

Tabla 17. Frecuencia de años lluviosos por décadas (elaborada por el autor).

No.	Décadas	Indicador por década en mm	Años lluviosos/décadas %.
1	1966-1975	1175,0	50
2	1976-1985	1268,0	80
3	1986-1995	1115,0	50
4	1996-2005	1127,0	60

El resultado obtenido para el análisis de cuatro décadas muestra que la frecuencia de años lluviosos se manifiesta en el lugar entre el 50% y el 80% con una tendencia progresiva en las últimas dos décadas lo que constituye un aspecto en la probabilidad de las ocurrencias.

Después se estudió la intensidad y poder destructivo en el deslizamiento B-2, (observe la figura 18) para comprobar el comportamiento de los movimientos y el agrietamiento de acuerdo a los acumulados de lluvias.

Para ésto se aplicó inicialmente la metodología (Shuster y Fleming, 1982) y se adecuó por el autor una escala sobre la base experimental del monitoreo de fracturas. Al principio se utilizaron equipos de medición (taquímetros, niveles, otros) pero en la medida del aumento de la actividad de agrietamiento del terreno se implementó la técnica de las estacas hiladas con controles estadísticos. La técnica consiste en colocar estacas a ambos lados del borde de la grieta, las que se sujetan por un hilo resistente de mayor dimensión que la grieta, se estira y se toma la medida inicial, llevándose un control de la fecha y la amplitud que adquiere la misma por día, además de controlar otros aspectos de interés conciliado con la cifra de lluvias, cuyo resultado fue la valoración de los movimientos y la velocidad de la masa. Observe la tabla 18 y las figuras 46, 47, 48, 49 y 50. También se desarrolló el monitoreo del

Tabla 18. Evolución de una grieta. (Fuente: elaborada por el autor).

Fecha	Lluvias acumuladas en mm	Ancho de la fractura en metros.
20-07-05 (Septiembre)	1 173,60	0,005
21-07-05	1 314,60	0,120
22-07-05	1 334,60	0,240
08-10-05 (Octubre)	1 384,70	0,350
10-10-05	1 397,10	0,420
21-10-05	1 425,10	0,480
22-10-05	1 425,10	0,510
23-10-05	1 455,60	0,860
24-10-05	1 487,10	1,030
31-10-05	1 504,60	1,190
01-11-05 (Noviembre)	1 506,60	1,270
02-11-05	1 508,60	1,340
06-11-05	1 540,40	1,510
28-11-05	1 540,40	1,630
29-11-05	1 554,40	1,700
30-11-05	1 554,40	1,770
01-12-05	1 554,40	1,820
10-12-05 (Diciembre)	1 554,40	1,830

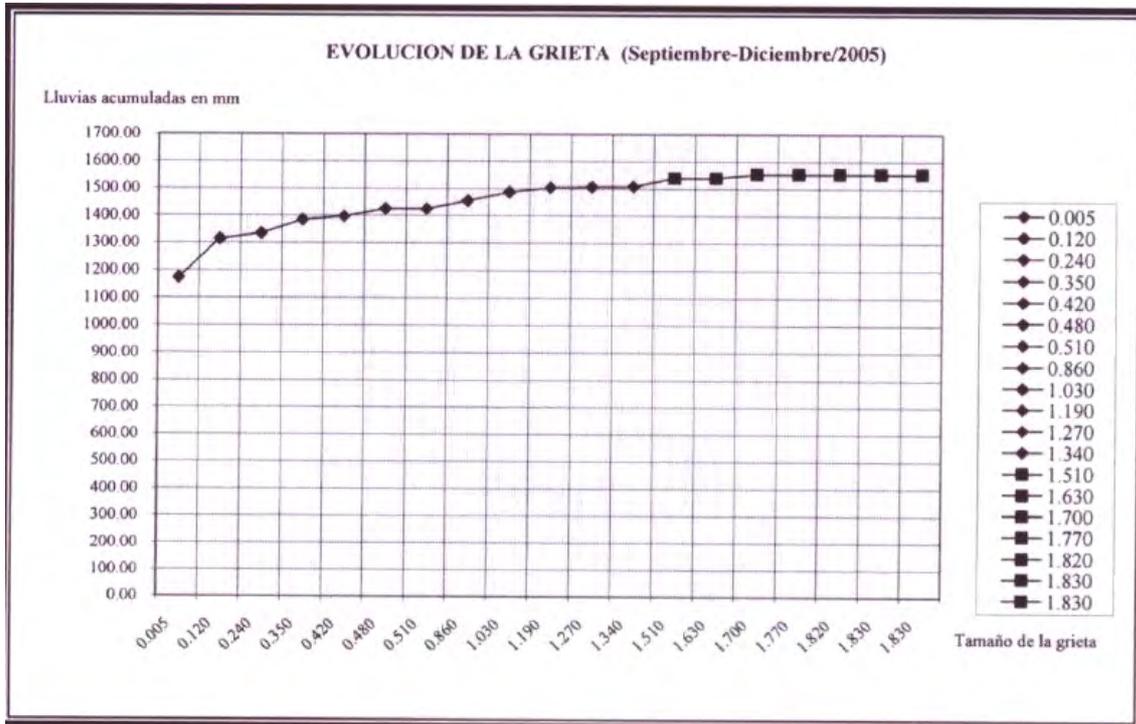


Figura 46. Gráfico de la evolución de una grieta (Fuente: elaborada por el autor).



Figura 47. Grieta de 0,120 metros.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).



Figura 48. Grieta de 0,240 metros.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).



Figura 49. Grieta de 0.510 metros.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).



Figura 50. Grieta de 1,340 metros.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).

descenso del anfiteatro y su relación con el avance terrígeno en la punta antes de ocurrir la fase colapsiva. Observe la tabla 19 y las figuras 51, 52 y 53.

Tabla 19. Monitoreo del descenso de la cabecera del deslizamiento B-2 (elaborado por el autor).

Fecha	Lluvias acontecidas	Nivel de altura en metros
20-07-05	1 173,60	42,900
20-07-05	1 173,60	42,885
22-07-05	1 334,60	42,720
08-10-05	1 384,70	42,630
21-10-05	1 425,10	42,470
23-10-05	1 455,60	42,130
31-10-05	1 504,60	42,000
02-10-05	1 508,60	41,980
06-10-05	1 540,40	41,940
28-10-05	1 540,40	41,940
29-10-05	1 554,40	41,930
30-10-05	1 554,40	41,930
01-12-05	1 554,40	41,930
10-12-05	1 554,40	41,930

De acuerdo al monitoreo del mecanismo de fractura en el terreno se obtuvo la escala para evaluar fracturas, la que refleja las características del movimientos, la velocidad de la apertura de la grieta, las lluvias acumuladas y la visualidad de las mismas en el terreno.

Observe la tabla 20.

Movimientos	Velocidad m/meses	Lluvias acumuladas/mm	Visualidad
Muy lentos	0,001 hasta 0,002 m/mes	1 115,0-1 127,0	Imperceptible
Lento	0,005 hasta 0,009 m/mes	1 127,0-1 330,0	Perceptible
Moderado	0,100 hasta 0,510 m/mes	1 330,0-1 430,0	Visibles
Rápido	0,520 hasta 1,500 m/mes	1 430,0-1 530,0	Muy visibles
Muy Rápido	0,70m/día y más.....	1 530,0 y más...	Extremadamente visible

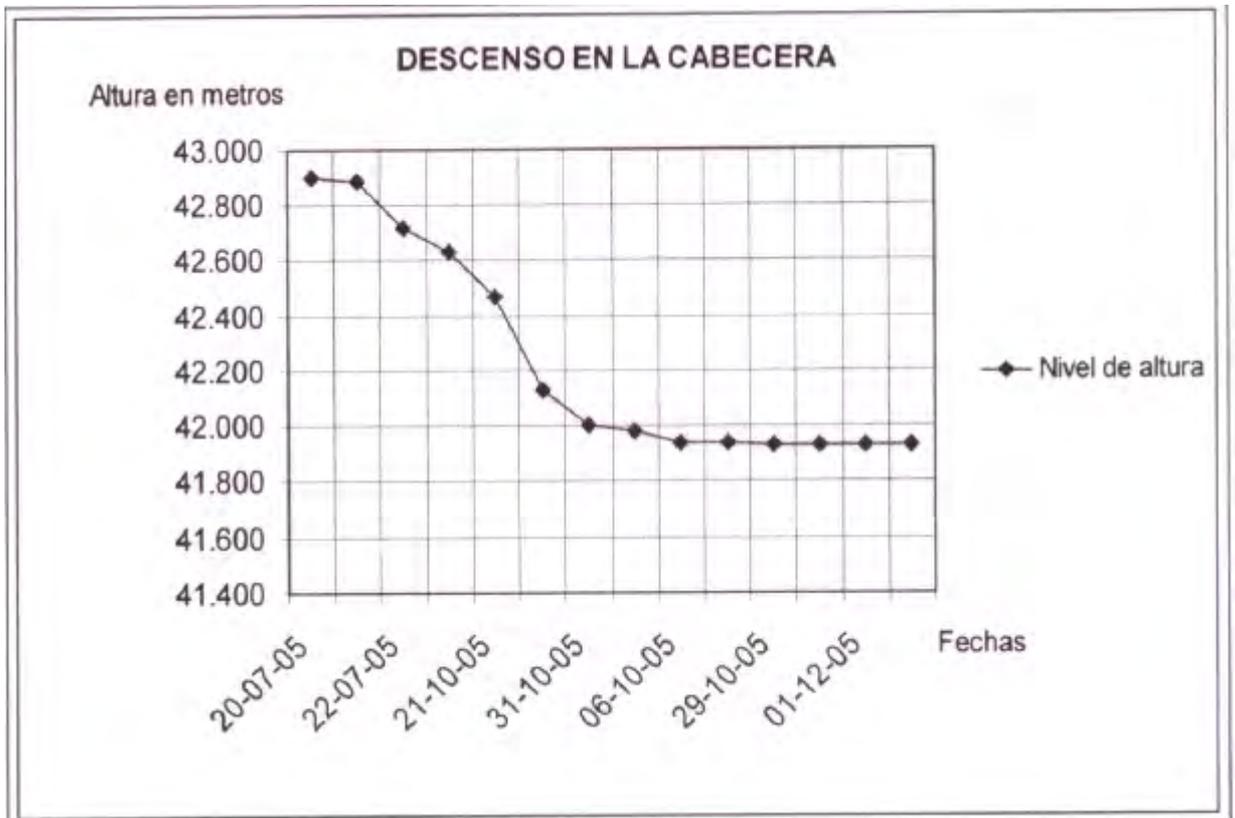


Figura 51. Gráfico del descenso del anfiteatro (elaborado por el autor).

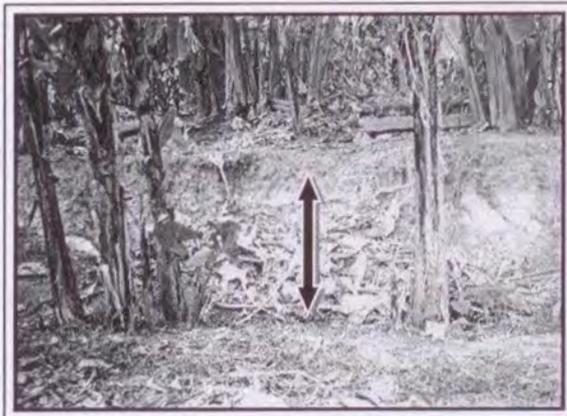


Figura 52. Descenso de la cabecera.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).

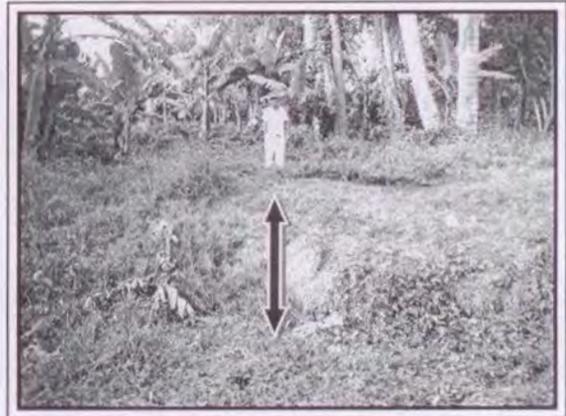


Figura 53. Avance de la punta.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).

Otras observaciones y mediciones se realizaron en las viviendas de los pobladores, las que sufrieron sendos impactos por corrimientos y agrietamientos. Observe las figuras 54, 55 y 56.

El tanque del acueducto como probable peligro asociado posee la capacidad de 250 000 galones el cual mide 8,00 metros de altura con 13,00 metros de diámetro para un peso de 1292.25 toneladas métricas considerando su llenado total. Este se ubica a 42,9 metros de altura coincidiendo con el tambor de asiento de un antiguo deslizamiento donde se originan los deslizamientos B-1 y B-2 cuya separación de los bordes de laderas escarpadas oscilan entre 5.30 metros por el frente con el deslizamiento B-1 y 16,00 metros por el lado izquierdo con dirección al deslizamiento B-2. El mismo bascula y se ha separa de las aceras marginales hasta tres centímetros.

De acuerdo a los resultados del trabajo realizado se procedió a confeccionar la escala para la evaluación del peligro atribuyéndosele cinco categorías cualitativas que surgen de los resultados cuantitativos validados.

La escala se divide en: Categoría del peligro, indicador de acumulado de lluvias para la probabilidad de ocurrencia de cada peligro, la velocidad de los movimientos de la masa (intensidad) y efectos destructivos para cada categoría.

La categoría del peligro se corresponde con: Muy Alto, Alto, Moderado, Bajo y Muy Bajo que a su vez se corresponden con los indicadores cuantitativos calculados sobre la base de la



Figura 54. Partidura de una columna.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).



Figura 55. Separación de habitaciones.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).



Figura 56. Ascenso, fracturas y corrimientos de infraestructuras.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).

tolerancia de la Humedad Límite Condicionada en la litología que es la modificada para determinado acumulado de lluvias. También para cada categoría e indicador se corresponde una velocidad aproximada de la masa y sus efectos destructivos que surgen del monitoreo y control por más de 14 años acerca de los mismos. Observe la tabla 21.

Como resultado se conoció que la probabilidad de ocurrencia de los deslizamientos de tierra en el sector urbano de Mariel se encuentran para una frecuencia del 50% al 80% de años lluviosos por décadas. Esta probabilidad se determinó para el momento en que se cumpla el rango entre 1115,0 y 1127,0 milímetros de acumulados de lluvias considerándose Muy Bajo, pero puede llegar a Muy Alto como lo indica la escala (tabla 21) cuyos movimientos variables en dependencia de los acumulados de lluvias serán desde muy lentos (desde 0.001 hasta 00.2 m por mes) e imperceptibles hasta muy rápidos (0.70 metros/ días y más) y extremadamente visibles como los presenciados en el último evento de Octubre del 2007. Observe la figura 57.

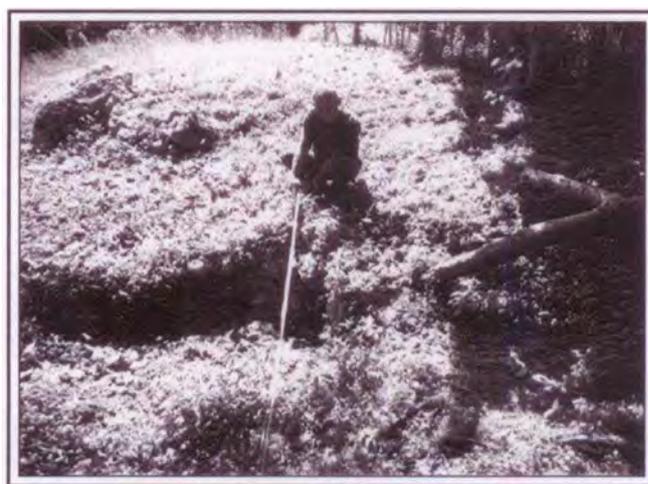


Figura 57. Caída de un bloque.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).

Tabla 21. Escala para la evaluación del peligro (Fuente: elaborada por el autor).

Categoría del peligro.	Indicador de acumulado de lluvias/mm	Velocidad aproximada de los movimientos y efectos destructivos.
Muy Alto	1530.0 y más...	<p>Movimiento de la masa se producen con una intensidad de (0,70m/día ocasionado imprevistos.</p> <p>Las grietas en el cuerpo del deslizamiento tomarán dimensiones mayores 1,50 -1,80m se fraccionarán y se derrumbarán. En los flancos de los deslizamientos las fracturas obtienen hasta 6,30m, con configuración arqueada y profundidades mayores a 10,00m.</p> <p>Las instalaciones hidráulica sanitarias sufrirán roturas, las fosas perderán su contenido evacuado por fracturas y se contaminarán las aguas subterráneas.</p> <p>Se producen caída de escalones topográficos mayores a 1,20 metros y aumentan los avances terrígenos en la punta de los deslizamientos.</p> <p>Se producen corrimientos en las viviendas, postelerías del tendido eléctrico y árboles grandes con tendencia a derrumbes en sentido general.</p> <p>El pavimento se desalineará y se provocarán ascensos de aceras y caídas de bloques en viales.</p>
Alto	1430.0-1530.0	<p>Movimiento de la masa (0,52 a 1,50 m/mes).</p> <p>Las grietas tendrán aproximadamente entre 1,00 y 1,50 m etros en terreno ocasionando afectaciones al paso peatonal.</p> <p>Salidas permanentes de manantiales al pié de los deslizamientos.</p> <p>Caída de paredes y partiduras de columnas con afectaciones para todo tipo de sistema constructivo.</p> <p>Inclinaciones considerables de cercas de bloques, redes eléctricas y telefónicas.</p> <p>Roturas y separaciones de conductoras hidráulicas.</p> <p>Fracturas de pavimentos y aparición de arroyamientos en el asfalto.</p>

Moderado	1 330,0-1 430,0	<p>Movimiento de la masa (0,10 a 0,51 m/mes).</p> <p>Las grietas oscilarán entre 0,25 y 0,51 milímetros en el terreno.</p> <p>Salidas permanentes de manantiales al pié de los deslizamientos.</p> <p>Separaciones de paredes de bloques y levantamientos de pisos con pequeños avances.</p> <p>Inclinaciones de cercados de bloques y redes eléctricas y telefónicas.</p> <p>Roturas y separaciones de conductoras hidráulicas.</p>
Bajo	1 127,0-1 330,0	<p>Movimiento de la masa (0,005 al 0,009 m/mes).</p> <p>Aparecerán las primeras grietas superficiales, sin continuidad que oscilarán entre 0,015 y 0,025 milímetros en viviendas y el terreno.</p> <p>Aumentarán las salidas de manantiales en cotas mayores a +20,00 metros de altura.</p> <p>Aparición de fisuras en ángulo de 30 y 45 grados en paredes de bloques y pisos de cemento de las viviendas.</p> <p>Ligeras fisuras e inclinaciones de cercados y árboles pequeños.</p> <p>Salideros en las conductoras hidráulico-sanitarias</p>
Muy Bajo	Inicio 1 115,0-1 127,0	<p>Movimiento de la masa (0,001 al 0,002 m/mes casi imperceptible).</p> <p>Pequeñas fisuras de 0,002 y 0,005 milímetros en terreno, paredes de bloques y muros.</p> <p>Salidas de manantiales en zonas bajas.</p>

### **II.3.2. El análisis y la evaluación de la vulnerabilidad.**

La evaluación de la vulnerabilidad se genera del análisis fundamentado del peligro y su potencialidad destructiva vinculado al grado de susceptibilidad del medio físico (zonas peligrosas) y la exposición social e infraestructural en el lugar objeto de estudio.

La escala para la evaluación de las zonas vulnerables (vea la tabla 22) consiste en la probabilidad de ocurrencia de cada categoría del peligro por la susceptibilidad del medio físico (Observe la tabla 16) para cada zona peligrosa donde se encuentre expuesta la población y los recursos económicos (vea la figura 45). Donde la escala (Observe la tabla 22) presenta tres columnas interpretándose:

Ejemplo para su aplicación: Dado la probabilidad de ocurrencia de un peligro Alto, para una zona de Baja susceptibilidad al peligro, la vulnerabilidad es Baja.

Posteriormente se elaboró el mapa de las zonas vulnerables, el que consistió en la aplicación de la escala elaborada por el autor (vea las tablas 16 y 22), la utilización del mapa resultante detallado 1:5000 de las zonas peligrosas y la incidencia de los lugares habitados y objetivos económicos, que en principio derivó un mapa borrador y después de su comprobación en el terreno se confeccionó el mapa de las zonas vulnerables con la aplicación del SIG, (Observe la figura 58).

Aplicando el mapa de las zonas vulnerables a escala detallada 1:5000, se realizó el inventario por zonas vulnerables de la población residente, viviendas (Unidad Municipal de

Tabla 22. Escala para la evaluación de la vulnerabilidad (elaborada por el autor).

Categoría del peligro.	Grado de susceptibilidad por zonas peligrosas.	Evaluación de vulnerabilidad.
Muy Alto	Muy Alta	Muy Alta
	Alta	Muy Alta
	Moderada	Moderada
	Baja	Baja
	Muy Abaja	Muy Baja
Alto	Muy Alta	Alta
	Alta	Alta
	Moderada	Moderada
	Baja	Baja
	Muy Baja	Muy Baja
Moderado	Muy Alta	Moderada
	Alta	Moderada
	Moderada	Baja
	Baja	Baja
	Muy Baja	Muy Baja
Bajo	Muy Alta	Moderada
	Alta	Baja
	Moderada	Baja
	Baja	Muy Baja
	Muy Baja	Muy Baja
Muy Bajo	Muy Alta	Baja
	Alta	Baja
	Moderada	Muy Baja
	Baja	Muy Baja
	Muy Baja	Muy Baja

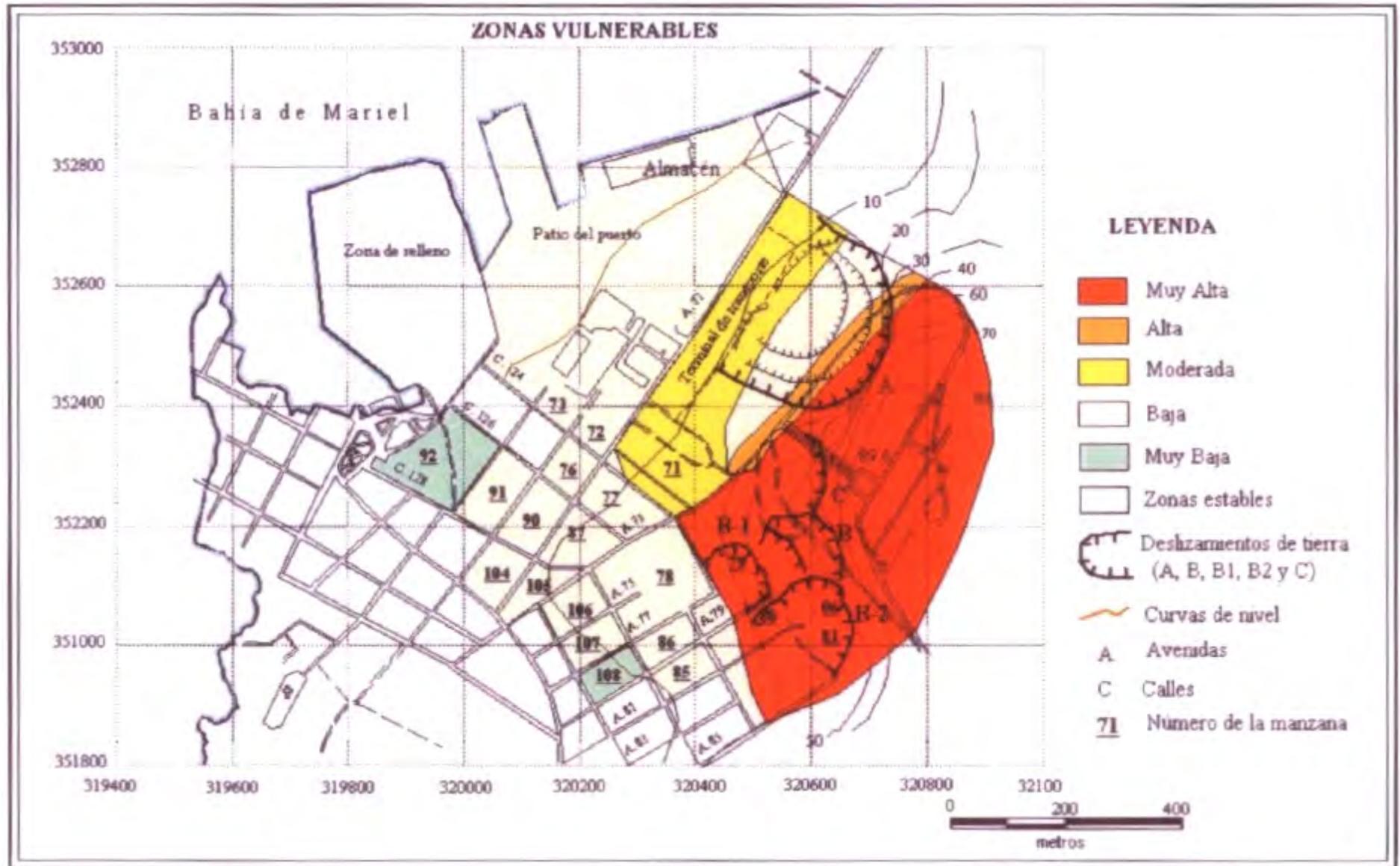


Figura 58. Mapa de zonas vulnerables (Fuente: elaborado por el autor y válido para el período 2006-2015).

la Inversión de la Vivienda, 2007), tanques de almacenaje y infraestructuras como redes aéreas y soterradas (hidráulico-sanitarias), así como la funcionalidad del paso peatonal, lo se ejecutó a pie de terreno sobre la base de la (Unidad Básica de Información Territorial (Instituto de Planificación Física, 2005). Observe las tablas 23 y 24 y la figura 59.

También se estimó la extensión físico-espacial por zonas vulnerables y las vulnerabilidades a priori para el período comprendido entre el año 2005 y 2007 dado las posibles amenazas por los deslizamientos de tierra B-1 y B-2. Observe la tabla 25.

Tabla 25. Extensión físico-espacial de las zonas vulnerables (elaborada por el autor).

Superficie total	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy Baja
0,953 km <sup>2</sup>	0,15 km <sup>2</sup>	0,028	0.055 km <sup>2</sup>	0,35 km <sup>2</sup>	0,37

Por otra parte, se evaluó la vulnerabilidad social e infraestructural para cada zona vulnerable de acuerdo al radio de acción de los deslizamientos de tierra B-1, y B-2 para el período 2005-2007 y la década 2006-2015 que se encuentra en curso. Observe las tablas 26 y 27.

### II. 3.3. El análisis y la evaluación del riesgo de desastres.

Para el análisis y la evaluación del riesgo se utilizó el resultado del análisis y evaluación del peligro y la vulnerabilidad con la cartografía obtenida de las áreas susceptibles al peligro (zonas peligrosas) y las zonas vulnerables, lo cual permitió desarrollar una escala para la evaluación del riesgo, donde se conjuga la categoría de cada peligro en cuanto a su

Tabla 23. Inventario social e infraestructural en las zonas vulnerables (Fuente: a partir de Unidad Básica de Información Territorial, Instituto de Planificación Física, 2005, elaborada por el autor)

No. de Manzana	Tipo I			Tipo II			Tipo III			Tipo IV			Tipo V			Tipo VI			Tipo VII			Cantidad de viviendas	Cantidad de población
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M		
6					2		1			7								13	10	17	50	276	
79	25							4										4			33	165	
80	4			5	6			1	1									10			27	108	
81							1														1	4	
<b>Subtotal - 4</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>							<b>27</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>111</b>	<b>553</b>	
71	21				5		7											7			40	110	
<b>Subtotal -1</b>	<b>21</b>				<b>5</b>		<b>7</b>											<b>7</b>			<b>40</b>	<b>110</b>	
72	20				7																27	108	
73	1		1		7																9	38	
76	10			11				2													23	92	
77	21				11			7													39	156	
78	7	6		5	1			7													26	130	
85	19			5																	24	101	
86	17			4																	21	90	
87	40							15	5												60	240	
90	7	10			10			8													35	140	
91	17																				17	152	
104	12				14	8															34	136	
105	1																				1	0	
106	18																				18	72	
107	15		1																		16	64	
<b>Subtotal-14</b>	<b>205</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>8</b>		<b>39</b>	<b>5</b>												<b>350</b>	<b>1519</b>	
<b>Total - 19</b>	<b>255</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>							<b>34</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>501</b>	<b>2182</b>	

Leyenda: Tipo de viviendas: B (buena), R (regular), M (mala).

Tabla 24. Inventario de otras infraestructuras en las zonas vulnerables (Fuente: elaborada por el autor).

Otras infraestructuras en zonas vulnerables.		
No.	Elementos	Cantidad
1.	Tanque del Acueducto Municipal (capacidad 250 000 galones)	1
2.	Redes hidráulicas.	
	♦ Tuberías de hierro con diámetro de 12"	60,00 metros
	♦ Válvulas de 12"	2
	♦ Codos de 12"	4
	♦ Unión Universal de 12"	2
	♦ Nudos de 12"	7
3.	Redes del Sistema Eléctrico.	
	♦ Postes de madera de redes aéreas	9
	♦ Transformador de 50 Kw.	1
	♦ Conductores eléctricos	2 800,00 metros
	♦ Aisladores	30
	♦ Pararrayos	2

## TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA DE LA VIVIENDA

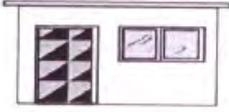
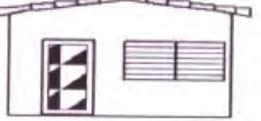
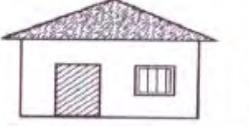
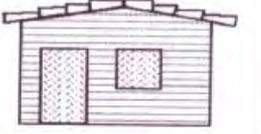
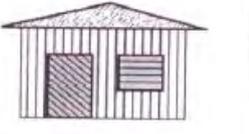
	TIPO I N V	TECHO	PAREDES	TIPO I P F
	I	Placa	Hormigón Mampostería (No admite vivienda improvisada)	I
	TIPO I N V	TECHO	PAREDES	TIPO I P F
	II	Tejas	Hormigón Mampostería (No admite vivienda improvisada)	II
	TIPO I N V	TECHO	PAREDES	TIPO I P F
	III	Fibrocemento Planchas metálicas Madera y papel Embreado o asfáltico Otros materiales	Hormigón Mampostería (No admite vivienda improvisada)	III
		Guano	Hormigón Mampostería (No admite vivienda improvisada)	
	TIPO I N V	TECHO	PAREDES	TIPO I P F
	IV	Tejas Planchas metálicas Fibrocemento	Madera (No admite vivienda improvisada)	IV
	TIPO I N V	TECHO	PAREDES	TIPO I P F
	V-VI	Fibrocemento Plancha metálica Madera-papel Embreado o asfalto	Yagua Tabla de palma Adobe o embarre Otros materiales	V-VI
	TIPO I N V	TECHO	PAREDES	TIPO I P F
	VII	Guano	Madera Yagua Tabla de palma Adobe o embarre Otros materiales	VII

Figura 59. Clasificador de la vivienda en topologías. (Fuente: Instituto de Planificación Física, 2005).

Tabla 26. Estimación de la vulnerabilidad en la zona de los deslizamientos B-1 y B-2 válido para el período 2005-2007, (Fuente: elaborada por el autor).

Manzanas	Zonas de los deslizamientos	Viviendas	Cantidad de habitantes	Otras infraestructuras	Evaluación de la Vulnerabilidad
79	B-1	33	165	Tendido eléctrico Tanque del acueducto Conductoras principales	Muy Alta
6, 80 y 81	B-2	78	388	Tanque del acueducto Viales	Muy Alta
Posibles afectaciones		111	553		

Tabla 27. Estimación de la vulnerabilidad en la zona de estudio válido para la década 2006-2015, (Fuente: elaborada por el autor).

Total de manzanas	Total de viviendas	Cantidad de habitantes	Otras infraestructuras a pérdidas	Evaluación de la vulnerabilidad.
4	111	553	Tendido eléctrico (alto voltaje) Tanque del acueducto y conductoras principales. Palacio Rubens (monumento)	Muy Alta
0	0	0	Carretera	Alta
1	40	110	-	Moderada
14	350	1519	-	Baja
Total- 19	501	2182		

probabilidad de ocurrencia y poder destructivo para cada zona vulnerable manejándose su interpretación de forma parecida a la expuesta anteriormente. Observe la tabla 28.

Por otro lado se confeccionó el mapa de las zonas de riesgo, que surge dado la superposición del mapa de las zonas peligrosas y zonas vulnerables a escalas detalladas 1:5000 con la diferencia que expresa el grado de severidad, dado el peligro y los efectos destructivos. Observe la figura 60.

De acuerdo a los resultados anteriores se utilizó el mapa de las zonas de riesgo a escala detallada 1:5000 y el inventario realizado en el terreno con relación al fondo habitacional y se estimó el riesgo específico para el período 2005-2007 dado la actividad del deslizamiento B1 y B2, además de las estimaciones para el período 2006-2015. Observe las tablas 29, 30, 31, 32 y 33.

Tabla 29. Estimación de pérdidas y daños al fondo habitacional para el área del deslizamiento B1 y B2, en el período 2005-2007 (Fuente: elaborada por el autor).

Zonas de Muy Alta vulnerabilidad.	Probable evacuación de población residente.	Total de viviendas	Valor en moneda nacional de daños a viviendas.
Área de influencia de deslizamiento B-1	165	33	\$180,000.00
Área de influencia del deslizamiento B-2	388	78	\$400,000.00
Totales	553	111	\$580,000.00

Tabla 28. Escala para la evaluación del riesgo (Fuente: elaborada por el autor).

Categoría del peligro	Categoría de la vulnerabilidad	Evaluación del riesgo
Muy Alto	Muy Alta	Muy Severo
	Alta	Muy Severo
	Moderada	Moderado
	Baja	Baja
	Muy Abaja	Mínimo
Alto	Muy Alta	Severo
	Alta	Severo
	Moderada	Moderado
	Baja	Bajo
	Muy Baja	Mínimo
Moderado	Muy Alta	Moderado
	Alta	Moderado
	Moderada	Bajo
	Baja	Bajo
	Muy Baja	Mínimo
Bajo	Muy Alta	Moderado
	Alta	Bajo
	Moderada	Bajo
	Baja	Mínimo
	Muy Baja	Mínimo
Muy Bajo	Muy Alta	Bajo
	Alta	Bajo
	Moderada	Mínimo
	Baja	Mínimo
	Muy Baja	Mínimo

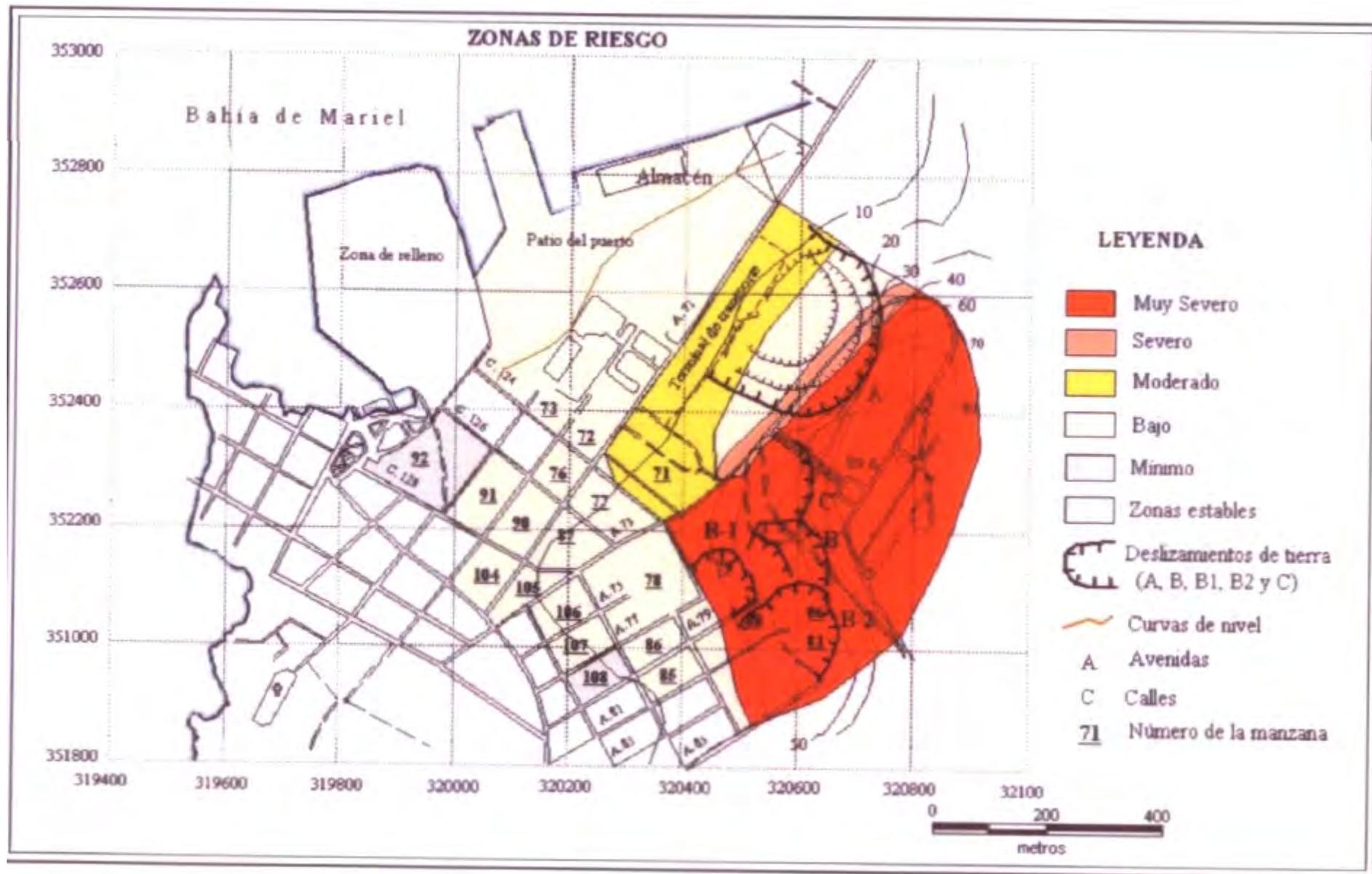


Figura 60. Mapa de las zonas de riesgo (Fuente: elaborado por el autor y válido para el período 2006-2015).

Tabla 30. Estimación del Riesgo Específico en la zona de los deslizamientos B-1 y B-2 válido para el período 2005-2007 (Fuente: elaborada por el autor).

Manzanas	Zonas de los deslizamientos	Viviendas	Cantidad de habitantes	Otras infraestructuras	Evaluación Cualitativa
79	B-1	33	165	Tendido eléctrico Tanque del acueducto Conductoras principales	Muy Severo
6, 80 y 81	B-2	78	388	Tanque del acueducto Viales	Muy Severo
Posibles afectaciones		111	553		

Tabla 31. Estimación del Riesgo Específico en la zona de estudio válido para la década 2006-2015, (Fuente: elaborada por el autor).

Total de manzanas	Total de viviendas	Cantidad de habitantes	Otras infraestructuras a pérdidas	Evaluación del riesgo
4	111	553	Tendido eléctrico (alto voltaje) Tanque del acueducto y conductoras principales. Palacio Rubens (monumento)	Muy Severo
0	0	0	Carretera	Severo
1	40	110	-	Moderado
14	350	1519	-	Bajo
Total- 19	501	2182		

Tabla 32. Estimaciones de pérdidas para el Sistema Eléctrico. (Fuente: a partir de la información de la OBE Mariel, 2006, elaborada por el autor).

Materiales	UM	Cantidad	Precio	Costo	
				CUC	MN
◆ Postes de madera de 35'	u	9	\$87.04	\$783.36	
◆ Conductor primario	m	1000	\$1.40	\$1,400.00	
◆ Conductor secundario	m	1080	\$2.40	\$2,592.00	
◆ Aislador de polea	u	24	\$0.80	\$19.20	
◆ Aislador de pedestal	u	16	\$15.07	\$241.12	
◆ Transformador de 50 Kv	u	1	\$929.00	\$929.00	
◆ Drop - Out	u	2	\$40.36	\$80.72	
◆ Pararrayos	u	2	\$54.69	\$109.38	
◆ Mano de obra	1 brigada				\$10 000, 00
<b>Total</b>				\$6 154.78	\$10 000, 00

Tabla 33. Estimado aproximado del costo del tanque y toma principal (Fuente: elaborada por Cornelio y Pacheco, 2006).

Materiales	UM	Cantidad	Precio	Costo	
				CUC	MN
Tubería 12" Polipropileno para acueducto	m	6	\$37,75	\$226,50	
Válvulas de bronce TPR 12"	u	2	\$79,25	\$158,50	
Unión Universal PP 12"	u	2	\$17,75	\$35,50	
Nudos PP 12"	u	7	\$8,35	\$58,45	
Codos PP 12"	u	4	\$13,25	\$53,00	
Sellador de rosca	tubo	4	\$8,32	\$33,28	
Tanque aproximado al actual	u	1	\$285 000,00	\$199 500,00	\$ 85 500,00
Mano de obra	h	1 brigada			\$ 30 000,00
<b>Total</b>				\$200 065,23	\$ 115 500,00

### II.3.4. Recomendaciones de medidas encaminadas a la prevención y mitigación de los efectos de los deslizamientos de tierra.

Sobre la base estudio realizado se recomiendan medidas de carácter técnico y para la prevención y la mitigación de los efectos de los deslizamientos de tierra. Observe la tabla 34.

Tabla 34. Medidas encaminadas a la prevención y mitigación de los efectos (Fuente: elaborada por autor).

No	Medidas	Cumplimiento
1.	• Tramitar la promoción de los habitantes y las viviendas que se encuentran en zonas vulnerables a zonas seguras.	Corto plazo
2.	• Implementar señales de alerta en zonas peligrosas.	Corto plazo
3.	• Tramitar proyectos para la restauración de la zona afectada.	Corto plazo
4.	• Controlar las estadísticas de las lluvias anuales y mantener el monitoreo sobre la base de los indicadores establecidos.	Sistemático
5.	• Mantener el monitoreo del tanque acueducto, evitar salideros y gestionar el traslado del mismo una zona de bajo riesgo.	Corto plazo
6.	• Restaurar el radio de protección del tanque dado la cantidad de excavaciones abandonadas.	Sistemático
7.	• Prohibir la tala de árboles y reforestar la zona afectada.	Sistemático
8.	• Evitar el tránsito de equipos pesados en zonas peligrosas.	Sistemático
9.	• Reactivación del antiguo acueducto.	Mediano plazo
10.	• Revisión periódica del tendido eléctrico.	Sistemático
11.	• Control de la sismicidad inducida por voladuras.	Sistemático
12.	• Congelación de inversiones en zonas peligrosas.	Corto plazo
13.	• Capacitar la comunidad para su preparación para el manejo del riesgo.	Corto plazo

Finalmente se debe destacar que:

El diagnóstico exploratorio fase inicial del estudio aplicado constituye la base imprescindible para el conocimiento de la estructura y funcionamiento de un territorio cuestión indispensable para el manejo del riesgo.

La susceptibilidad del medio físico en el núcleo urbano de Mariel se produce dado la sinergia de los diferentes factores naturales y antrópicos donde los acumulados de lluvias durante el año funjen como el factor alterador siempre que lleguen al límite de tolerancia en la litología como elemento natural condicionante mayormente modificado.

Otros elementos condicionantes de origen natural como las formas geométricas de los bordes en las laderas escarpadas, la posición de las fallas, la trasmisión de los acuíferos de fisura a poro y de poro a poro y las acciones negativas acometidas por el hombre como: las inversiones sin previos estudios, el crecimiento informal de viviendas en las laderas deslizantes y la sismicidad inducida por explosivos en la cantera de la fábrica de cemento constituyen elementos que también influyen notablemente en la susceptibilidad del medio físico al peligro.

El área donde se producen los deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel se identifica como un bloque hundido que se corresponde con la bahía considerándose un elemento natural a monitorear.

El Indicador de la Humedad Límite Condicionada (1115.0 a 1127.0 milímetros de lluvias acumuladas) constituye la cifra tolerante por la litología arcillosa de las formaciones terrígenas (Vía Blanca y Capdevila) en el lugar para que se inicien los movimientos en el terreno los que pueden ser disparados por umbrales de lluvias dado el paso de eventos naturales extremos.

La probabilidad de ocurrencia de deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel, está dado para la frecuencia del 50% al 80% de años lluviosos por décadas siempre que se cumpla el rango entre 1115,0 y 1127,0 milímetros de acumulados de lluvias considerándose Muy Bajo, pero puede llegar a Muy Alto como lo indica la escala (tabla 21).

Los deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel se producirán en dependencia de los acumulados de lluvias y serán muy lentos (desde 0.001 hasta 0.2 m por mes) e imperceptibles hasta muy rápidos (0.70 metros/ días y más) y extremadamente visibles siempre que se produzcan eventos hidrometeorológicos extremos de carácter disparador con grandes umbrales de lluvias que sobrepasen láminas de 100.0 a 200.0. milímetros.

El área frontal superior donde se ubica el Palacio Rubens y la periferia de la Loma del Vigía donde se desarrollan los deslizamientos de tierra A, B1 y B2 se corresponden con las de categorías de riesgo Severo y Muy Severo dado el peligro Muy Alto y Alto para una zona de vulnerabilidad Muy Alta y Alta con relación a la presencia de viviendas, tendidos de sistema eléctrico de alto voltaje, el tanque del acueducto municipal y sistemas de redes hidráulico-sanitarias.

La parte superior donde se ubica la Antigua Academia Naval presenta elementos condicionantes muy favorables para el desarrollo de un deslizamiento rotacional por encima del pie del talud, el que se encuentra en período de preparación.

La población que se ubica en la periferia del tanque del acueducto en las manzanas 79 y 86 se encuentran en zonas de Muy Alta vulnerabilidad para un riesgo Muy Severo dado la inestabilidad del mismo.

Los mapas obtenidos sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo, así como la información asociada a los mismos constituyen una herramienta de inestimable valor como apoyo a las tareas emanadas de la aplicación de la Directiva no.1/2005 del Viceministro del Consejo de Defensa Nacional.

Las pérdidas económicas aproximadas para el período 2006-2015 pueden sobrepasar los \$ 12'000,000.00 MN.

**CAPITULO III. "PROPUESTAS DE ETAPAS PARA EL ESTUDIO DEL RIESGO DE DESASTRES POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN LLANURAS ATERRAZADAS COSTERAS".**

Capítulo III. “Propuestas de etapas para el estudio del riesgo de desastres por deslizamientos de tierra en llanuras aterrazadas costeras”.

Las etapas propuestas surgen de la experiencia del autor en el estudio realizado en el núcleo urbano de Mariel. Observe la figura 61.

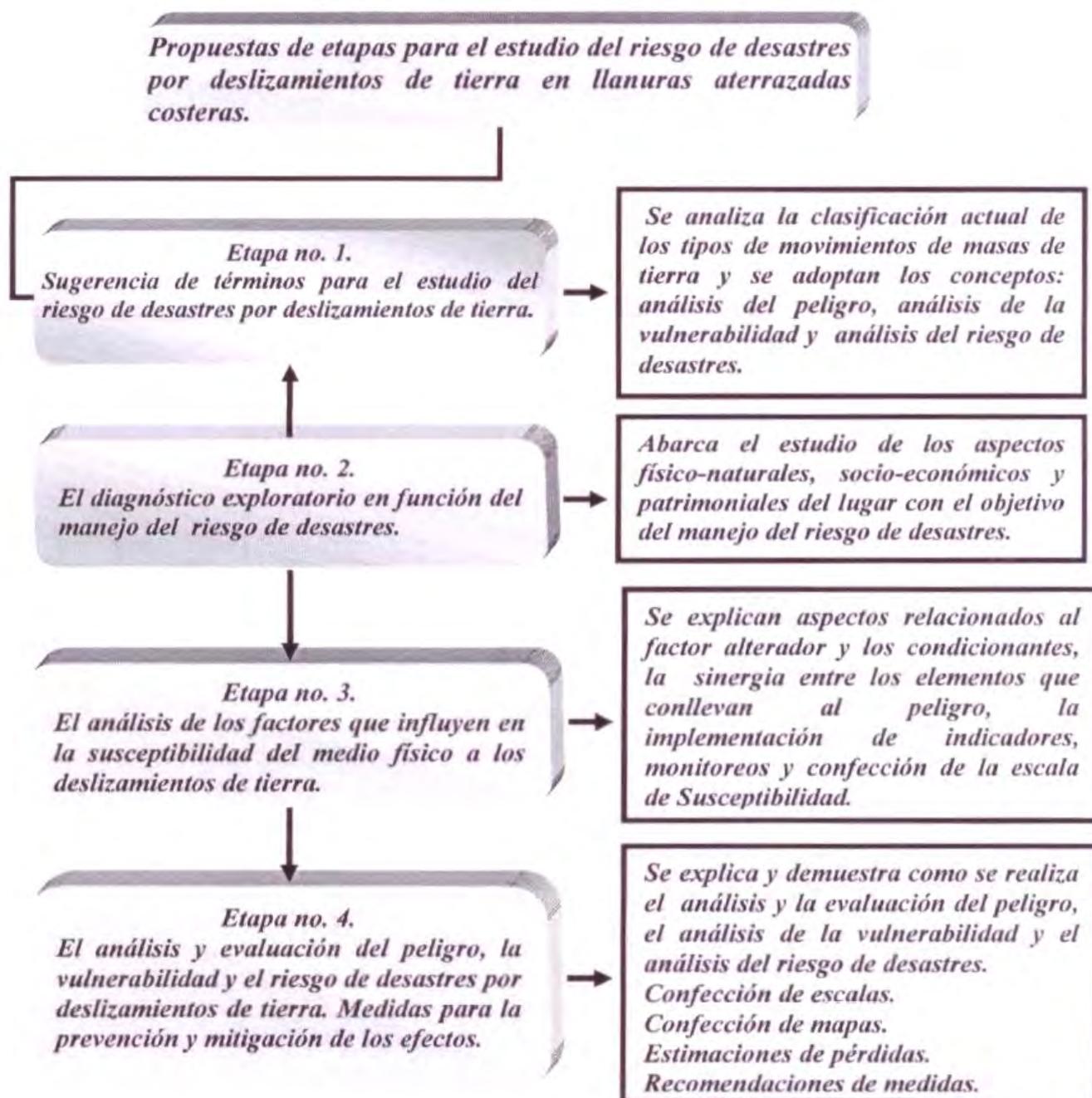


Fig. 61. Diseño de la propuesta por etapas para el Caso Mariel, (elaborado por el autor).

### **III.1. Etapa no. 1.**

Sugerencia de términos para el estudio del riesgo de desastres por deslizamientos de tierra.

En esta etapa se debe realizar el análisis general de los movimientos de masas de tierra y en específico el término deslizamiento de tierra para el cual se sugiere un tratamiento en orden cronológico. No obstante, se propone para mayor actualización y claridad consultar la clasificación internacional (Cruden y Varnes, 1996) sobre los tipos de movimientos de masas de tierra donde se destacan los desprendimientos, vuelcos, deslizamientos (rotacionales y transnacionales), extensiones laterales, coladas y movimientos complejos. Observe la tabla 1. También se adoptan otros términos (EMNDC, 2002) los que vinculados al tema y se utilizan en el país, como son:

- *Análisis del peligro.*
- *Análisis de la vulnerabilidad.*
- *Análisis del riesgo de desastres.*

Se debe esclarecer que los términos expuestos anteriormente (EMNDC, 2002; PNUD, 2004), no difieren sustancialmente de los empleados por casi todos los países de América Latina, Europa y Asia.

### **III.2. Etapa no. 2.**

El diagnóstico exploratorio en función del manejo del riesgo de desastres.

El contenido de este epígrafe se corresponde con la actualización del conocimiento de los aspectos físico-naturales, socio-económicos y patrimoniales del lugar, además de la identificación de los elementos que se pueden asociar al peligro.

Se sugiere en el desarrollo de la actividad el vínculo de la teoría con el trabajo de terreno y en específico la aplicación de métodos directos en la ejecución de levantamientos topográficos, inventarios y otros aspectos relacionados con la obtención de datos, lo que permite la seguridad y confiabilidad en el manejo del riesgo.

La planificación de esta etapa debe seguir los siguientes pasos:

- Selección del área de estudio.
- Búsqueda de información.
- Análisis de los antecedentes.
- Características de los aspectos físico-naturales, socio-económicos y patrimoniales del área de estudio.
  - Aspectos físico-naturales: Relieve, Geología, Hidrología (Hidrología Estadística e Hidrogeología), Neotectónica, Suelos, Clima y Vegetación.
  - Aspectos socio-económicos: Industrias, Servicios. Probabilidad de su utilización en casos de desastres. Características de la población.
  - Aspectos patrimoniales: Infraestructura construida en sentido general (residencias, monumentos y sistemas de redes entre otros).

También se deben identificar los factores que pueden influir en el aumento del peligro o provocar otros tipos de peligros.

La selección del área de estudio constituye la primera actividad del diagnóstico la que se planifica en fase de gabinete y se comprueba en el terreno. Para esto se propone la utilización de imágenes satelitales, fotografías aéreas, fotomapas, mapas topográficos, planimétricos, altimétricos, geológicos y neotectónicos entre otros necesarios con diferentes escalas (1:100000, 1:50000, 1:10000, 1:5000 y 1:2000) en dependencia de la fase de trabajo. También se necesitan brújulas, cintas y equipos de medición para los levantamientos en el terreno. Se debe trazar el derrotero y su mapificación en escalas detalladas para central el objetivo de trabajo.

Para la búsqueda de información se indica la consulta de documentos bibliográficos (estudios, metodologías e informes de servicios geotécnicos especializados), estadísticos (controles de bancos de información territorial, estadísticas de lluvias acaecidas, monitoreos, eventos extremos y calas, entre otros) y cartográficos (mapas topográficos, planimétricos, altimétricos, geológicos, ingeniero-geológicos, hidrogeológicos y neotectónicos) donde se toma de referencia el mapa de la zona seleccionada centrando la actividad en los hechos acontecidos aunque el estudio debe tomar un rango mayor en extensión superficial con relación a los acontecimientos.

En el análisis de los antecedentes se recoge la información empírica y se comparan las mismas buscando detalles y coincidencias entre las diferentes entrevistas o conversatorios