
21	Lámina	Lámina	259.9	I	Muy Alta						
22	Lámina	Lámina	261.2	I	Muy Alta						
25	Adobe	Lámina	264.7	II	Alta						
29	Adobe	Lámina	266.0	II	Alta						
30	Lámina	Lámina	261.1	I	Muy Alta						
34	Adobe	Teja	266.9	III	Media						
35	Lámina	Lámina	262.6	I	Muy Alta						
40	Lámina	Lámina	264.6	I	Muy Alta						
41	Piedra	Lámina	266.7	II	Alta						
45	Lámina	Lámina	265.8	I	Muy Alta						
46	Piedra	Lámina	268.5	II	Alta						

Hasta este momento se puede elaborar un mapa como el que se muestra en la figura siguiente:

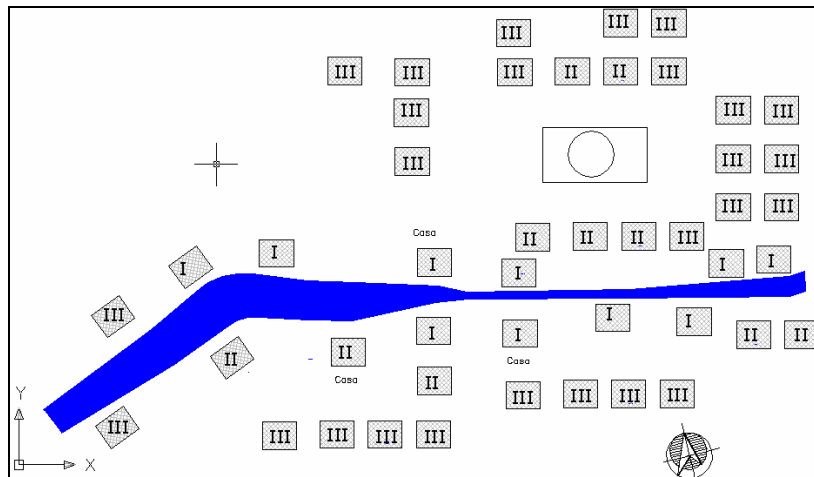


Figura 1.39 Tipificación de la vivienda en la localidad (columna 5 de la tabla 1.20)

Elaboración del mapa de vulnerabilidad de la localidad

Al llegar a esta etapa, cada casa deberá estar asociada con la clasificación de vivienda. Por lo que, tomando como base la variable “tipo”, es posible hacer un mapa de vulnerabilidad.

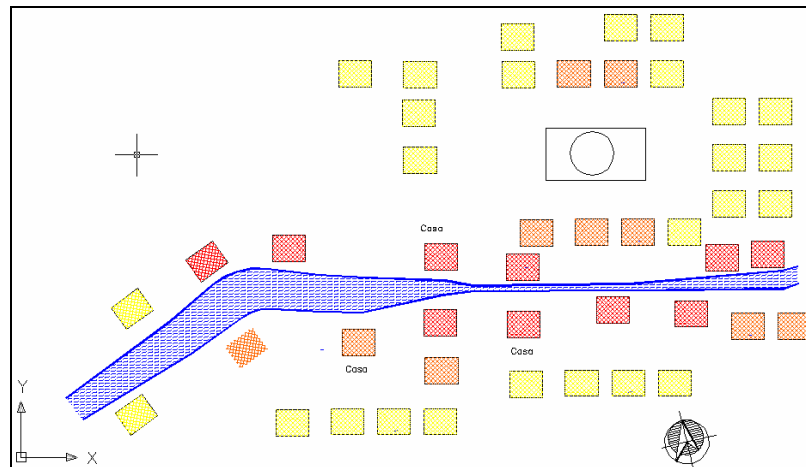


Figura 1.40 Mapa de vulnerabilidad (columna 6 de la tabla 1.20)

Este mapa muestra dónde están ubicadas las viviendas más vulnerables y dónde las más resistentes, incluso se puede observar la distribución del tipo de vivienda y si ésta sigue algún patrón determinado.

Es importante recordar que el mapa mostrado en la figura 1.40 está asociado al tipo de vivienda y su vulnerabilidad, es decir, el porcentaje de pérdidas que se tendrían para los diferentes niveles de agua que pueden presentarse en las casas de la localidad.