



MEMORIA TÉCNICA CANTÓN MILAGRO

PROYECTO:

**“GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA
GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL
ESCALA 1:25 000”**

ANÁLISIS DEL RIESGO

Abril 2012

PERSONAL PARTICIPANTE

La ejecución del presente estudio, demandó la conformación de un equipo de trabajo transdisciplinar, integrado por personal del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos, CLIRSEN, con amplia experiencia y conocimiento del análisis del riesgo, de los medios físico, construido, social, económico y uso de geotecnologías enfocadas a estudios territoriales.

- CLIRSEN:
Ing. Geol. Jorge Acosta T.
Ing. Agr. Javier Maiguashca G.
- Personal Contratado:
Ing. Geog. Gabriela Carrera G.
Ing. Geog. María José Rivadeneira
Ing. Geog. Luís Gavilanes R.

TABLA DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Importancia de los estudios del análisis del riesgo	3
1.4. Caracterización geográfica del cantón	4
1.4.1. Localización	4
1.4.2. Población	4
1.4.3. Uso de la Tierra	4
1.4.4. Clima	5
1.4.5. Geomorfología y Suelos	5
1.5. Marco normativo	6
1.6. Marco conceptual	6
1.6.1. Análisis del Riesgo	6
1.6.2. Gestión del Riesgo	6
1.6.3. Amenaza	7
1.6.4. Vulnerabilidad	7
1.6.5. Riesgo	7
1.6.6. Desastre	8
II. METODOLOGÍA DE TRABAJO	8
2.1. Generalidades	8
2.2. Herramientas de análisis	9
2.3. Fases del estudio	9
2.3.1. Recopilación de datos e información y definición de amenazas	9
2.3.2. Análisis de Amenazas	10
2.3.3. Análisis de la Vulnerabilidad	11
2.3.4. Trabajos de campo	12
2.3.5. Análisis del riesgo	12
2.3.6. Elaboración de la memoria técnica, estructuración de la información temática e impresión de mapas	15
III. RESULTADOS	15
3.1. Inundación	15
3.1.1. Generalidades	15
3.1.2. Descripción del fenómeno y formas de manifestación ..	16
3.1.3. Dinámica de la llanura aluvial reciente	17
3.1.4. Determinación de las áreas de inundación	17
3.1.4.1. Recopilación de datos e información	18
3.1.4.2. Elaboración de la cartografía de unidades ambientales 18	18
3.1.4.3. Cartografía de eventos históricos	18
3.1.4.4. Inundaciones detectadas por percepción remota	20
3.1.4.5. Zonas de inundación a partir de las geoformas e integración de variables biofísicas e infraestructura	21
3.1.5. Lluvias como detonante y amenaza por inundación	22
3.1.6. Cartografía de amenazas por inundación	26

3.1.6.1.	Amenaza por inundación: anegamiento	27
3.1.6.2.	Amenaza por inundación: desbordamiento o anegamiento	27
3.1.7.	Análisis de la vulnerabilidad frente a inundaciones	30
3.1.7.1.	Factor Físico	30
3.1.7.2.	Factor Social	49
3.1.7.3.	Factor Económico	57
3.1.8.	Análisis del riesgo por inundación	66
3.1.8.1.	Vías de Comunicación	67
3.1.8.2.	Viviendas	70
3.1.8.3.	Densidad Poblacional	73
3.1.8.4.	Servicios Básicos	76
3.1.8.5.	Actividades Agropecuarias	79
3.2.	Sismos	82
3.2.1.	Análisis de la amenaza	82
3.2.2.	Análisis de la vulnerabilidad frente a sismos	88
3.2.2.1.	Factor Físico	88
3.2.3.	Análisis del riesgo por sismos	95
3.2.3.1.	Factor Físico	96
3.3.	Vulcanismo	99
3.3.1.	Análisis de la amenaza volcánica	99
3.3.2.	Análisis de la vulnerabilidad frente al vulcanismo	99
3.3.2.1.	Datos utilizados	99
3.3.2.2.	Descripción de la vulnerabilidad	99
IV.	CONCLUSIONES	101
V.	RECOMENDACIONES	103
VI.	BIBLIOGRAFÍA	104
VII.	ANEXOS	106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. 1.	Estaciones Climáticas	23
Cuadro 3.1. 2.	Datos reportados durante los Niños 1982-1983 y 1997-1998	24
Cuadro 3.1. 3.	Estaciones meteorológicas cercanas al cantón	26
Cuadro 3.1. 4.	Clasificación de elementos cartográficos – IGM	30
Cuadro 3.1. 5.	Tipos de vías	31
Cuadro 3.1. 6.	Matriz de calificación	32
Cuadro 3.1. 7.	Niveles de vulnerabilidad	32
Cuadro 3.1. 8.	Grados de vulnerabilidad y vías afectadas	33
Cuadro 3.1. 9.	Categorías de viviendas por sector disperso	40
Cuadro 3.1. 10.	Sectores censales y estructura de viviendas	41
Cuadro 3.1. 11.	Matriz de Calificación	43
Cuadro 3.1. 12.	Niveles de vulnerabilidad	43
Cuadro 3.1. 13.	Grado de Vulnerabilidad	50
Cuadro 3.1. 14.	Matriz de calificación	53
Cuadro 3.1. 15.	Niveles de vulnerabilidad	54
Cuadro 3.1. 16.	Matriz de calificación	61

Cuadro 3.1. 17. Niveles de vulnerabilidad.....	62
Cuadro 3.1. 18. Grados de vulnerabilidad, coberturas afectadas debido a inundaciones	63
Cuadro 3.1. 19. Matriz Amenaza - Vulnerabilidad	67
Cuadro 3.1. 20. Riesgo de las vías de comunicación frente a inundaciones.....	67
Cuadro 3.1. 21. Riesgo de las actividades agropecuarias frente a inundaciones.....	79
Cuadro 3.2. 1. Sectores censales y estructura de vivienda	89
Cuadro 3.2. 2. Matriz de calificación	90
Cuadro 3.2. 3. Niveles de vulnerabilidad.....	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.4.1. Localización geográfica del Cantón	4
Gráfico 3.1. 1. Espacialización de información recopilada de "Desinventar"	19
Gráfico 3.1. 2. Imagen radar, fecha 30 de noviembre del 2006, época seca.....	20
Gráfico 3.1. 3. Imagen radar, fecha 40 de marzo del 2008, época lluviosa.....	21
Gráfico 3.1. 4. Distribución de estaciones climáticas	23
Gráfico 3.1. 5. Isoyetas, cantón Milagro.....	24
Gráfico 3.1. 6. Amenaza por Inundación.....	29
Gráfico 3.1. 7. Vulnerabilidad física, vías de comunicación frente a inundaciones.....	38
Gráfico 3.1.8. Vulnerabilidad física: viviendas ante inundaciones...	48
Gráfico 3.1. 9. Vulnerabilidad social, densidad poblacional frente a inundaciones.....	51
Gráfico 3.1. 10. Vulnerabilidad social: servicios básicos frente a inundaciones.....	56
Gráfico 3.1. 11. Vulnerabilidad económica; actividad agroproductiva	65
Gráfico 3.1. 12. Riesgo de las vías de comunicación frente a inundaciones.....	69
Gráfico 3.1. 13. Riesgo de las viviendas frente a inundaciones	72
Gráfico 3.1. 14. Riesgo de la Densidad Poblacional frente a inundaciones.....	75
Gráfico 3.1. 15. Riesgo de los servicios básicos frente a inundaciones.....	78
Gráfico 3.1. 16. Riesgo de las actividades agropecuarias frente a inundaciones.....	81
Gráfico 3.2. 1. Proceso de Subducción.....	83
Gráfico 3.2. 2. Falla de desplazamiento de rumbo.....	84
Gráfico 3.2. 3. Registros sísmicos del Ecuador	85
Gráfico 3.2.4. Zonificación sísmica del Ecuador	87
Gráfico 3.2.5. Vulnerabilidad de las viviendas frente a sismos.....	94

Gráfico 3.2. 6. Riesgo de las viviendas frente a sismos.....	98
---	----

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Colmatación de sedimentos en el Río Chimbo.....	28
Foto 2. Camino de verano.....	34
Foto 3. Camino lastrado de una vía.....	35
Foto 4. Camino lastrado de dos vías.....	36
Foto 5. Camino pavimentado de dos vías.....	37
Foto 6. Vivienda de caña guadúa, vulnerabilidad muy alta.....	45
Foto 7. Vivienda de madera; vulnerabilidad alta.....	46
Foto 8. Vivienda de hormigón, vulnerabilidad baja.....	47
Foto 9. Ingenio Valdez, Milagro - Ecuador.....	58
Foto 10. Empacadora de banano.....	58
Foto 11. Cultivo de cacao.....	59
Foto 12. Pozo de agua para el riego de caña de azúcar, Ingenio Valdez.....	59
Foto 13. Vivienda de caña guadúa; vulnerabilidad muy alta.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo.....	106
Anexo 2. Cartografía Temática.....	108
Mapa 1. Amenaza por inundaciones.....	108
Mapa 2. Vulnerabilidad Física, variable vías de comunicación frente a inundaciones.....	109
Mapa 3. Riesgo de la vías de comunicación frente a inundaciones.....	110
Mapa 4. Vulnerabilidad Económica, variable actividades agropecuarias frente a inundaciones.....	111
Mapa 5. Riesgo de las actividades agropecuarias frente a inundaciones.....	112

I. INTRODUCCIÓN

Sin lugar a dudas el conocimiento y espacialización de los riesgos naturales y socio naturales, cada día toma una mayor importancia, fundamentalmente porque afectan directamente al desarrollo y calidad de vida de la población. En este sentido, la reducción y mitigación de los efectos de los desastres naturales, debe constituirse en el norte de la gestión administrativa al interior de los Gobiernos Autónomos Descentralizados ya que, no hay cantón en nuestro país que no haya sufrido los impactos de fenómenos naturales o los provocados por una mala utilización de los recursos naturales.

La prensa continuamente nos detalla de los desastres provocados por las inundaciones, sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos, volviéndose a repetir la historia de sucesos ocurridos años o décadas atrás. Pero, en este escenario, de respuestas más bien reactivas que preventivas, ¿qué está haciendo falta?, creemos que la respuesta es que no se cuenta con un análisis del riesgo, que incluye una evaluación de las amenazas y vulnerabilidades y una estimación de los riesgos a nivel cantonal.

En este contexto, el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos -CLIRSEN, se encuentra desarrollando el proyecto "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional", cuyo objetivo principal es generar información de los recursos naturales y ambiente, a nivel cantonal y escala 1:25.000, que incluye el análisis del riesgo, como base para la construcción de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

El método para llegar al análisis del riesgo natural, consistió en el cumplimiento de los siguientes procesos fundamentales; el primero, recopilación de datos, información y definición de las amenazas que pueden alterar el normal desarrollo de las actividades al interior del cantón, esto, con base a registros históricos de efectos e impactos causados por fenómenos naturales; segundo, definición y selección de áreas propensas a amenazas, con base a información histórica-secundaria, geomorfológica, de suelos y topográfica; tercero, establecimiento y análisis de la vulnerabilidad física, social, económica; cuarto, trabajos de campo, con el propósito de ratificar o rectificar la información levantada en gabinete; quinto, análisis del riesgo, basado en el estudio integrado de amenazas y vulnerabilidad; finalmente la elaboración de la memoria técnica, estructuración de geodatabase, metadatos y ploteo de mapas temáticos.

Pretendemos que este documento sea un instrumento para que las autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, a través de sus profesionales y técnicos estimen los posibles daños que pudieran generarse en sus territorios a causa de la ocurrencia de fenómenos naturales, principalmente de inundaciones provocadas por lluvias torrenciales.

Es importante resaltar que los resultados presentados en esta ocasión tienen como ámbito de estudio, el sector rural, esto, enmarcados en la línea del proyecto antes citado.

De otra parte, estos estudios adquieren una especial importancia dentro del ámbito cantonal, por las siguientes razones:

- Permite conocer de forma georeferenciada los sectores de la plataforma rural, que pueden ser afectados por fenómenos naturales o socio naturales;
- Entrega insumos que permitirán adoptar medidas preventivas, de mitigación y reducción de desastres, a partir de la identificación de amenazas y de la vulnerabilidad social, física y económica;
- La información fundamental para el análisis del riesgo, corresponde a la generada en el proyecto, garantizando así, una misma fuente de datos e información estandarizada y estructurada bajo una misma cartografía base y una misma escala de trabajo;
- Proporciona información de riesgos naturales a nivel cantonal, para identificar sitios críticos en los cuales se deberán profundizar los estudios y generar información más a detalle;
- Y, superar el problema que ha sido común en nuestro medio, el no contar con información cartográfico-temática a nivel cantonal y a una misma escala de trabajo.

1.1. Antecedentes

La continua transformación de los territorios generada por el ser humano, tras la búsqueda de tierras para darles un uso agroproductivo o urbano, está traduciéndose en una degradación de los recursos naturales, lo cual está conllevando a un aumento de la vulnerabilidad de los diversos sectores frente a las amenazas naturales y en este caso, socio naturales.

Este incremento de la vulnerabilidad obliga a los planificadores y tomadores de decisiones de los gobiernos: nacional, provincial y cantonal a revisar los escenarios del uso actual de las tierras y ocupación de territorios susceptibles a fenómenos que puedan causar desastres.

Al ser nuestro país un territorio donde se conjugan los procesos sociales y económicos con una diversidad de amenazas naturales y socio naturales y, con una variada severidad, frecuencia y áreas de afectación, se vuelve imprescindible realizar un análisis del riesgo, que involucra una evaluación de las amenazas y vulnerabilidad.

En la práctica, el análisis del riesgo y su correspondiente espacialización ha estado desvinculado de los procesos de planificación territorial, o como un elemento más de los diagnósticos (solo una descripción de las amenazas). Prueba de lo citado, son los continuos desastres y sus efectos e impactos negativos en las dimensiones: social, económica, infraestructura y ambiente.

En este contexto, la evaluación de las amenazas y vulnerabilidades y una aproximación al riesgo, deben formar parte de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, reconociendo su transversalidad. Cabe anotar que estos planes deberán ser construidos por los actores sociales de un determinado territorio con miras a gestionar de una mejor forma su crecimiento económico, desarrollo humano, enmarcados dentro de un uso

adecuado de las tierras, una ocupación equilibrada del territorio y la conservación de la naturaleza.

Los últimos desastres ocurridos en nuestro país, relacionados con los Fenómenos de El Niño, lluvias extraordinarias, actividad volcánica, deslizamientos y deslaves, hace que, cada vez debemos estar más preparados ante la ocurrencia de eventos naturales y socio naturales, toda vez que (sin lugar a equivocarnos), en muchos sectores está aumentando la exposición y la vulnerabilidad, en este sentido, amerita disponer de herramientas que complementen los contenidos y procesos para la formulación de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Por último, el análisis del riesgo a nivel cantonal, permitirá adoptar medidas preventivas y de mitigación para reducir los desastres a partir de la evaluación de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos; proporcionará información temática para la planificación territorial; se dispondrá de un instrumento que servirá para poner en conocimiento de la población rural y estudiantes, temas relacionados con la gestión del riesgo y crear una cultura de prevención.

1.2. Objetivos

- Contribuir a reducir los efectos e impactos de un desastre, estimando el nivel de riesgo a nivel cantonal, a través del conocimiento de las amenazas y factores de vulnerabilidad.
- Generar información de vulnerabilidad y riesgos de los factores físico, social, económico, frente a las amenazas naturales y socio naturales, como un componente transversal de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

1.3. Importancia de los estudios del análisis del riesgo

El presente estudio adquiere una especial importancia en el ámbito de los territorios cantonales por las siguientes razones.

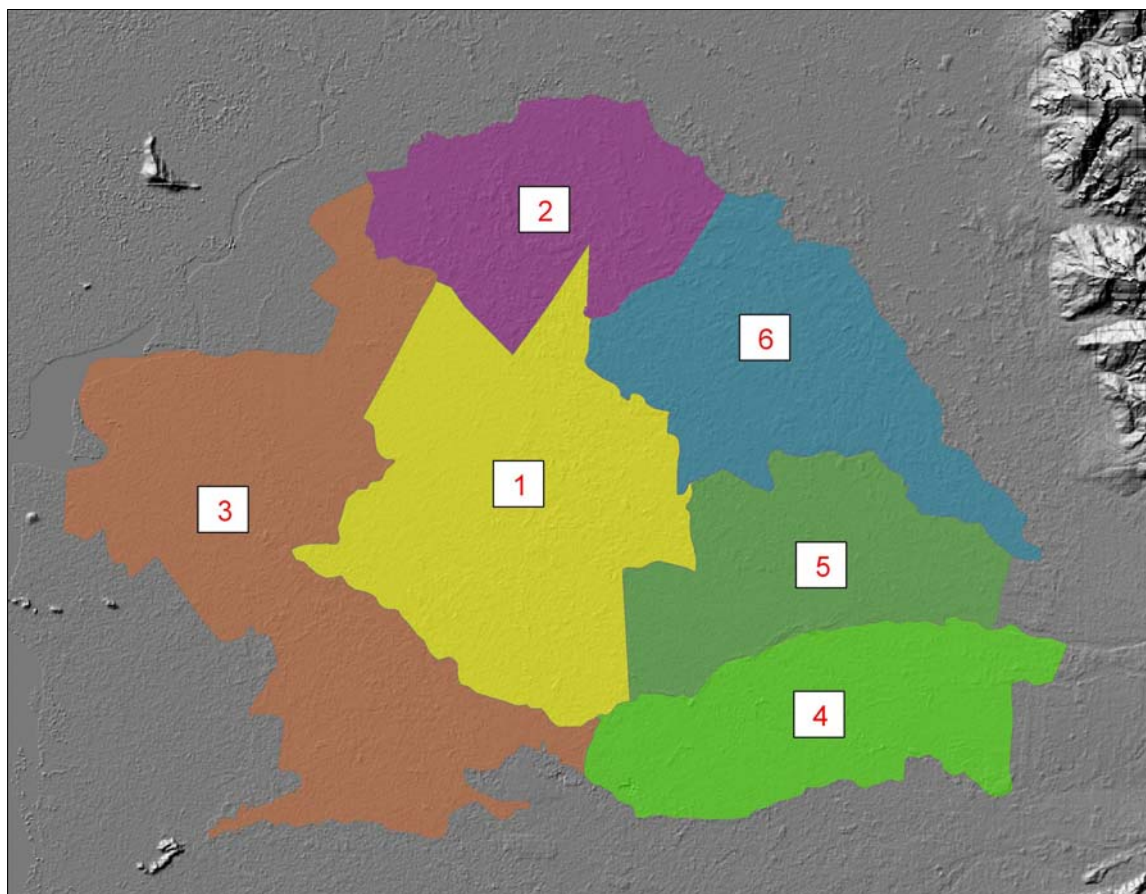
- Dar cumplimiento al El Art. 389 de la Constitución de la República, incluido en el Título correspondiente al Buen Vivir, señala que, "El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad".
- Proporciona un insumo técnico-científico para la planificación territorial y la construcción de medidas para reducir el riesgo.
- Permite conocer los sectores más críticos y adoptar medidas de respuesta preventiva ante potenciales desastres.
- Constituye una herramienta que permitirá adoptar medidas de prevención, como la preparación y educación de la población para una respuesta adecuada durante una emergencia.

1.4. Caracterización geográfica del cantón

1.4.1. Localización

El cantón Milagro forma parte de la Provincia del Guayas y se halla enmarcado entre los cantones: Yaguachi, Alfredo Baquerizo Moreno, Simón Bolívar y Naranjito.

Gráfico 1.4.1. Localización geográfica del Cantón



Elaborado: CLIRSEN, 2012

Leyenda: Cantones, 1, Milagro; 2, Alfredo Baquerizo Moreno; 3, Yaguachi; 4, Marcelino Maridueña; 5, Naranjito; 6, Simón Bolívar.

1.4.2. Población

El cantón Milagro está conformado por las parroquias rurales de Chobo, Roberto Astudillo y Mariscal Sucre y la parroquia urbana de Milagro que es a su vez la cabecera cantonal. Según el último Censo de Población (2010), la población total es de 166.634 habitantes, de los cuales, 83.241 son hombres y 83.393 mujeres.

1.4.3. Uso de la Tierra

Al interior del cantón existen aproximadamente 18.285 Ha de caña de azúcar, 9.361 Ha de cacao, 5.910 Ha de banano y 2.109 Ha de plátano, que

en conjunto suman 35.665 Ha que representa el 88,50 % de la superficie total.

Lo que resta del territorio, está constituido por cultivos de maíz, arroz, tabaco, soya, piña, plantaciones de flores tropicales, viveros ornamentales, pasto cultivado y matorral, además del medio construido¹.

1.4.4. Clima

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1100mm a 1800 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas cuyos valores oscilan entre 400mm a 600 mm, con una zona de evapotranspiración potencial de 1400mm a 1500 mm.

El número de días secos medios anuales varían desde 160 al oriente, hasta 190 al occidente, en un intervalo medio anual de junio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 120 al occidente hasta 150 al oriente, entre enero a mayo².

1.4.5. Geomorfología y Suelos

Existen dos unidades ambientales en el cantón: la llanura aluvial reciente, que ocupa un 85 % y se caracteriza por presentar un relieve de topografía plana a ondulada con suaves pendientes y suelos de texturas franco arcillosas, con drenajes moderados y, otros de textura franco hasta una profundidad de 20 cm y arenosos en profundidad, bien drenados, es decir que son suelos con capacidad de retención intermedia y optima de agua a efectos de desarrollar una buena agricultura.

La otra unidad se halla al sureste del cantón y corresponde a la parte terminal de un cono de esparcimiento, con un relieve muy bajo y una inclinación topográfica hacia el Este; los suelos son de textura franco arcillosa con un drenaje moderado; también existen suelos de textura franco arenosa a franco limosa en la superficie y franco arenosa en profundidad y bien drenados³.

¹ CLIRSEN, *Mapa Temático Componente Uso y Cobertura del Suelo*. Proyecto: "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio y Valoración de Tierras Rurales de la Cuenca del Río Guayas, escala 1:25.000", Quito. 2009.

² CLIRSEN. *Memoria Técnica Clima e Hidrología en la Cuenca del Río Guayas*. Proyecto: Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio y Valoración de Tierras Rurales de la Cuenca del Río Guayas, escala 1:25 000". Quito. 2009.

³ CLIRSEN. *Memoria Técnica Geomorfología, Cantón Milagro*. Proyecto: "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio y Valoración de Tierras Rurales de la Cuenca del Río Guayas, escala 1:25000". Quito. 2009.

1.5. Marco normativo

El Art. 389 de la Constitución de la República, incluido en el Título correspondiente al Buen Vivir, señala que, "El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad".

Asimismo, indica que el sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional y, que el Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley, cuyas funciones principales, entre otras serán:

- Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
- Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
- Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
- Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

En función de la anterior disposición constitucional, el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 – 2013, establece el Objetivo 4 "Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable" y, la política 4.6: Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos.

1.6. Marco conceptual

1.6.1. Análisis del Riesgo

El análisis del riesgo es una metodología que sirve para identificar y evaluar probables daños y pérdidas a consecuencia del impacto de una amenaza o peligro sobre personas, comunidades, municipios y proyectos de infraestructura. El análisis del riesgo implica un análisis de las amenazas o peligros y un análisis de la vulnerabilidad de un lugar.

1.6.2. Gestión del Riesgo

Según el PREDECAN "La gestión del riesgo de desastre, definida en forma genérica, se refiere a un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles.

1.6.3. Amenaza

La amenaza o peligro, es un evento que tiene probabilidad de ocurrir y capacidad de producir daños físicos, económicos y ambientales. UNDRP UNESCO, 1979-1990, definen a la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de una magnitud dada, durante un período específico y en una localidad determinada. Las amenazas de origen natural están asociadas con las condiciones endógenas propias de la dinámica de la tierra, que comprenden los fenómenos: sismos, vulcanismo, tsunamis y remociones en masa.

En cambio, las amenazas de origen socio-natural, son el resultado de prácticas humanas inadecuadas que se producen en el medio, que causan la degradación ambiental y sobre utilización de recursos naturales, que inciden y aceleran los fenómenos ligados con la erosión de suelos, deslizamientos, deslaves, inundaciones, sequías.

1.6.4. Vulnerabilidad

Es la probabilidad de que una comunidad expuesta a una amenaza natural pueda sufrir daños humanos y materiales. Esta dependerá del grado de fragilidad de su infraestructura, vivienda, actividades productivas, organización, sistemas de alerta, desarrollo político e institucional, entre otros elementos y reflejará a su vez, en la magnitud de los daños.

La ocupación de zonas propensas a peligros tiene su origen, entre otros, en el crecimiento acelerado y desordenado de las ciudades, la ocupación de terrenos para el desarrollo de actividades agropecuarias sin conocer las cualidades de los recursos naturales, ausencia de instrumentos de planificación territorial y sin el conocimiento (especialmente en el medio rural) sobre las probables amenazas y sus efectos potenciales; todo esto, hace que se vaya incrementando la vulnerabilidad y el riesgo de desastres. En función de datos históricos a lo anterior hay que añadir que la población mayormente afectada por desastres en la plataforma rural, es la de menores recursos económicos y relacionado con esto, una baja capacidad de respuesta y de recuperación.

1.6.5. Riesgo

La distribución geográfica, frecuencia e intensidad de las amenazas naturales y socio-naturales y, la vulnerabilidad de los elementos considerados como críticos, donde se incluyen la población, infraestructura, actividades económicas, hace que en los espacios donde confluyen estas dos condiciones, el riesgo de desastres esté en aumento y por lo tanto, los esfuerzos para mejorar la calidad de vida de la población, reducir los niveles de pobreza e inequidad, así como, el fortalecimiento de la infraestructura y funcionalidad espacial, se vean seriamente comprometidos.

Cardona, M. Lavell, PNUD, 2002, define al riesgo como: la probabilidad que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período de tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

1.6.6. Desastre

En términos generales un desastre es un riesgo no gestionado y, es una interrupción del funcionamiento espacial en un determinado territorio causado por una amenaza natural o socio-natural, ocasionando pérdidas humanas, daños a los medios de producción, bienes culturales y ambientales.

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1. Generalidades

El desarrollo metodológico para el presente estudio, se sustentó en los siguientes instrumentos:

Uno, en una guía metodológica cuyo objetivo es trazar directrices y fortalecer la capacidad de comprensión de que el análisis del riesgo está ligado, por un lado con la generación de geoinformación escala 1:25.000, que se integrará a los planes de desarrollo y ordenamiento territorial y que la vulnerabilidad y riesgo serán definidas a nivel cantonal.

Las orientaciones técnicas que se incluyen en la guía, tienen como base los estudios y publicaciones de la SENPLADES-CISP-Comisión Europea "La gestión del riesgo en los procesos de planificación territorial"; COOP-IRD-Oxfam "Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador"; Instituto Nacional de Defensa Civil y Dirección Nacional de Prevención del Perú "Manual básico para la Estimación del Riesgo"; lineamientos generales del proyecto PREDECAN, sintetizado en varios documentos; SENPLADES "Lineamientos Técnicos para la Inclusión de la Gestión del Riesgo en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), Guía Complementaria, consultoría realizada por Juana Mariño; SENPLADES "Guía de contenidos y procesos para la formulación de planes cantonales de desarrollo y ordenamiento territorial", documento en revisión; y, varios documentos elaborados en CLIRSEN.

El otro instrumento es un manual de procedimiento interno y control de calidad, que tiene por objetivo definir un procedimiento que conlleve al análisis del riesgo a nivel cantonal, utilizando los insumos generados en los diferentes componentes del proyecto. En lo que tiene que ver con la calidad de los datos e información y con la necesidad cada vez más apremiante de contar con información territorial, actualizada, fidedigna y georeferenciada, ésta, se constituye en un aspecto de vital importancia para identificar y espacializar las amenazas naturales, los factores de vulnerabilidad y riesgos. Hasta construir al interior del CLIRSEN un método único de control de calidad, según los principios y elementos como factores de calidad establecidos en la ISO 19113, métodos de evaluación directa o indirecta incluidos en la ISO 19114 y medidas de calidad de la ISO 19138, los datos e información temática utilizados para el análisis del riesgo, han sido evaluados según los siguientes criterios: evaluación visual, coherencia lógica, localización geográfica, comparación con eventos históricos, comparación con datos topográficos, modelos digitales del terreno y análisis

de la dimensión temporal evolutiva de los factores que influyen en la vulnerabilidad.

El tercer instrumento es el protocolo para la representación de elementos geográficos, cuyo propósito es el de facilitar la interoperabilidad y manejar un mismo lenguaje en lo que tiene que ver con la representación de los elementos geográficos sean estos puntos, líneas y polígonos. Las variables consideradas son: posición, forma, orientación, color, valor, textura y tamaño⁴.

2.2. Herramientas de análisis

Cartografía base; corresponde al documento preparado en el proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional, que incluye datos planimétricos y altimétricos representados a escala 1:25.000. Es necesario indicar que esta cartografía tomó como base a la elaborada en el Instituto Geográfico Militar, actualizada con productos de sensores remotos y trabajos de campo.

Fotografía aéreas; fueron de gran utilidad al momento de realizar el control de calidad de los mapas temáticos, especialmente de la cartografía de amenazas por inundaciones. Estos productos son actualizados y están a escala 1:30.000.

Ortofotos; este producto que se obtiene de las fotografías aéreas, a las cuales se les ha corregido las distorsiones producidas por la inclinación de la cámara y relieve, también fue utilizado en el proceso de control de la calidad de la información del uso de las tierras.

Mapas temáticos; están referidos a los temas geomorfología, uso de la tierra y cobertura vegetal, clima y de amenazas geológicas e hidrometeorológicas, representados a escala 1:25.000.

Sistemas de información geográfica; es una de las herramientas más importantes dentro del presente estudio. Se utilizaron software (SIG), especializados en el manejo de información espacial, que permitirán analizar y desplegar eficientemente todas las formas de datos e información geográficamente referenciados, obteniendo así, en forma organizada y rápida, información temática analítica o de síntesis.

2.3. Fases del estudio

2.3.1. Recopilación de datos e información y definición de amenazas

Los datos e información generados durante el desarrollo del proyecto que lleva a cabo el CLIRSEN, fueron los principales insumos para el análisis del riesgo; como se había mencionado anteriormente, el interés y objetivo principal del proyecto, es entregar a las autoridades de los Gobiernos Municipales, información territorial estandarizada y homogeneizada y en un mismo formato, solo así, se podrá construir los planes de desarrollo y

⁴ Las variables visuales según Jaques Bertin 1967

ordenamiento territorial, donde el análisis del riesgo sea utilizado desde diagnóstico hasta la elaboración de los modelos territoriales actuales y deseados.

Asimismo, los datos e información generados por instituciones públicas y privadas (INEC, IG-EPN), fueron de gran utilidad al momento de conocer las amenazas sean naturales o socio naturales y para evaluar la vulnerabilidad, a nivel cantonal.

También fueron de gran ayuda los datos obtenidos de DesInventar, que es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres ocurridos en América Latina. Justamente, en base a los datos obtenidos en este sistema y a los datos históricos proporcionados por la prensa nacional, las amenazas consideradas el interior del cantón Milagro, son principalmente las inundaciones, pluviales y fluviales, sismos y caída de cenizas volcánicas.

2.3.2. Análisis de Amenazas

Para el caso de la amenaza por inundación por desbordamiento o anegamiento y a la falta de una buena cobertura de datos hidrológicos, meteorológicos, de caudales, escorrentía, forma de los cauces, entre otros, conjuntamente con el Componente Clima y Amenazas hidrometeorológicas, se elaboró el respectivo mapa temático, utilizando como base las geoformas, suelos, pendientes, cobertura vegetal y como detonante las lluvias excepcionales. Esta información es primaria y concuerda con los sitios que históricamente fueron y son afectados por inundaciones.

Con respecto a los sismos, la información que dispone el país está sustentada en su mayor parte, en la base de datos del IG-EPN, que permite disponer de un registro de sismos históricos y la delimitación de fuentes sísmicas y de intensidades asociadas a sismos de diferente magnitud.

Concientes de que la amenaza sísmica es compleja y debe tratarse en función de las fuentes sismogénicas, propagación de ondas sísmicas, atenuación de las ondas en función de la distancia y deformación tectónica, para el presente estudio se ha tomado como referencia el estudio "PELIGRO SÍSMICO, ESPECTROS DE DISEÑO Y REQUISITOS MÍNIMOS DE CÁLCULO PARA DISEÑO SISMO-RESISTENTE" dentro del Código Ecuatoriano de la Construcción año 2002, de aquí se utilizó el "MAPA DEL ECUADOR, ZONAS SÍSMICAS PARA PROPOSITOS DE DISEÑO". En este sentido, reconocemos la limitación que presenta esta información en cuanto a su precisión, pero asimismo, nuestro interés es que confrontada con los datos de vulnerabilidad de las viviendas analizadas a nivel de sector disperso, se disponga de un insumo para que los planificadores locales, conozcan a nivel espacial (por sector disperso), donde se encuentran las viviendas que, según su estructura presentan un alto riesgo ante la ocurrencia de un sismo.

Durante las erupciones del volcán Tungurahua, en varias ocasiones las cenizas finas, llegaron a la costa y específicamente al cantón Milagro. Si

bien no se trata de una amenaza que provoque grandes destrucciones en el sector agrícola, también merece tomar en cuenta para una futura planificación territorial.

Un tema importante en esta evaluación, lo constituye el análisis de los datos históricos, que servirán, por un lado, para conocer los desastres ocurridos al interior del cantón y con esto determinar la o las amenazas a ser estudiadas y, por otro lado, para verificar o comprobar que las áreas mapeadas coincidan de cierta forma, con los eventos ocurridos en el cantón.

2.3.3. Análisis de la Vulnerabilidad

“Una sociedad frágil es vulnerable. Una sociedad vulnerable es menos capaz de absorber las consecuencias de los desastres de origen natural o humano provocados, ya sea por fenómenos o accidentes frecuentes y de menor magnitud, por uno de gran magnitud, por uno de gran intensidad, o por una acumulación de fenómenos de intensidades variadas. La vulnerabilidad es también la debilidad, incapacidad o dificultad para evitar, resistir, sobrevivir y recuperarse, en caso de desastre” Desinventar, 2010.

Con base a este concepto la vulnerabilidad está estrechamente ligada con las amenazas y más que todo, con los factores socio económicos, socio espaciales (exposición) y ambientales (degradación ambiental).

Las características paisajísticas de nuestro medio, hace que la degradación de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas altas y medias, transformen un fenómeno natural (deslizamientos, inundaciones), en un desastre; siendo así, no solo interesa tratar la temática de la vulnerabilidad y amenazas a nivel local, sino también conocer que es lo que está ocurriendo en los sectores “altos”

Asimismo y en esta perspectiva la exposición considerada como la condición de un asentamiento humano, las vías de comunicación, las viviendas, entre otros elementos a ser afectados por un determinado fenómeno, cada vez es más visible y con ello aumentando la vulnerabilidad física.

Otro factor que incide en la vulnerabilidad social, es la fragilidad y desventaja que tienen los grupos humanos hasta cierto punto alejados o apartados de los ejes de desarrollo, con respecto a otros que se encuentran en sectores con una mayor dinámica económica; estas condiciones hacen que su capacidad de respuesta (resiliencia), sea baja o nula.

Los factores considerados en la evaluación de la vulnerabilidad, son los siguientes:

Físico; están relacionados con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, infraestructura de salud y educación (materiales de construcción, pisos, otros) y vías de comunicación (tipos, materiales). Una gran fuente de información será el Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE), el Sistema Regionalizado de Salud al Año

2000, el VI Censo de Población y V de Vivienda; y la cartografía base generada en el proyecto.

Social; en los sectores rurales donde existe una mayor presión sobre los recursos naturales y la ocupación de terrenos altamente frágiles, es donde los niveles de vulnerabilidad son los más altos y siempre relacionados con la ausencia de necesidades básicas y por consiguiente con la pobreza. En estos sectores, de forma muy general, los servicios sociales (salud y educación) y los servicios básicos (abastecimiento de agua, energía eléctrica, eliminación de aguas servidas y basura), son los más deficitarios.

Económico; corresponde al acceso y participación que tiene la población en las actividades productivas sean éstas agrícolas, ganaderas, industriales, agroindustriales, acuícolas y turísticas, entre otras. Relacionadas con estas actividades están los niveles de ingresos y la capacidad para satisfacer las necesidades básicas por parte de la población. Frente a una misma amenaza, un mismo sector productivo, puede presentar diferentes niveles de vulnerabilidad, que estará en función del tipo de uso, infraestructura, sistemas de producción y localización con respecto a la fuente de la amenaza.

2.3.4. Trabajos de campo

Obtenida la información de amenazas y vulnerabilidad y, traducida en mapas temáticos, se realizan los trabajos de campo con el propósito de rectificar o ratificar la información generada en gabinete, donde, además de efectuar las observaciones de los sitios y sectores que potencialmente pueden ser afectados por fenómenos naturales o socio naturales y analizar los elementos que generan vulnerabilidad como las viviendas, servicios básicos, infraestructura de salud y educación y, áreas agroproductivas, se efectuaron entrevistas a la población con el objeto de conocer de primera mano los efectos e impactos de desastres históricos, especialmente los relacionados con los sismos y las inundaciones provocadas con los Niños 82-83 y 97-98 y, las lluvias torrenciales ocurridas en los primeros meses del año 2008.

En el Anexo 1, se puede observar el formulario utilizado en campo para el registro de observaciones.

2.3.5. Análisis del riesgo

Creemos importante resaltar que el análisis del riesgo se ha efectuado en las áreas que han sido afectadas o son propensas a daños provocados por fenómenos naturales o, indirectamente por fenómenos socio naturales, que tienen que ver con la degradación de los recursos naturales en las partes medias y altas de sub cuencas o micro cuencas hidrográficas, esto referido a las inundaciones.

En este contexto y pese a que, como mencionamos anteriormente el análisis del riesgo debe ser considerado como preliminar, no es menos cierto que se está proporcionando una base científica sobre la cual se puede decidir si un determinado sitio o sector rural puede ser excluido de un

análisis más profundo, para identificar situaciones de riesgo que puedan requerir de una atención inmediata, e incluso determinar si es necesario realizar una evaluación adicional más detallada.

Existen diversos métodos para el análisis del riesgo relacionado con las amenazas naturales, pero casi todos coinciden en que el riesgo está en función de la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. El método cuantitativo aporta un grado de objetividad superior comparándolo con el método cualitativo, pero en muchos casos, la falta de datos confiables su aplicación es restringida. En este sentido, durante el presente estudio se aplicó el método cualitativo y además, creemos que lo más importante para el análisis del riesgo como insumo para la gestión territorial, es conocer a fondo las causas que generan las amenazas, su historia, los desastres ocurridos, los factores de vulnerabilidad, el paisaje donde se desarrollan las actividades socioeconómicas, su infraestructura y lo más importante la fragilidad social de la población asentada en la plataforma rural. En esta línea disponer de datos exactos de crecidas de los ríos, intensidad o magnitud de los potenciales sismos, análisis pormenorizado de las actividades económicas, entre otros, no amerita, uno por el nivel de estudio (semi detalle, escala 1:25.000) y otro porque no se dispone de datos "exactos"

De acuerdo a lo señalado el método cualitativo, implica el conocimiento real de las amenazas, de los elementos que se encuentran bajo riesgo y de sus vulnerabilidades, pero expresados en forma cualitativa, basados en la experiencia, datos históricos de desastres ocurridos, observaciones de campo y entrevistas con la población asentada en los sectores rurales.

En lo que tiene que ver con la capacidad de respuesta, que según la ONU-EIRD, 2004, es una combinación de todas las fuerzas y los recursos disponibles dentro de una comunidad o en nuestro caso al interior de un territorio cantonal, que pueden reducir el nivel de riesgo o el efecto de un desastre, dejamos en manos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, que trabajen en este tema, ya que, de esta capacidad dependerá que aumente o disminuya, como de forma esquemática se presenta en el Gráfico 2.3.1. Asimismo, en el Gráfico 2.3.2 se indica el flujograma general utilizado para análisis del riesgo.

Gráfico 2.3. 1. Relación amenaza, vulnerabilidad, riesgo y capacidad de respuesta

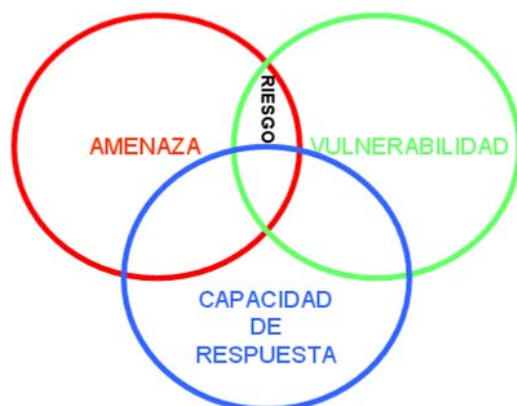


Gráfico 2.3. 2. Flujograma general para el análisis del riesgo



2.3.6. Elaboración de la memoria técnica, estructuración de la información temática e impresión de mapas

En este documento se sintetiza el detalle de la metodología utilizada, los resultados obtenidos, las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. Además, en esta fase se trabaja en la estructura de la geodatabase, se elaboran los metadatos e imprimen los mapas temáticos.

III. RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos durante el estudio, siempre enfatizando y poniendo en relieve el hecho de que la información producida, forma parte del proyecto de generación de geoinformación de los recursos naturales y ambiente que actualmente está desarrollando el CLIRSEN, a nivel cantonal y escala 1:25.000.

Los temas abarcados se encuentran estructurados de la siguiente forma; se comienza con el análisis de las amenazas, detallando la metodología utilizada, luego se presenta el análisis de la vulnerabilidad física, social y económica y, al último el análisis o estimación del riesgo.

3.1. Inundación

3.1.1. Generalidades

Las inundaciones en la cuenca baja del Río Guayas, cada vez se están volviendo más recurrentes, considerándose así, una de las amenazas más comunes que han afectado y pueden seguir causando impactos negativos sobre la población, infraestructura y actividades agroproductivas. Las inundaciones por desbordamientos (fluviales) o anegamientos (pluviales), se originan por prolongadas e intensas lluvias o en otros casos, por la ocurrencia de precipitaciones cortas pero extremadamente fuertes sobre terrenos relativamente planos.

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río y como se mencionó anteriormente, son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos y esteros. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde las tierras adyacentes.

En el caso de las aguas pluviales, éstas desde que llegan a la superficie, se infiltran y alimentan los acuíferos, se escurren y aumentan los caudales de los ríos, se evaporan y otras sirven para el consumo humano; en todos estos procesos la cobertura vegetal cumple una función fundamental manteniendo el equilibrio de los ecosistemas, regulando la infiltración, la retención, la evapotranspiración y controlando la erosión hídrica. Bajo este criterio, uno de los factores que influyen directamente en las inundaciones, es la cobertura vegetal.

La llanura aluvial reciente que forma parte de la cuenca baja del río Guayas, corresponde a terrenos sujetos a inundaciones, especialmente los ubicados en las zonas adyacentes a los principales ejes fluviales y los terrenos planos

constituidos por suelos arcillosos con drenajes moderados, que son susceptibles a inundaciones por anegamiento.

Las inundaciones que mayormente han causado efectos e impactos negativos sobre los sectores social, económico e infraestructura, han sido las provocadas por el fenómeno de El Niño de los años 82-83, 97-98 y las fuertes y continuas lluvias ocurridas los primeros meses del año 2008.

En base a lo expuesto, durante el presente estudio, no se pretende elaborar un documento de amenazas por inundación puramente científico, sino que, aplicando una metodología basada en la interpretación y análisis de las geoformas, pendientes, suelos, cobertura vegetal y datos históricos, fundamentalmente, se identifiquen los sectores que históricamente han sido inundados y que a futuro también serán afectados por inundaciones; esto, servirá a los tomadores de decisiones planificar de una mejor forma sus territorios. Estamos seguros que la información de amenazas por inundación pluvial y fluvial que se ha generado, servirá de base para otros estudios que involucren modelamientos hidrodinámicos con datos e información más detallada, que permitirá delimitar las áreas previamente seleccionadas, con mayor exactitud.

3.1.2. Descripción del fenómeno y formas de manifestación

Como se mencionó anteriormente, las inundaciones que causan severos impactos en los sectores: social, económico, infraestructura y ambiente, se producen cuando ocurren lluvias excepcionales que anegan terrenos planos con baja capacidad de infiltración y, cuando la capacidad máxima de transporte del río es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a sus ejes fluviales.

Dada la naturaleza de las inundaciones y fundamentalmente los mecanismos que la generan, para efectos del presente estudio, se han considerado dos tipos de inundación: fluvial (desbordamiento) y pluvial (anegamiento).

Inundación fluvial; está ligada con el desbordamiento de los ríos, causados por el aumento brusco del volumen de las aguas y que al sobrepasar la capacidad portante del cauce natural, se produce el desbordamiento. Lógicamente este fenómeno está ligado con la ocurrencia de lluvias extraordinarias, las características físicas de las sub cuencas y micro cuencas, donde el tamaño, forma y pendiente de la superficie del terreno, son parámetros muy importantes.

Un caso particular de inundación fluvial, lo constituye el manejo incorrecto de las compuertas de las presas, que puede causar severos impactos socioeconómicos y al ambiente, aguas abajo; cuanto mayor sea el caudal que fluya por el cauce natural, más daños causará la propagación de la onda.

Inundación pluvial; se refiere a la acumulación de agua de lluvia en un determinado espacio geográfico con un relieve de topografía plana, suelos de textura pesada, baja protección de la cobertura vegetal, un mosaico de

diques (piscinas arroceras) y vías de comunicación que forman verdaderas barreras que impiden el flujo de las aguas. Esta inundación ocurre tras un período de precipitaciones prolongadas e intensas. No necesariamente este fenómeno debe coincidir con el desbordamiento de las aguas fluviales.

Un fenómeno observado durante las lluvias extraordinarias ocurridas en los primeros meses del año 2008, fue, que las aguas permanecieron estancadas por un largo tiempo en los sectores de siembra de arroz, esto debido a la obstrucción de las aguas que presentan los diques de las piscinas arroceras, de las vías de comunicación y, debido al taponamiento de los cauces naturales.

3.1.3. Dinámica de la llanura aluvial reciente

Es importante anotar que las llanura aluvial reciente donde se encuentra el cantón Milagro, no es estática ni estable; los sedimentos que la constituyen no son consolidados y por consiguiente fácilmente los márgenes de los principales ríos, se erosionan formando meandros, diques, collares de buey y cauces abandonados. Un estudio de la dinámica del pasado (morfogénesis), de esta llanura dará la pauta para planificar de una mejor forma estos territorios, ya que el pasado es la clave para el futuro. Si indicamos que los territorios aluviales no son estáticos ni estables, también es porque, continuamente se producen rellenos para ampliar la frontera urbana, se taponan drenajes naturales o se transforman territorios con una topografía ondulada a plana, esto mediante la utilización de tractores de oruga.

3.1.4. Determinación de las áreas de inundación

La amenaza por inundación está en función de la probabilidad de ocurrencia de lluvias extraordinarias y de larga duración e intensidad y, fundamentalmente está en función del daño potencial que pueda causar en el territorio. Pero, como ya se ha manifestado anteriormente las inundaciones no solo dependen de las condiciones meteorológicas sino, también, de las características físicas de los territorios de la cuenca baja del río Guayas, incluida la infraestructura.

En este sentido y a efectos de contar con un documento cartográfico-temático que sirva de insumo para analizar el riesgo por inundación, se ha optado por generar la información de amenazas por inundación, utilizando técnicas estáticas (caracterizan al área en un momento particular de tiempo), combinada con datos históricos de inundaciones, reportes de desastres e información de los recursos naturales. Siguiendo esta línea, la espacialización de las áreas que se encuentran bajo la amenaza de inundación fluvial y pluvial, fundamentalmente se basó en el análisis de las geoformas, conjugadas con información de suelos, pendientes, infraestructura, cobertura vegetal y datos históricos; esto, debido a la deficiencia y carencia en otros casos, de datos hidrológicos y meteorológicos. Para la elaboración del citado documento, se cumplieron las siguientes fases.

3.1.4.1. Recopilación de datos e información

En esta fase se recabó la información bibliográfica y cartográfica generada en los diferentes Componentes del Proyecto, la misma que incluye: información geomorfológica, suelos, pendientes, infraestructura vial, cobertura vegetal y clima.

Se obtuvieron datos históricos de los eventos y desastres ocurridos al interior de la cuenca baja del río Guayas, en el Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (Desinventar, 2010).

También se recopilaron los datos históricos del Fenómeno de los Niños 82-83, 97-98 y de las lluvias ocurridas en los primeros meses del año 2008 y, datos obtenidos por el CLIRSEN durante los trabajos de campo de este último evento.

Además, se recopiló la imagen Radar del satélite Alos-Palsar (Japones), cuando se activó la Carta Internacional, a raíz de las inundaciones ocurridas en el año 2008.

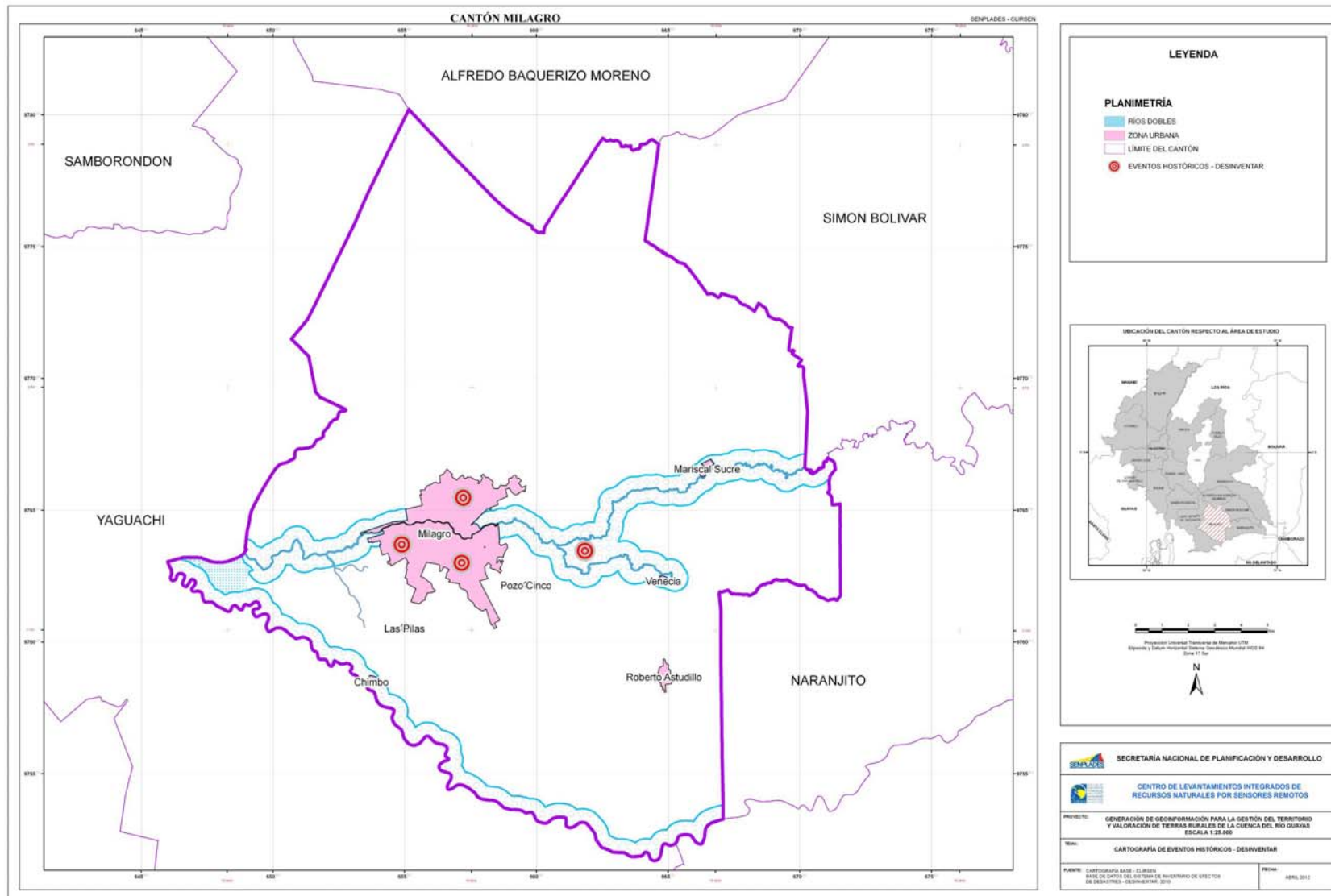
3.1.4.2. Elaboración de la cartografía de unidades ambientales

Este documento nos da una primera pauta de las zonas que en función de su paisaje han sido y a futuro podrían ser afectadas por procesos endógenos o exógenos y, en nuestro caso, por inundaciones. Conceptualmente, las unidades ambientales corresponden a zonas homogéneas tanto en sus características físicas, bióticas y su relación con procesos ecológicos, destacándose la interrelación o articulación de los elementos: relieve, litología, suelos, uso del suelo y vegetación. En este campo, Gómez Orea (1985), señala "El paisaje es la resultante de la agregación de los caracteres del medio físico, de los rasgos del medio biótico mas la huella física de la lenta (hasta hace pocos años) transformación humana".

3.1.4.3. Cartografía de eventos históricos

Sobre la base de los datos del sistema de inventario de efectos de desastres (Desinventar, 2010), se procedió a especializar los eventos ocurridos durante el período 1970 - 2010 en la cuenca baja del río Guayas, como se indica en el Gráfico 3.1.1.

Gráfico 3.1. 1. Espacialización de información recopilada de “Desinventar”



3.1.4.4. Inundaciones detectadas por percepción remota

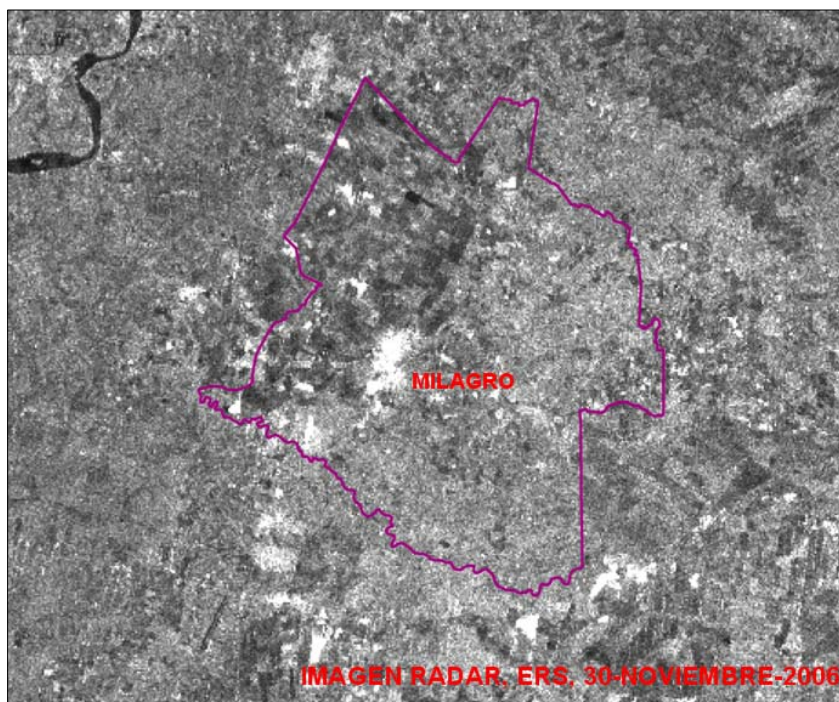
La tecnología de percepción remota también forma parte de este proceso metodológico; las imágenes satelitales tanto ópticas como de Radar, siempre son útiles para delimitar las áreas que se inundan en épocas normales, así como también las que son afectadas por inundaciones extraordinarias.

Esta tecnología proporciona información histórica, reciente y repetitiva de las áreas susceptibles de inundación, esta secuencia de cambios permite actualizar, complementar o comparar datos e información obtenidos en diferentes períodos.

De igual manera y usando imágenes de satélites, en la cartografía de una inundación se puede comparar el área inundada, con otro mapa del área en condiciones previas a la inundación.

Las inundaciones siempre dejan su huella en los terrenos, como el agua represada y suelos húmedos, que son fácilmente detectados en las imágenes, incluso días o semanas después que las aguas de inundación hayan bajado. El Gráfico 3.1.2., corresponde a una imagen Radar, del satélite ERS de la Agencia Espacial Europea, captada el 30 de noviembre de 2006 y permite observar al cantón Milagro y su entorno, en una época con ausencia de lluvias. Nótese que el tono gris oscuro que se visualiza en la parte oeste y noroeste del cantón, corresponde a los suelos húmedos, bajo riego, que en su mayor parte son del Ingenio Valdez.

Gráfico 3.1. 2. Imagen radar, fecha 30 de noviembre del 2006, época seca



Fuente: CLIRSEN 2012

En cambio, en el Gráfico 3.1.3., se observa una imagen también Radar del mismo satélite, pero captada el 4 de marzo de 2008, en una época que se produjeron lluvias excepcionales en la cuenca del río Guayas, en ésta se visualiza toda la parte noroeste inundada (tonos oscuros). Con respecto al cantón Milagro, en esta fecha, no se observan inundaciones.

Gráfico 3.1. 3. Imagen radar, fecha 40 de marzo del 2008, época lluviosa



Fuente: CLIRSEN 2012

3.1.4.5. Zonas de inundación a partir de las geoformas e integración de variables biofísicas e infraestructura

Partimos de la premisa de que la utilización de las geoformas como un elemento de partida para delimitar las zonas de inundación, es un criterio físico y muy importante al trabajar con el método estático para llegar a cartografiar las amenazas por inundación, que involucra el análisis de un área determinada, su génesis, el conocimiento de su topografía, sus depósitos superficiales, características de los suelos, clima y actividades antropogénicas y, que al final permite espacializar con cierta exactitud las áreas que han sido sujetas a inundación en el pasado reciente, lo mismo que, de aquellas que no han sido afectadas y que más bien, a través de ellas el agua se escurre hasta llegar a los cauces naturales y sectores bajos.

Cabe destacar que, la utilización del criterio geomorfológico en este estudio, obedeció a la escasez de datos precisos hidrológicos y a nivel de sub cuencas y micro cuencas hidrográficas, a la falta de una mayor densidad de estaciones hidrometeorológicas, a la falta de secciones transversales de los lechos de los ríos principales, falta de tasas de sedimentación, y un estudio detallado de la degradación de las unidades hidrográficas antes citadas.

Otras variables que influyen directamente en la susceptibilidad a inundaciones, son los suelos, cobertura vegetal natural o antropogénica, pendientes, topografía e infraestructura.

La interrelación de la textura del suelo, pendiente y cobertura vegetal, juega un papel preponderante durante el desarrollo del escurrimiento superficial; así, y a manera de comparación, en un suelo de texturas pesadas cubierto con pastizales el escurrimiento será mayor que en un suelo de texturas livianas, donde predominará la infiltración.

Otro aspecto importante es el relacionado con la obstrucción y taponamiento de los cauces naturales y la obstrucción y detención del flujo de las aguas provocada por los diques de las piscinas arroceras y vías de comunicación.

De acuerdo a lo indicado y en base al conocimiento y cartografía de los elementos geográficos señalados, se llega a construir un mapa de susceptibilidad a inundaciones, que, como lo indica Solano (2009), la "Susceptibilidad" está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre un determinado espacio geográfico; en este sentido, aquellos terrenos que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación como son los basines, cauces abandonados, terrazas bajas, niveles bajos de la llanura aluvial reciente, corresponden a áreas de mayor susceptibilidad, mientras que, aquellas que no resulten invadidas, como las terrazas medias, niveles altos de la llanura aluvial y diques aluviales, son áreas de menor susceptibilidad.

3.1.5. Lluvias como detonante y amenaza por inundación

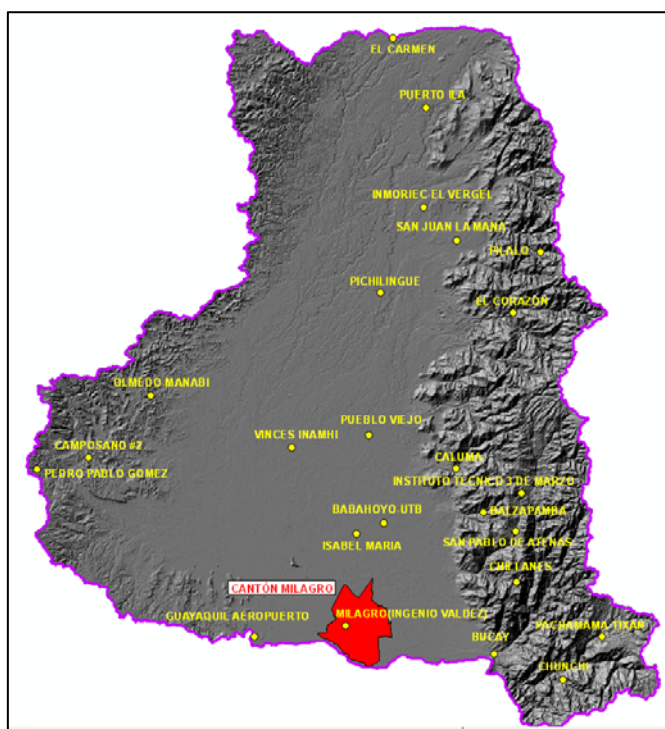
Obtenida la información de susceptibilidad a inundaciones, cuyos polígonos tienen como base las geoformas y concientes de que éstas, no tienen ninguna relación con la frecuencia de las inundaciones, pero, que debido a su génesis (transporte y depósito de aluviones) y a los datos históricos relacionados con la repetitividad de las inundaciones en los mismos espacios geográficos (geoformas de origen deposicional), estamos en la capacidad de inferir que las próximas inundaciones siempre estarán relacionadas con los niveles bajos y altos de la llanura aluvial reciente, con los cauces abandonados, collares de buey, basines, valles y terrazas bajas.

En cuanto a las lluvias como detonante y a efectos de comparación entre los datos de precipitación promedio anual y los ocurridos durante el desarrollo de los Niños 1982-1983 y 1997-1998, a continuación se presenta el siguiente análisis.

3.1.5.1. Red hidrometeorológica y datos de precipitaciones

El número de estaciones meteorológicas y pluviométricas recopiladas y que fueron consideradas para el presente estudio suman en total 24; su distribución se indica en el Gráfico 3.1.4 y, en el Cuadro 3.1.1 se detalla el código y el nombre de la estación.

Gráfico 3.1. 4. Distribución de estaciones climáticas



Fuente: CLIRSEN 2012

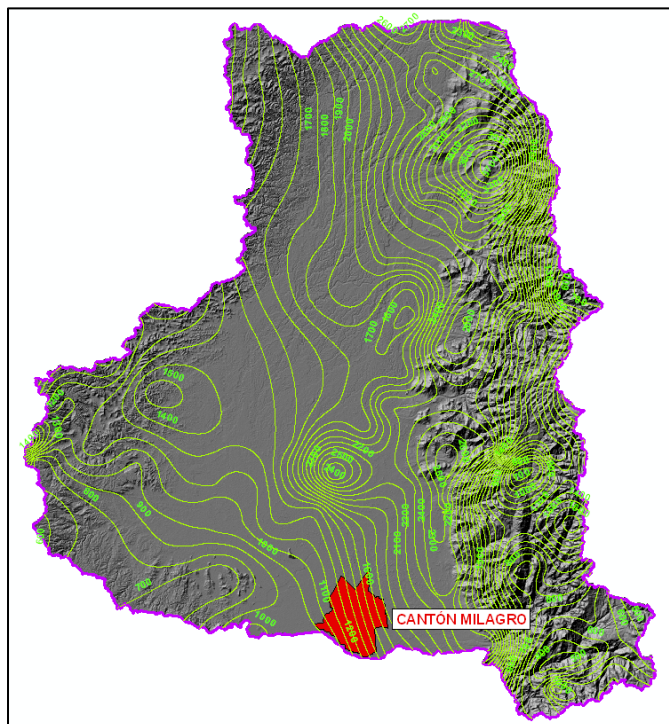
Cuadro 3.1. 1. Estaciones Climáticas

COD.	NOMBRE	COD.	NOMBRE
M006	PICHILINGUE	M130	CHILLANES
M026	PUERTO ILA	M131	SAN PABLO DE ATENAS
M036	ISABEL MARIA	M132	BALZAPAMBA
M037	MILAGRO(INGENIO VALDEZ)	M135	PACHAMAMA-TIXAN
M039	BUCAY	M136	CHUNCHI
M044	PEDRO PABLO GOMEZ	M160	EL CARMEN
M051	BABAHOYO-UTB	M166	OLMEDO-MANABI
M056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	M171	CAMPOSANO #2
M122	PILALO	M172	PUEBLO VIEJO
M123	EL CORAZON	M283	INMORIEC-EL VERGEL
M124	SAN JUAN LA MANA	M466	VINCES INAMHI
M129	CALUMA	MA47	INSTITUTO TECNICO 3 DE MARZO

Elaborado: CLIRSEN-MAGAP, 2011

En el Gráfico 3.1.5., se visualizan las isoyetas obtenidas de las precipitaciones promedio anual, en épocas normales (CLIRSEN-MAGAP, 2011). Con respecto al cantón Milagro, las precipitaciones oscilan entre 1000 y 1600 mm. y, a nivel zonal, éstas ascienden hasta aproximadamente 2.600 mm.

Gráfico 3.1. 5. Isoyetas, cantón Milagro



Fuente: CLIRSEN 2012

De otra parte, en el Cuadro 3.1.2., que se presenta a continuación se exponen los datos de precipitación registrados en las indicadas estaciones climáticas, relacionados con el Fenómeno de El Niño 1982-1983 y 1997-1998.

Cuadro 3.1. 2. Datos reportados durante los Niños 1982-1983 y 1997-1998

COD.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
M006	1982	488,1	284,7	139,6	223,1	46,1	1,2	1,0	2,3	11,2	130,6	408,6	891,3	PICHILINGUE
M006	1983	850,9	599,0	704,7	493,0	650,6	505,5	547,5	96,7	144,1	29,8	124,8	118,2	
M006	1997	256,1	411,5	485,8	378,1	285,0	267,9	345,5	116,8	388,1	206,3	1134,8	666,6	
M006	1998	1012,0	669,0	1072,0	775,2	713,3	284,2	130,7	7,3	6,1	11,8	66,8	42,5	
M026	1997	596,8	458,0	565,2	500,2	269,6	367,0	233,3	138,8	704,4	466,6	801,3	960,2	PUERTO ILA
M026	1998	894,2	639,1	826,3	772,5	463,3	291,7	216,1	66,9	64,4	27,7	25,7	52,8	
M036	1982	264,0	317,9	80,6	157,2	1,6	0,3	1,0	0,0	2,4	73,0	293,4	460,9	ISABEL MARIA
M036	1983	868,1	637,9	808,3	451,3	454,7	616,8	410,1	45,2	154,0	28,6	27,4	182,6	
M036	1997													
M036	1998													
M037	1982	127,7	133,6	30,8	27,0	7,8	0,8	0,4	0,0	2,3	50,5	218,9	367,3	MILAGRO(INGENIO VALDEZ)
M037	1983	436,5	418,1	661,7	790,0	431,7	446,7	456,4	8,5	89,3	5,6	6,7	84,0	
M037	1997	208,6	487,2	680,0	381,5	99,5	200,5	156,3	31,7	127,1	30,5	551,2	595,5	
M037	1998	712,7	846,0	966,4	957,3	517,8	91,4	33,8	0,0	0,5	0,4	0,9	3,2	
M039	1982	244,9	181,3	180,7	203,1	58,6	13,6	9,4	10,1	27,6	65,2	578,2	858,7	BUCAY
M039	1983	679,3	638,1	694,8	685,8	633,7	398,2	385,5	135,2	137,2	83,0	177,5	254,3	
M039	1997	352,3	210,0	782,7	668,5	217,9	321,7	222,3	179,0	590,9	454,8	723,1	502,0	

M039	1998	646.7	794.3	796.5	707.1	426.2	143.3	181.6	80.7	68.3	71.1	25.3	146.5	
M044	1982	26,3	45,0	60,0	91,2	51,3	0,4	0,5	0,0	59,0	-	81,2	254,1	PEDRO PABLO GOMEZ
M044	1983	351,1	220,0	464,2	379,4	-	266,6	181,6	10,8	38,0	0,0	41,2	4,2	
M044	1997													
M044	1998													
M051	1982	249,4	249,7	121,7	149,1	6,9	0,5	0,2	0,0	2,8	20,6	351,8	616,9	BABAHOYO-UTB
M051	1983	1047,2	722,1	846,6	400,2	737,4	433,5	455,1	51,6	143,6	50,2	95,6	189,1	
M051	1997	438,3	566,1	764,3	412,2	206,2	219,5	90,6	51,9	234,4	84,0	560,6	916,4	
M051	1998	761,3	740,7	812,6	1024,9	690,1	210,9	62,8	10,4	2,0	1,1	4,7	50,4	
M056	1982	126,8	89,8	6,7	16,0	14,1	0,0	0,0	0,0	0,6	6,3	152,3	255,5	GUAYAQUIL AEROPUERTO
M056	1983	601,7	539,4	830,5	606,4	621,7	629,9	292,5	18,2	18,9	4,0	1,1	66,4	
M056	1997	104,9	255,9	490,2	225,3	203,0	5,1	78,3	8,1	12,4	94,4	549,4	818,6	
M056	1998	380,6	795,2	783,8	1124,0	175,4	67,4	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	
M122	1982			534,6	291,8	87,3				0,2				PILALO
M122	1983						0,0						0,0	
M122	1997	270,3	128,3			69,1	110,4	25,2	9,2	110,7	152,3	310,0	203,5	
M122	1998	72,7							16,5	30,0	46,1	45,0	41,9	
M123	1982	195,1	390,0		94,6	81,8	3,3			66,7	501,4	743,6	948,1	
M123	1983	636,8	225,8	563,9	339,0	381,5	295,8	109,4	100,6	106,0	61,5	95,0	227,2	EL CORAZON
M123	1997	293,5	352,8	556,5	249,7	198,8	187,4	112,0	99,9	239,2	224,6	350,5	550,5	
M123	1998	387,1	322,7	346,7	327,4	385,2	140,7	51,4	45,8	34,3	37,1	31,5	73,1	
M124	1982	491,6	599,9	377,4	392,9	165,7	2,5	13,8	26,7	7,5				SAN JUAN LA MANA
M124	1983	1207,8	627,6	786,0	630,4	765,2	368,3	495,4	159,6	307,2	53,4		343,2	
M124	1997	415,5	407,8	695,1	594,9	662,8		305,9	213,6					
M124	1998	881,0	888,5	629,1	854,9	753,3	352,0	153,3	67,0	46,2	19,7	46,6	54,2	
M129	1982	683,9	533,2	284,3	282,5	200,4	3,0	0,5	0,4	57,4	221,1	417,6	848,5	CALUMA
M129	1983	850,9	587,0	920,5	1243,1	963,0	393,1	547,4	172,4	232,3	136,0	191,3	353,6	
M129	1997												723,3	
M129	1998	605,8	526,9	750,3		556,0	158,3							
M130	1982	203,1	108,8	117,5	286,0	101,3	1,0		0,5	17,5	68,2	198,6	874,2	CHILLANES
M130	1983	453,0	236,8	352,1		211,1	79,4	47,0	12,0	51,0	51,4		168,4	
M130	1997	104,4	23,2	157,9	129,1			8,5	0,1	67,2	80,1	206,2	80,5	
M130	1998	97,8	151,4	162,2	220,0	130,2	35,1	12,3	7,9	3,1	5,9	3,7	3,8	
M131	1982	152,3	136,3	101,7	151,0	69,5	0,9	18,4	0,3	21,1	98,7	226,0	364,3	SAN PABLO DE ATENAS
M131	1983	353,7	160,9	395,1	276,3	250,0	71,3	46,5	20,2	49,8	47,0	77,4	105,5	
M131	1997													
M131	1998								50,7	25,8		28,5		
M132	1982	192,1	157,6	121,7	209,4	36,3	10,6	7,5	5,3	34,1	97,8	287,9	278,2	BALZAPAMBA
M132	1983	507,1	480,2	490,1	526,3		142,5	181,0	52,0		63,1	89,5	152,8	
M132	1997	215,3	200,6	364,6	332,9	141,4	44,3	76,0	47,9	161,5	122,5			
M132	1998													
M135	1982	103,7	131,6	227,8	222,3	188,2	0,9	0,4	3,2	5,3	163,2	222,3	333,9	PACHAMAMA-TIXAN
M135	1983	202,3	81,4	359,6	952,0	419,8	0,7	3,5	10,0	1,8	55,1	201,5	293,2	
M135	1997	90,7	8,4	87,4	102,1	8,7	36,3	2,6	0,0	33,7	62,9	139,3	63,5	

M135	1998	17,1	122,9	147,8	81,4	139,8	0,3	12,8	0,0	0,6	115,5	23,0	4,4	
M136	1982	56,8	80,6	57,8	79,0	38,8		0,4		2,0	38,2	124,6	163,0	CHUNCHI
M136	1983	77,6	90,2	206,7	129,4	100,5	14,8	4,4	3,6	8,3	29,2	26,3	75,0	
M136	1997								0,5	15,5	37,0			
M136	1998	95,0	81,0	135,0	140,0	91,0	25,0	6,0	6,0	14,0	24,0	2,0	9,0	
M160	1982	529,7	449,1	259,2	322,5	371,5	11,0	43,2	14,9	61,9	672,1	503,8	684,0	EL CARMEN
M160	1983	815,5	566,6	692,2	694,0	612,4	533,6	639,1	171,7	429,7	100,1	81,8	124,0	
M160	1997	377,5	396,4	556,4	548,1	224,3	608,5	284,0	243,2	487,1	441,6	627,9	453,4	
M160	1998	645,9	645,3	888,3	1021,7	463,1	444,9	270,1	36,8	50,1	19,1	17,3	23,5	
M171	1982	145,1		77,2	116,8	43,6	0,0	0,0	0,0	18,1				CAMPOSANO #2
M171	1983	489,3	343,3	404,1	508,8	390,6	228,8	276,2	51,9	40,2	3,5	59,1	56,7	
M171	1997	203,5	295,5	351,7		198,7		116,2	68,8	107,0	34,1	394,4		
M171	1998	520,0	580,6	521,4	612,4	357,2	292,3	132,8	6,6					
M172	1982													PUEBLO VIEJO
M172	1983													
M172	1997	213,3	425,6	626,6	307,6	182,0	179,5	127,2	72,7					
M172	1998	974,3	642,6	540,5	674,5	455,6	243,7	210,8	19,8	3,1	0,6	33,3	28,0	
M283	1997	379,9	416,1	543,2	424,4	313,2	298,2	221,3	155,2	623,9	202,7	1144,1	747,1	INMORIEC-EL VERGEL
M283	1998	817,3	744,4	886,6	779,4	603,8	432,1	198,8	63,6	43,3	19,5	28,2		
M466	1982	181,0	229,5	74,9	210,6	15,5	0,3	0,0	0,0	3,4				VINCES INAMHI
M466	1983	517,0	407,7	501,1	263,9	564,8	233,2	259,8	22,6	162,8	36,7	7,8	305,1	
M466	1997	288,1	311,7	372,4	393,3	205,4	118,8	146,5	80,3	516,2	105,9	395,0	891,2	
M466	1998	656,1	689,3	523,6	806,2	710,4	129,3	41,6	4,1	2,5	0,0	3,0	39,6	

Elaborado: CLIRSEN-MAGAP, 2011

Las estaciones más cercanas al cantón Milagro (Cuadro 3.1.3.), identificadas como Milagro (Ingenio Valdez) y Guayaquil Aeropuerto, reportan los siguientes datos de mayores lluvias:

Cuadro 3.1. 3. Estaciones meteorológicas cercanas al cantón

Estación	Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Milagro	1983	436,5	418,1	661,7	790,0	431,7	446,7	456,4
Guayaquil A.	1983	601,7	539,4	830,5	606,4	621,7	629,9	292,5

Elaborado: CLIRSEN-MAGAP, 2011

La estación Milagro (Ingenio Valdez), reporta una precipitación acumulada del orden de los 2431,4 mm., para el año 1982; 4902,6 mm., para el año 1983 y, 3549,6, para el año 1997. La precipitación media anual en esta estación es de 1255 mm.

3.1.6. Cartografía de amenazas por inundación

El proceso metodológico concluye con la delimitación de las áreas que han sido históricamente afectadas por inundaciones y que a futura también pueden ser impactadas con este fenómeno. Del análisis de los datos satelitales y de los registros históricos, de forma general, se puede mencionar que el cantón Milagro no presenta mayores problemas con las

inundaciones por anegamientos, pero sí, con los desbordamientos de los principales ejes fluviales que atraviesan sus territorios.

Esta consideración, nos dio la pauta para diferenciar y cartografiar los dos sub tipos de amenazas: fluviales o por desbordamiento y pluviales o por anegamiento, como puede observarse en el Mapa Amenazas por Inundación, que se presenta en el Anexo 2 Cartografía Temática.

En este documento se presenta gráficamente y explicado en su leyenda, los dos sub tipos de amenaza por inundación, que presentan las siguientes características.

3.1.6.1. Amenaza por inundación: anegamiento

Considerada también como amenaza pluvial y en función de lo expuesto en el punto 3.1.2., descripción del fenómeno y formas de manifestación, el anegamiento es producido por deficiencias en el sistema de drenaje (suelos de texturas pesadas) y en áreas bajas de topografía plana con suaves pendientes; en general la aparición de este fenómeno es más lento que el caso del desbordamiento, pero de mayor duración con respecto a éste.

El gráfico 3.1.6., muestra las áreas de amenaza media que cubren una superficie de 0,17 Km² aproximadamente, ubicadas en el extremo oeste del cantón, al Norte del sitio El Cóndor. Geomorfológicamente forma parte de la llanura aluvial reciente, con pendientes menores al 2 % y suelos franco a franco arcillosos.

Las áreas de amenaza baja, presentan una superficie de 1,83 Km², aproximadamente, ubicadas también el extremo oeste del cantón, entre los ríos Milagro y Chimbo. Al igual que el caso anterior, estos terrenos forman parte de la llanura aluvial reciente, con pendientes entre 2 y 5 %, con suelos generalmente de textura franco arenosa.

3.1.6.2. Amenaza por inundación: desbordamiento o anegamiento

Como se observa en el gráfico 3.1.6, referente a la espacialización de los desastres o fenómenos relacionados con las inundaciones al interior del cantón, observamos que en su mayor parte se refieren a desbordamientos ocurridos a lo largo de los ríos Milagro, Venecia y Chimbo. Bajo esta premisa, para el presente caso y a efectos de representar cartográficamente el fenómeno de desbordamiento, se ha considerado un corredor a uno y otro lado de los indicados ríos, de 500 metros, esto basados en datos obtenidos en campo y fundamentalmente, considerando la dinámica fluvial, que hace referencia a los procesos que se producen en los sistemas fluviales, a saber, la erosión o lavado de los suelos, el transporte de sedimentos con sus diversas formas y la sedimentación; pero, además, la dinámica fluvial tiene que ver con los continuos cambios en el trazado de los cauces, la erosión de sus orillas, crecidas y la formación y migración de barras. En este escenario, la cuenca o sub cuenca hidrográfica (como es lógico suponer), juega un papel preponderante, debido a que, mientras más degradadas se encuentren estas unidades hidrográficas, mayores serán las repercusiones en las partes bajas, especialmente las relacionadas con la

erosión, transporte y sedimentación y, con ello la colmatación en los cauces naturales y su posterior pérdida de la capacidad portante.

La pregunta que nos hacemos es, porque construimos muros o diques a uno y otro lado del río Chimbo?... la respuesta sería, porque a lo largo de su cauce se producían desbordamientos (el río se salía de su cauce); pero, ante esto, y antes de construir los muros, se hizo un análisis integral de la dinámica fluvial de este río?, si se está incrementando la sedimentación, seguiremos levantando los muros?, hasta cuando?

Es necesario señalar que, para el caso del río Chimbo y retomando el tema de los muros de tierra construidos en sus orillas para evitar los desbordamientos en épocas de lluvias excepcionales y prolongadas, también es necesario advertir que, si no se controlan los procesos erosivos en las partes medias y altas de la sub cuenca del Río Yaguachi, cuyos sedimentos se depositan a lo largo del Río Chimbo, hasta cierto punto estas obras serán temporales; la continua depositación de los sedimentos disminuye la capacidad portante natural, volviéndolo más susceptible a desbordamientos. En la Foto 1, se aprecian los sedimentos acumulados en el cauce del río Chimbo.

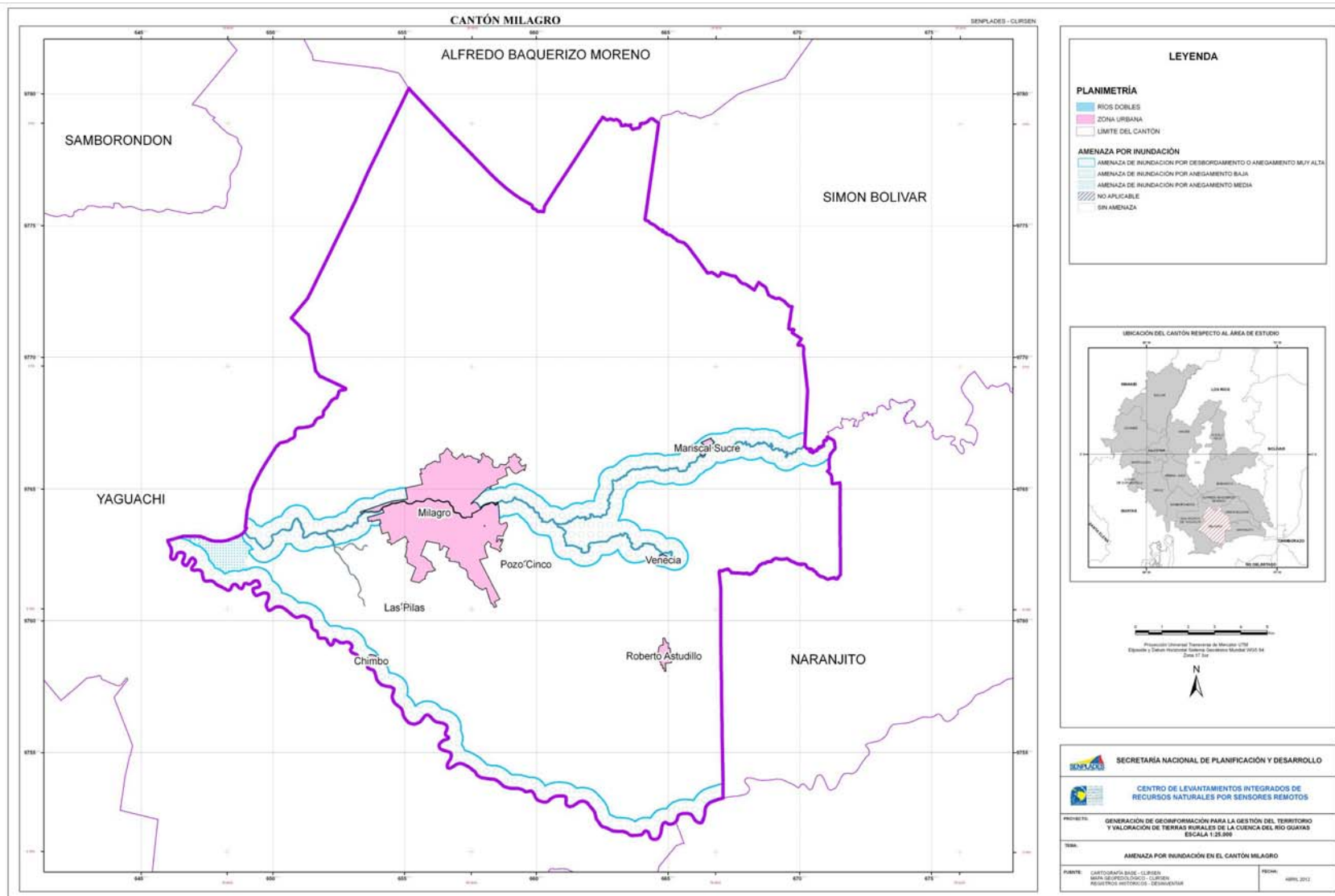


Foto 1. Colmatación de sedimentos en el Río Chimbo
Fuente: CLIRSEN 2010

El problema (bajo nuestra forma de ver), es que a los ríos no los vemos como parte del sistema natural-fluvial, que inicia su dinámica en las unidades hidrográficas y sus drenajes, determinando su dinámica en el espacio y su evolución en el tiempo, recordemos que un río refleja el funcionamiento de la unidad hidrográfica, de los procesos climáticos, pedológicos, geomorfológicos, hidrológicos y biológicos que se desarrollan en ésta. También debemos recordar que las crecidas como un proceso dinamizador del sistema, incluso llega a modificar el paisaje fluvial.

Con esta breve explicación, de la dinámica fluvial, en el gráfico 3.1.6., se indican las áreas de amenaza muy alta ante desbordamientos o anegamientos, que cubren una superficie de 40, 20 Km² aproximadamente, que corresponde al área del corredor.

Gráfico 3.1. 6. Amenaza por Inundación



3.1.7. Análisis de la vulnerabilidad frente a inundaciones

El análisis y espacialización de los factores que influyen en la vulnerabilidad ante inundaciones; es decir, el conocimiento del grado de fragilidad de la infraestructura vial, viviendas y actividades productivas, entre otros, siguió un proceso que involucró el desarrollo de actividades en gabinete y campo; en el primer caso, procesando los datos e información recabados y en el segundo, verificando la información generada y, lo más importante, realizando entrevistas a la población rural, para conocer de primera mano los efectos y daños ocasionados por inundaciones históricas.

Los criterios para el análisis de la vulnerabilidad fueron propuestos por el equipo de trabajo, así como también los pesos y ponderaciones para las variables e indicadores disponibles, siguiendo de este modo los principios del método heurístico.

Dentro de este acápite los factores que serán analizados son: físicos, relacionados con las vías de comunicación y viviendas; sociales, servicios básicos; y económicos, concernientes con las actividades productivas.

3.1.7.1. Factor Físico

a. Variable: Vías de Comunicación

a. 1. Datos utilizados

La base para este análisis lo constituyó la cartografía planimétrica del Cantón Milagro generada dentro del proyecto de la Cuenca del Río Guayas, que a su vez contiene los elementos geográficos que se incluyen en los documentos cartográficos publicados por el Instituto Geográfico Militar; la clasificación de los citados elementos se observan en el Cuadro 3.1.4.

Cuadro 3.1. 4. Clasificación de elementos cartográficos – IGM

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Autopista	Camino pavimentado de dos o más vías con separador
Camino 1	Pavimentado de dos o más vías
Camino 2	Lastrado de dos o más vías
Camino 3	Pavimentado de una vía
Camino 4	Lastrado de una vía
Camino 5	De verano
Camino 6	De herradura
Camino 7	Sendero
Línea férrea	Vía del ferrocarril

a. 2. Reclasificación de los elementos cartográficos

Para fines del presente estudio, la vulnerabilidad de las vías de comunicación, serán estratificadas en cuatro clases, para lo cual, fue preciso efectuar una reclasificación de los elementos geográficos expuestos en el Cuadro 3.1.4, obteniéndose lo indicado en el Cuadro 3.1.5, según el tipo de vía.

Cuadro 3.1. 5. Tipos de vías

CLASES	DESCRIPCIÓN
1	Camino pavimentado de dos o más vías, autopista
2	Camino pavimentado de una vía, lastrado de dos o más vías
3	Camino lastrado de una vía, línea férrea
4	Camino de verano, herradura, sendero

a. 3. Matriz de calificación

La matriz que se presenta en el Cuadro 3.1.6, fue construida con el objeto de conocer y determinar los rangos de vulnerabilidad de las vías de comunicación (tipos de vías), frente a inundaciones; en el eje de las Y, se anotan las categorías o características de las vías de comunicación con su respectiva ponderación, mientras que en el eje de las X, se indican los indicadores con sus pesos.

Esta matriz fue construida bajo el siguiente análisis.

Las categorías consideradas para el presente estudio, fueron:

- Tipo de vía.- está en función de lo indicado en el Cuadro 3.1.5.
- Material de construcción.- se refiere al material utilizado para la construcción de las vías, que puede ser: de tierra, lastre, pavimento y hormigón, entre las principales. Mientras menos compactado y más suelto es el material utilizado en las vías, es más susceptible a daños provocados por el desbordamiento o anegamiento. Los daños tienden a aumentar en función de la distancia del nivel de la superficie de la vía, respecto del nivel de los terrenos inundables; a menor distancia, mayor vulnerabilidad.
- Distancia al río.- para el análisis de las inundaciones por desbordamiento, se ha considerado una distancia de 500 metros desde la orilla de los ejes fluviales; partiendo de esto se generó un buffer alrededor de los ríos ubicados dentro del cantón con las distancias ya determinadas. Esta categoría y sus distancias merece especial importancia porque al producirse un desbordamiento la velocidad e implícitamente la energía dinámica de las corrientes fluviales, cuando está cerca de los ejes (fluviales), puede causar mayores daños en las vías.

Respecto de las ponderaciones de cada categoría, el equipo de trabajo asignó un peso que fue escogido desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10, esto en función de la respuesta o incidencia de cada categoría ante la

ocurrencia de las inundaciones (mayor ponderación, mayor incidencia); lo indicado se observa en el Cuadro 3.1.6.

En lo que tiene que ver con los indicadores y sus pesos (eje de las X), se han escogido cuatro clases en función de la incidencia de las inundaciones sobre categorías anteriormente descritas.

Los indicadores son: muy alta (4), alta (3), media (2) y baja (1).

Cuadro 3.1. 6. Matriz de calificación

CATEGORÍAS, PONDERACIÓN		TIPO DE VÍA	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	DISTANCIA AL RÍO < 500 m	SUMATORIA
		5	9	8	88
MUY ALTA	4	Camino de verano, herradura, sendero	Tierra	X	
ALTA	3	Camino lastrado de una vía, línea férrea	Lastre	X	
MEDIA	2	Camino pavimentado de una vía, lastrado de dos o más vías	Pavimento, Lastre	X	
BAJA	1	Camino pavimentado de dos o más vías, autopista	Pavimento, Hormigón	X	22

a. 4. Niveles de vulnerabilidad

Construida la matriz de calificación con la respectiva sumatoria que resulta al multiplicar los pesos de los indicadores con las ponderaciones de las categorías, se definen los niveles de vulnerabilidad, en función de los rangos que se indican en el Cuadro 3.1.7, con el antecedente de que se va a trabajar con cuatro niveles de vulnerabilidad: muy alta, alta, media y baja.

Cuadro 3.1. 7. Niveles de vulnerabilidad

RANGO	VULNERABILIDAD
72 - 88	Muy Alta
56 - 71	Alta
39 - 55	Media
22 - 38	Baja

a. 5. Cartografía de Vulnerabilidad de las vías de comunicación

El material utilizado para la elaboración de la cartografía de la vulnerabilidad de las vías de comunicación ante inundaciones, fue la base-planimétrica del cantón Milagro, escala 1:25.000, cuya fuente corresponde al CLIRSEN.

Otro documento utilizado fue el de amenazas de inundación por desbordamiento y anegamiento, también a escala 1:25.000 (fuente CLIRSEN); éste sirvió para definir el área de influencia de las potenciales o futuras inundaciones.

Se emplearon operaciones de selección por atributos y localización de vías, mediante la utilización del software ArcGis 9.2, que permitieron buscar y seleccionar vías que cumplan con las condiciones establecidas por el equipo de trabajo, que conllevan a la presentación de forma gráfica de los diferentes niveles de vulnerabilidad, como puede apreciarse en el Gráfico 3.1.7.

a. 6. Descripción de la vulnerabilidad de las vías de comunicación

Cuadro 3.1. 8. Grados de vulnerabilidad y vías afectadas

INUNDACIONES		
Vulnerabilidad	Tipo de Vía	km Aprox.
MUY ALTA	Camino de Herradura	94,28
	Camino de Verano	
	Sendero	
ALTA	Camino lastrado de una vía	30,65
MEDIA	Camino Lastrado de dos o más vías	11,90
	Camino Pavimentado de una vía	
BAJA	Camino Pavimentado de dos o más vías	6,92
SIN VULNERABILIDAD		850,17
TOTAL		993,92

- Vulnerabilidad muy alta

Descripción; Corresponden a los tipos de vías clasificadas como: caminos de verano, senderos y de herradura, cuyo material de construcción es la tierra. Estas características físicas hacen que esta infraestructura vial sea muy vulnerable a inundaciones por desbordamiento o anegamiento; como se indicó anteriormente, la energía dinámica que acompaña a los ríos que se desbordan hace que en estas vías se produzcan los mayores problemas; lo propio ocurre cuando estas vías se hallan bajo el agua por un largo período, especialmente en caminos construidos con materiales arcillosos.

Localización; Esta infraestructura se encuentra distribuida dentro del corredor de 500 metros a lo largo de los ríos Milagro, Chimbo y Venecia, ya que son una conexión desde los ríos mencionados hasta los poblados como Barcelona, Kilómetro 9, Panegón, Villa Carmen, Rancho del Sol; de igual manera a poblados como Chimbo de Venecia y Rancho de Sol, los cuales presentan en su mayoría caminos de verano en los sectores indicados. Ver Foto 2.



Foto 2. Camino de verano
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; en la Foto 2, se aprecia la vía de tierra que conecta el Recinto Flor del Bosque con la Ciudad de Milagro y sectores aledaños a la zona; se encuentra dentro del buffer de inundación de 500 metros desde el río Chimbo, que según datos históricos se ha desbordado en algunas ocasiones.

- Vulnerabilidad alta

Descripción; En este caso, las vías de comunicación corresponden a caminos lastrados de una sola vía; debido al material pétreo utilizado y al proceso de compactación realizado durante su construcción hace que la vulnerabilidad baje una categoría.

Localización; Los caminos con las características antes anotadas, se hallan en los sectores aledaños al Río Chimbo comprendido entre los sectores Barcelona y Chimbo de Venecia, en las riveras del Río Milagro alrededor de la población de Chobo, y en el corredor del Río Venecia en los sectores Venecia Central y Chontillal. Ver Foto 3.



Foto 3. Camino lastrado de una vía
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; En la Foto 3, se aprecia un ejemplo de un camino lastrado de una vía al interior del buffer de 500 metros desde la orilla del río Venecia. Se trata de una vía con un moderado flujo vehicular, que conecta a Venecia Central con los sectores aledaños, como Las Guayjas, La Cachiote, Chontillal y la Ciudad de Milagro.

- Vulnerabilidad media

Descripción; Esta vulnerabilidad está relacionada con caminos pavimentados de una vía o lastrados de dos o más vías. Las variables, ancho de la vía, espesor de capa de material de construcción y la altura de la superficie de rodadura con respecto al nivel de los terrenos inundables, juegan un papel importante al momento de definir este nivel de vulnerabilidad, así, mientras más ancha es la vía, más compactado el material pétreo utilizado y más alta la superficie de la vía, menos vulnerable será frente a inundaciones, pero, en muchos casos este tipo de infraestructura con estas características, actúa como un dique obstruyendo el flujo normal de las aguas en épocas de lluvias excepcionales.

Localización; Este tipo de vías, con el nivel de vulnerabilidad media, se encuentran en los sectores entre Villa Carmen y Puente de Chimbo en el corredor del Río Chimbo; de igual manera en el corredor del Río Milagro encontramos en los sectores alrededor de la zona urbana Mariscal Sucre y del poblado Vuelta de Piano. Ver Foto 4.



Foto 4. Camino lastrado de dos vías
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; En la Foto 4 se aprecia un ejemplo de una vía con un nivel de vulnerabilidad media, muy transitada, ya que conecta el poblado Vuelta de Piano con haciendas bananeras de la zona, las cuales por su gran infraestructura requieren de vías apropiadas para el transporte sus productos.

- Vulnerabilidad baja

Descripción; Corresponde a caminos pavimentadas de dos o más vías o autopistas. Como el caso anterior, mientras más ancha es la vía, más compactado el material pétreo utilizado y más alta la superficie de la vía con respecto a los terrenos inundables, menor será el nivel de vulnerabilidad.

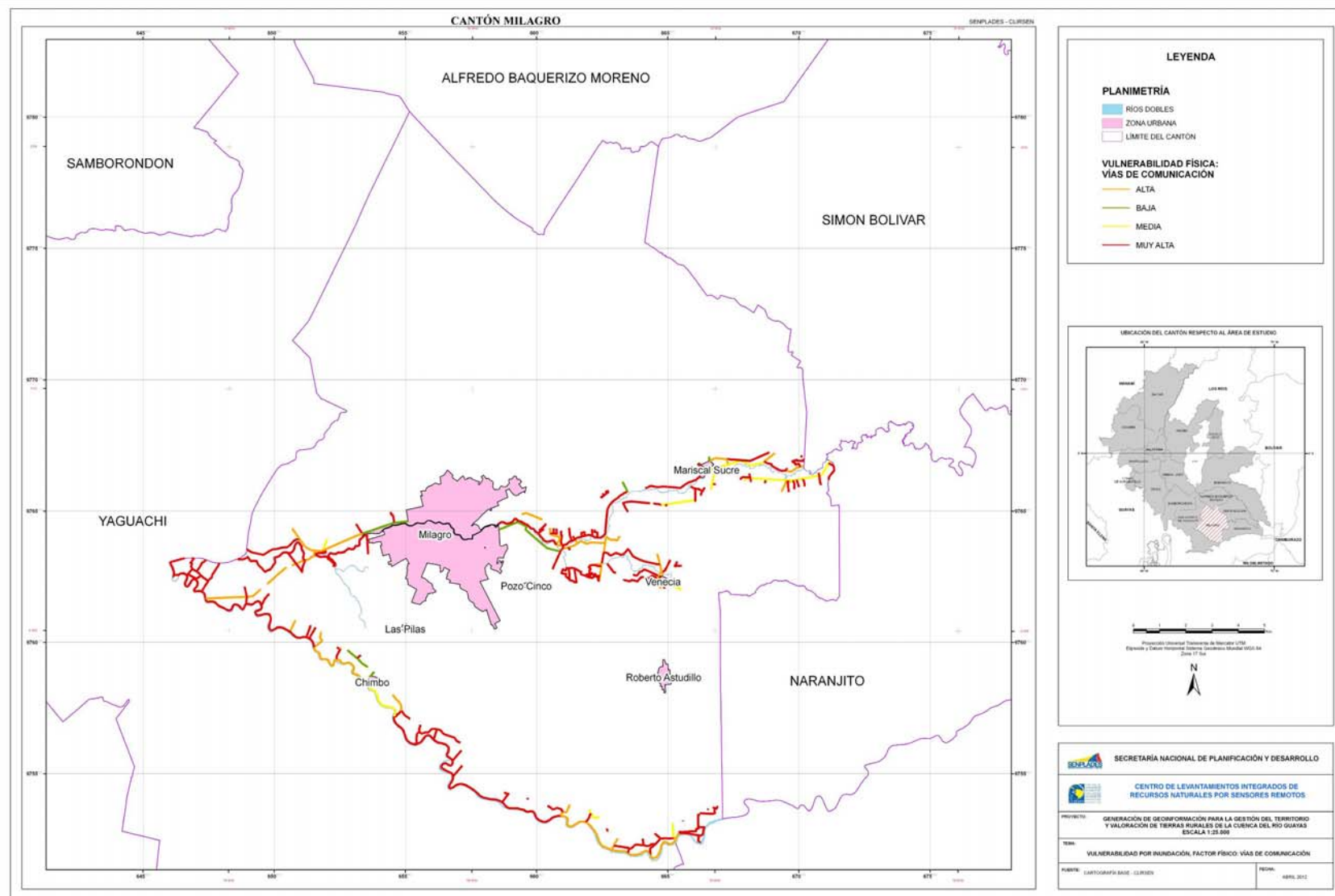
Localización; Estas vías se encuentran alrededor de zonas urbanas como Mariscal Sucre, y cercanos al poblado Las Cataratas en el corredor del Río Milagro, de igual manera podemos encontrar estas vías en la zona urbana Chimbo dentro del corredor del mismo nombre. Ver Foto 5.



Foto 5. Camino pavimentado de dos vías
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; En la Foto 5, se observa un ejemplo de un camino pavimentado de dos vías, que une el poblado de Las Cataratas con poblados como Bellavista, Las Violetas y la zona urbana Mariscal Sucre.

Gráfico 3.1. 7. Vulnerabilidad física, vías de comunicación frente a inundaciones.



b. Variable: Viviendas

b. 1. Datos utilizados

La fuente oficial de datos relacionados con las viviendas e información cartográfica censal de sectores dispersos, escala 1:50.000, es el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, como organismo responsable de su levantamiento y obtención de datos sobre población, económicos y vivienda a través de la aplicación de Censos.

Los indicadores a nivel de sector censal, utilizados para el análisis de la vulnerabilidad de las viviendas ante inundaciones, se basan en datos que fueron levantados durante el VI Censo de Población y V de Vivienda en el año 2001, considerando los siguientes aspectos y conceptos:

Armazón o estructura, se refiere al conjunto de elementos (cimientos, columnas, vigas, losas) dispuestos entre sí de manera sólida, que constituyen el esqueleto de la vivienda y que sirve para sostener el conjunto (techo, paredes, piso). Esta estructura autosostenible puede ser de:

Hormigón armado; "Cuando las columnas, vigas, losas y cimientos son de hormigón con armazón de hierro. En este caso todo el conjunto es una estructura auto sostenible (no necesita de las paredes para sostener el techo o piso)

Hierro; "Cuando las columnas y vigas (esqueleto de la vivienda) son hechas con perfiles de hierro empernados o soldados entre sí. Ej. Estructuras prefabricadas de hierro"

Mampostería; "Cuando las paredes, que generalmente son de ladrillos unidos con argamasa (mezcla: arena-cemento) son utilizados como elementos portantes de techos o pisos superiores"

Madera; "Cuando las columnas y vigas (esqueleto de la vivienda está construida con materiales diferentes a los de las categorías anteriores"

Otro; "Cuando la estructura de la vivienda está construida con materiales diferentes a los de las anteriores"

En lo que tiene que ver con los materiales de construcción, la citada fuente señala lo siguiente:

Techo o cubierta; Puede ser de losa de hormigón, asbesto o similares, zinc, teja, paja o similares y otros materiales.

Paredes exteriores; En este caso los materiales de construcción pueden variar en: hormigón, ladrillo o bloque; adobe o tapia; madera; caña revestida o bahareque; caña no revestida; otros materiales.

Piso; Los materiales pueden ser: entablado o parquet; baldosa o vinyl; ladrillo o cemento; caña; tierra; otros materiales.

b. 2. Tabulación

Los datos estadísticos de vivienda por cada uno de los 84 sectores dispersos cartografiados al interior del Cantón Milagro, son cuantificados en función de los materiales de construcción, es decir, a partir de los datos indicados en el punto anterior, se obtienen categorías de vivienda por sector disperso, como se detalla en el Cuadro 3.1.9, donde se indica:

La estructura, techo, paredes, piso, número de viviendas con las variables indicadas y el número total de viviendas.

Cuadro 3.1. 9. Categorías de viviendas por sector disperso

CANTÓN MILAGRO					
91050999001					
ESTRUCTURA	TECHO O CUBIERTA	PAREDES EXTERIORES	PISO	NÚMERO VIVIENDAS	TOTAL
Hormigon armado	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	2	64
Madera	Zinc	Hormigon	Entablado o parquet	10	
Madera	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	21	
Madera	Zinc	Hormigon	Tierra	1	
Madera	Zinc	Caña revestida	Caña	7	
Madera	Zinc	Caña revestida	Tierra	1	
Madera	Zinc	Caña revestida	Otros	2	
Madera	Teja	Madera	Caña	1	
Madera	Paja	Madera	Caña	3	
Madera	Paja	Caña no revestida	Caña	10	
Otro	Zinc	Madera	Caña	1	
Otro	Paja	Caña no revestida	Caña	3	
Otro	Paja	Caña no revestida	Tierra	1	
Otro	Otros	Caña no revestida	Caña	1	
91050999002					
ESTRUCTURA	TECHO O CUBIERTA	PAREDES EXTERIORES	PISO	NÚMERO VIVIENDAS	TOTAL
Hormigon armado	Zinc	Hormigon	Baldosa o vinyl	1	45
Hormigon armado	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	9	
Madera	Zinc	Hormigon	Entablado o parquet	12	
Madera	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	3	
Madera	Zinc	Madera	Entablado o parquet	17	
Madera	Zinc	Madera	Ladrillo o cemento	1	
Madera	Zinc	Madera	Tierra	1	
Madera	Zinc	Caña revestida	Tierra	1	
91050999003					
ESTRUCTURA	TECHO O CUBIERTA	PAREDES EXTERIORES	PISO	NÚMERO VIVIENDAS	TOTAL
Hormigon armado	Losa	Hormigon	Baldosa o vinyl	1	105
Hormigon armado	Asbesto	Hormigon	Ladrillo o cemento	2	
Hormigon armado	Asbesto	Adobe	Ladrillo o cemento	1	
Hormigon armado	Zinc	Hormigon	Entablado o parquet	1	
Hormigon armado	Zinc	Hormigon	Baldosa o vinyl	1	
Hormigon armado	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	20	
Hierro	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	3	
Hierro	Zinc	Caña revestida	Entablado o parquet	1	
Madera	Zinc	Hormigon	Ladrillo o cemento	3	
Madera	Zinc	Madera	Ladrillo o cemento	2	
Madera	Zinc	Madera	Caña	18	
Madera	Zinc	Caña revestida	Caña	4	
Madera	Teja	Hormigon	Ladrillo o cemento	1	
Madera	Teja	Madera	Entablado o parquet	1	
Madera	Paja	Madera	Caña	8	
Madera	Paja	Caña revestida	Caña	4	
Madera	Paja	Caña no revestida	Caña	11	
Otro	Zinc	Madera	Caña	6	
Otro	Zinc	Madera	Tierra	1	
Otro	Zinc	Madera	Otros	1	
Otro	Zinc	Caña revestida	Caña	1	
Otro	Paja	Caña revestida	Caña	5	
Otro	Paja	Caña no revestida	Caña	8	
Otro	Paja	Caña no revestida	Tierra	1	

b. 3. Reclasificación de datos

Con el propósito de facilitar el tratamiento de los datos y determinar la vulnerabilidad de las viviendas, se realizó una sistematización tomando como base la estructura de las viviendas con base al siguiente análisis Cuadro 3.1.10.

Cuadro 3.1. 10. Sectores censales y estructura de viviendas

SECTOR	HORMIGÓN	MAMPOSTERÍA	MADERA	CAÑA GUADÚA	TOTAL
91050999001	2		56	6	64
91050999002	10		35		45
91050999003	30		52	23	105
91050999004	32	9	33	11	85
91050999005	6		3	9	18
91050999006	14		40	3	57
91050999007	56		32		88
91050999008	23	1	47		71
91050999009	40	3	39	3	85
91050999010	27	2	47	14	90
91050999011	30		31	1	62
91050999012	62	6	13		81
91050999013	46	1	9		56
91050999014	24		13		37
91050999015	35		13	1	49
91050999016	38		20		58
91050999017	26	16	42	1	85
91050999018	30		43	11	84
91050999019	14	13	28	1	56
91050999020	38	1	15		54
91050999021	8	12	42	1	63
91050999022	19		50	5	74
91050999023	26	2	22		50
91050999024	33	14	27		74
91050999025	26		18	5	49
91050999026	24		39	1	64
91050999027	46		26		72
91050999028	56	9	25	2	92
91050999029	36		31	1	68
91050999030	25		46		71

- Viviendas con estructura de caña guadúa:

El principal material de construcción es el bambú; los techos por lo general son de paja o similares; paredes de caña no revestida; pisos de tierra y/o caña.

- Viviendas con estructura de madera:

El armazón está construido con madera, techos generalmente de zinc o similares; paredes de madera, caña o caña revestida; pisos de caña, tierra u otros materiales.

- Viviendas con estructura de mampostería:

En este caso las paredes que son de ladrillos unidos con una mezcla de arena y cemento, soportan los techos que pueden ser de asbesto y zinc; pisos de madera, ladrillo o cemento.

- Viviendas con estructura de hormigón armado/hierro:

El armazón que incluye los pilares y cadenas está construido con hormigón; los techos pueden ser de losa de hormigón, asbesto, zinc o teja; paredes de ladrillo o bloque; pisos entablados o parquet, baldosa o vinyl.

En el Cuadro 3.1.10, se indica un ejemplo de la sistematización realizada, señalando además, para cada sector censal el número de viviendas de acuerdo a su estructura y su número total.

Es necesario indicar que para el análisis de la vulnerabilidad se consideró el mayor número de viviendas con una determinada estructura al interior de cada sector censal; a manera de ejemplo, en el sector censal 91050999011, existen 27 viviendas de hormigón, 2 de mampostería, 47 de madera y 14 de caña guadúa, para el estudio se seleccionó a la estructura de madera (47), que es la que predomina como el eje de análisis de la vulnerabilidad.

b. 4. Matriz de calificación

La matriz que se presenta en el Cuadro 3.1.11, fue concebida con el objeto de conocer y determinar los rangos de vulnerabilidad de las viviendas en función de su estructura, ante inundaciones; en el eje de las Y, se anota una sola categoría correspondiente a la estructura con su respectiva ponderación, mientras que en el eje de las X, se anotan los indicadores con sus pesos. Esta matriz fue construida bajo el siguiente análisis:

La categoría considerada fue la estructura que, como se ha indicado, puede ser de: hormigón, mampostería, madera o caña guadúa. Respecto a la ponderación, el equipo de trabajo asignó un peso que fue escogido desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10, esto en función de la respuesta o incidencia de la estructura ante la ocurrencia de inundaciones.

En lo que tiene que ver con los indicadores y sus pesos (eje de las X), se han escogido cuatro clases en función de la incidencia de las inundaciones sobre la señalada categoría. Los indicadores son: muy alta (4), alta (3), media (2) y baja (1).

Cuadro 3.1. 11. Matriz de Calificación

CATEGORÍA, PONDERACIÓN		Estructura	Sumatoria
		9	
INDICADORES, PESOS			
MUY ALTA	4	Caña guadua	36
ALTA	3	Madera	
MEDIA	2	Mampostería	
BAJA	1	Hormigón	9

b. 5. Niveles de vulnerabilidad

Construida la matriz de calificación con la respectiva sumatoria que resulta al multiplicar los pesos de los indicadores con la ponderación de la categoría, se definen los niveles de vulnerabilidad, en función de los rangos que se indican en el Cuadro 3.1.12, con el antecedente de que se va a trabajar con cuatro niveles de vulnerabilidad: muy alta, alta, media y baja.

Cuadro 3.1. 12. Niveles de vulnerabilidad

RANGO	VULNERABILIDAD
29,26 – 36	Muy Alta
22,51 – 29,25	Alta
15,76 – 22,50	Media
9 – 15,75	Baja

b. 6. Relación vulnerabilidad – estructura – materiales de construcción

Tomando como criterio principal el comportamiento de los diferentes elementos de una vivienda ante una inundación por desbordamiento o anegamiento, se desprende que el emplazamiento de la construcción sobre los suelos y específicamente sobre terrenos sujetos a inundaciones, su estructura y por consiguiente los materiales de construcción, juegan un papel preponderante ante los citados eventos.

Para este caso, las consideraciones que se tomaron en cuenta son las siguientes:

- Si la estructura es de madera, sus pilares, por lo general se hallan empotrados directamente sobre los suelos;

- En cambio, si la estructura es de hormigón o metálica (materiales resistentes y sólidos), los pilares son construidos sobre cimientos con sus respectivas cadenas.
- Se puede generalizar el hecho de que, a una estructura de madera, le corresponden paredes y techo del mismo material, además de pisos de tierra o también madera.
- Lo propio ocurre con la estructura de hormigón, éstas tendrán paredes de ladrillo, pisos entablados, vinyl o parquet y, techos de hormigón o zinc.
- El comportamiento de las estructuras va a ser diferente si se hallan sobre suelos arcillosos o de otra textura; para el primer caso, suelos con alto contenido de montmorillonita (llanura aluvial reciente), cuando están saturados se expanden y cuando secos se contraen formando profundas grietas. En estos casos, una estructura de madera será más vulnerable a una inundación, no necesariamente hay que esperar un desplome, pero sí un debilitamiento de su estructura.
- Para el caso de la ocurrencia de desbordamientos relacionados con la disminución de la capacidad portante de los cauces naturales y fuertes crecidas, las estructuras de madera y caña guadúa, serán las más vulnerables, a lo que hay que sumar la posibilidad de que la corriente transporte troncos, cuyo impacto sí destruiría la estructura habitacional.

b. 7. Cartografía de la vulnerabilidad de viviendas

Como se indicó anteriormente, el análisis de la vulnerabilidad de las viviendas ante inundaciones se realizó en función de los datos obtenidos para cada sector censal y por supuesto, que podría ser afectado por una eventual inundación; en este sentido, en el Gráfico 3.1.8, se observan los sectores dispersos representados con los colores correspondientes a los niveles de vulnerabilidad y las áreas que potencialmente serían afectadas por desbordamientos o anegamientos. Un caso particular lo constituye la unidad identificada "sin vulnerabilidad", que corresponde a terrenos cubiertos con caña de azúcar del Ingenio Valdez, en los cuales no existen construcciones habitacionales.

b. 8. Descripción de la vulnerabilidad de viviendas

- Vulnerabilidad muy alta

Descripción; Este nivel de vulnerabilidad está relacionado con las viviendas cuya estructura y paredes es de caña guadúa y, techos de zinc. Si bien es cierto que estas viviendas han resistido a los efectos e impactos de inundaciones pasadas, también no es menos cierto que a futuro éstas pueden ser más severas.

Localización; Los sectores censales identificados con los códigos: 091054999002 y 091054999025, localizados entre Mariscal Sucre y Venecia y, al Sur de Roberto Astudillo, donde gran parte de las viviendas son de caña guadúa, han sido identificados y cartografiados con grado muy alto de vulnerabilidad. Ver Foto 6.



Foto 6. Vivienda de caña guadúa, vulnerabilidad muy alta
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; En la Foto 6, se presenta un ejemplo de una vivienda del sector censal 091054999002, donde el número de viviendas es de 85, de las cuales 41 son construidas con caña guadúa y techo de palma (cade); esta foto fue captada en el Estero Las Guayjas y representa un ejemplo de vivienda muy vulnerable a inundaciones.

- Vulnerabilidad alta

Descripción; Corresponde a los sectores censales donde la mayor parte de las viviendas presentan una estructura de madera y techos generalmente de zinc; las paredes pueden ser de madera, caña o caña revestida y los pisos de caña, tierra u otros materiales.

Localización; Los sectores censales identificados con los códigos: 091054999010, 091050999033, 091054999008, 091050999010, 091050999030, 091050999026, 091050999011, 091054999024, 091054999003, 091054999015, 091051999008, 091054999005, 091054999001, 091053999013, 091054999006, 091051999003, 091053999012, 091054999026, distribuidos a lo largo de los ejes fluviales de los ríos Milagro y Venecia, aguas arriba de la Ciudad de Milagro y, a lo largo del Río Chimbo, donde gran parte de las viviendas son de madera, han sido identificados y cartografiados como de alta vulnerabilidad. Ver Foto 7.



Foto 7. Vivienda de madera; vulnerabilidad alta
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; en la Foto 7, se observa una vivienda del sector censal 091051999003, donde el número de viviendas es de 82, de las cuales 54 son construidas con madera y techo de zinc; esta foto fue captada en el sector Rancho del Sol y representa un ejemplo de vivienda muy vulnerable a inundaciones.

- Vulnerabilidad baja

Descripción; Corresponde a los sectores censales donde la mayor parte de las viviendas presentan una estructura de hormigón armado/hierro, techo de losa, asbesto o zinc, paredes de ladrillo o bloque, pisos entablados o baldosa.

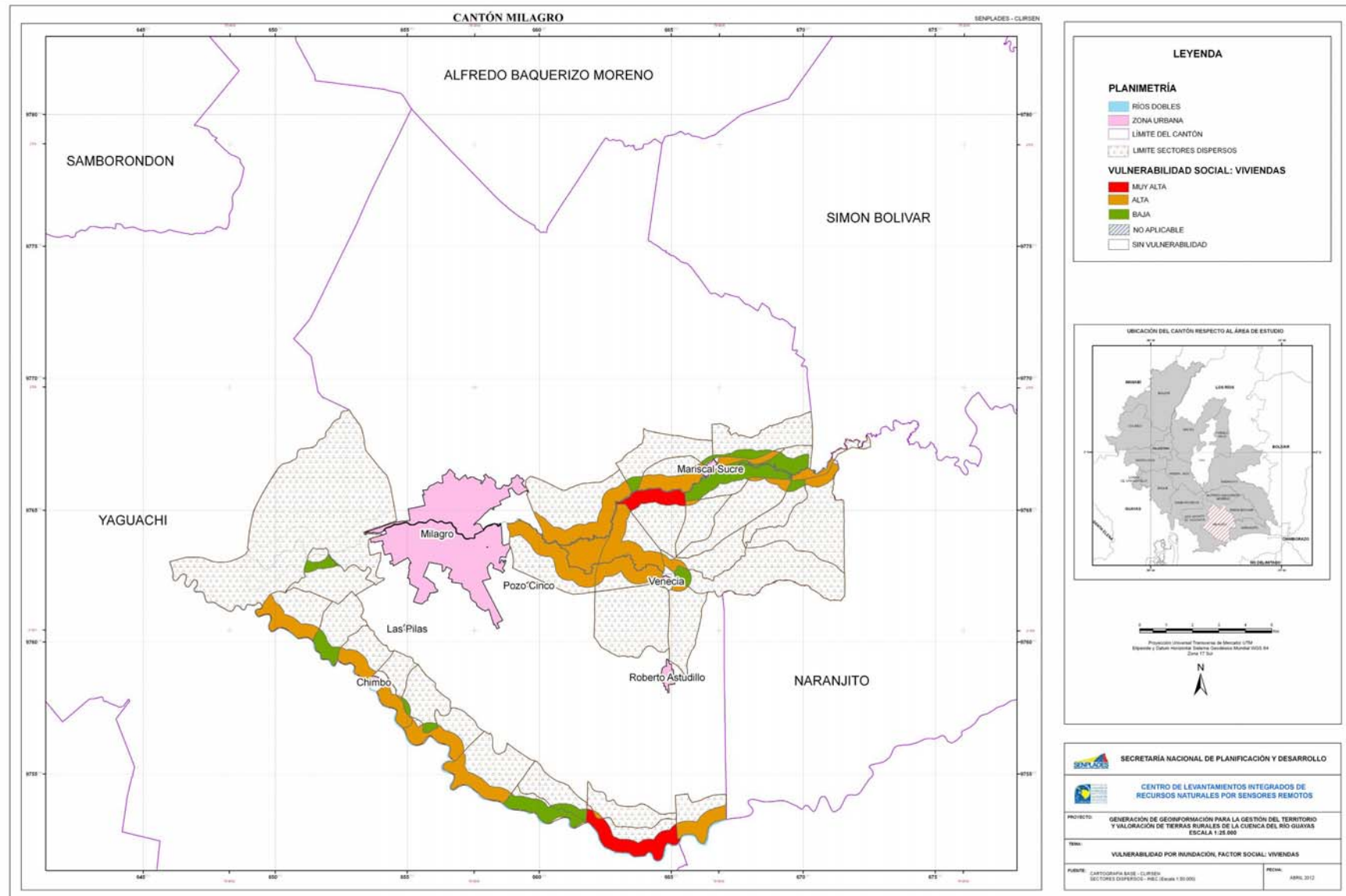
Localización; Los sectores censales identificados con los códigos: 091054999007, 091050999024, 091050999025, 091051999004, 091054999012, 091051999009, 091053999014, 091053999010, 091053999011, distribuidos a lo largo de los Ríos Milagro, Venecia y Chimbo, donde gran parte de las viviendas son de hormigón armado, han sido identificados y cartografiados como de baja vulnerabilidad. Ver Foto 8.



Foto 8. Vivienda de hormigón, vulnerabilidad baja
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; en la foto 8, se observa una vivienda del sector censal 091054999009, donde el total de viviendas es de 40, de las cuales 21 son de hormigón; esta foto fue captada en el sector de Venecia y representa un ejemplo de vivienda de baja vulnerabilidad.

Gráfico 3.1.8. Vulnerabilidad física: viviendas ante inundaciones



3.1.7.2. Factor Social

a. Variable: Densidad Poblacional

a.1. Datos utilizados

Los datos utilizados para analizar la vulnerabilidad social en función de la densidad poblacional, fueron los del INEC, correspondientes al VI Censo de Población y V de Vivienda, año 2001; los datos analizados se encuentran a nivel de sector disperso y se refieren a la población total.

a.2. Procesamiento de la información

Los datos estadísticos en lo que a población total respecta, en el sector rural, están representados por medio del sector censal. Para el procesamiento de la información se hizo el cálculo de la densidad poblacional en relación a los habitantes y la superficie de cada sector disperso en kilómetros cuadrados.

Una vez obtenida la densidad poblacional, se realizó la clasificación de esos valores en cuatro clases según el método de clasificación Natural Breaks (Jenks) en el software ArcGIS 9.2.

El método identifica saltos en la secuencia de valores para crear las clases. Las clases son representadas con gran homogeneidad interna al mismo tiempo con máximas diferencias entre clases.

a.3. Niveles de vulnerabilidad

En este ámbito, se considera a las áreas densamente pobladas como unidades de vulnerabilidad muy alta y conforme la distribución indique, a las clases, se les va asignado cada nivel de vulnerabilidad.

El Gráfico 3.1.9, muestra el grado de vulnerabilidad en densidad de población frente a desbordamientos. Para el cantón, los rangos de vulnerabilidad en los que a densidad poblacional hace referencia, quedaron establecidos de la siguiente manera, Cuadro 3.1.13:

Cuadro 3.1. 13. Grado de Vulnerabilidad

DENSIDAD POBLACIONAL (HAB./Km2.)	VULNERABILIDAD
165 - 270	MUY ALTA
88 - 164	ALTA
50 - 87	MEDIA
9 -49	BAJA

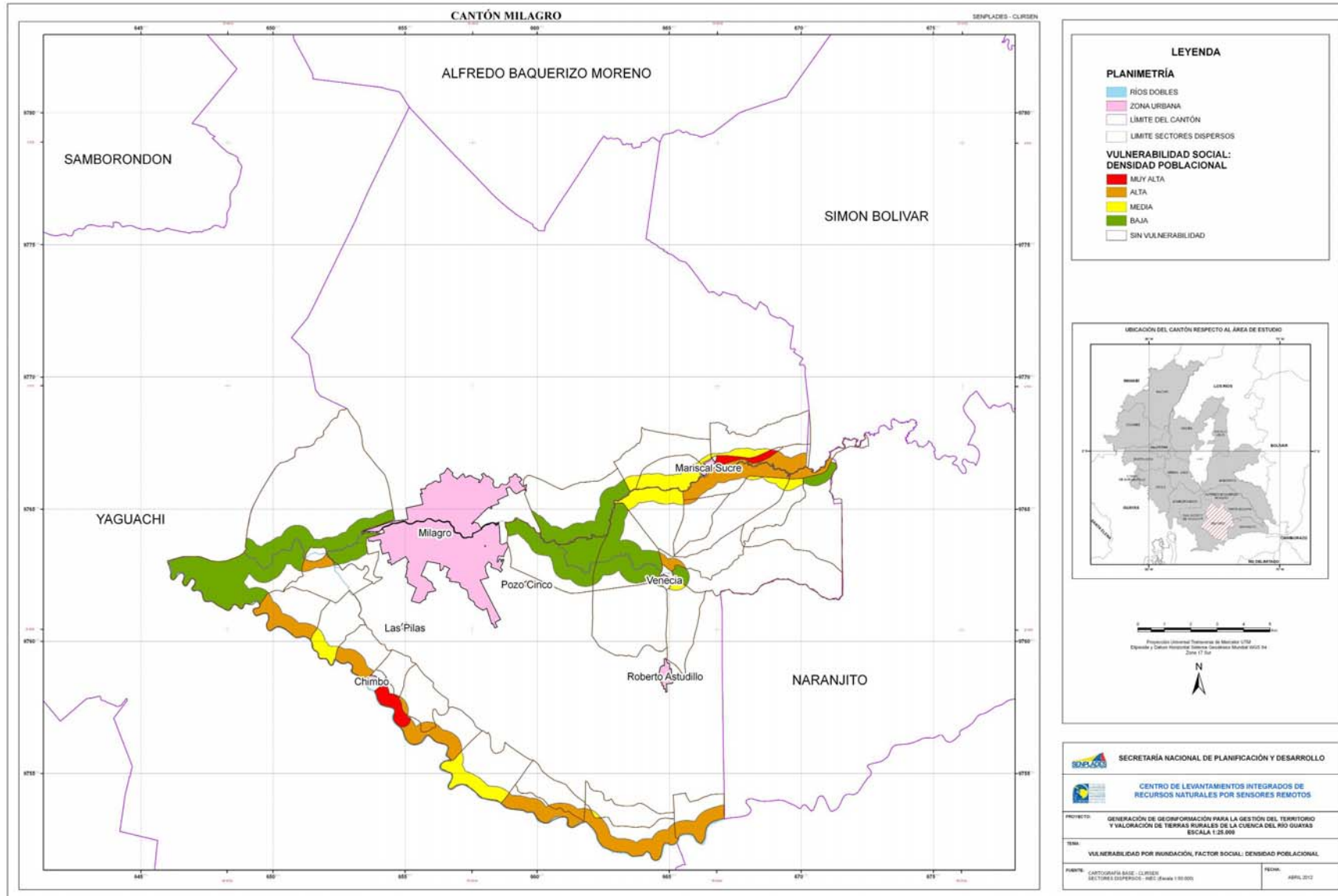
a.4. Descripción de la vulnerabilidad de la densidad poblacional

La cartografía de vulnerabilidad de la densidad poblacional, se elaboró en función de los datos obtenidos para cada sector censal por medio del método de clasificación de Jenks en cuatro clases mas las áreas potencialmente inundables; en este sentido, en el Gráfico 3.1.9, se observan los sectores dispersos representados con los colores correspondientes a los niveles de vulnerabilidad y las áreas que serían afectadas por desbordamientos o anegamientos.

Los sectores identificados con los códigos 091050999033; 091050999031; 091053999012; presentan vulnerabilidad muy alta, con una rango de población de 165 a 270 habitantes por km²; los sectores identificados con los códigos 091050999029, 091054999025, 091050999024, 091050999025, 091050999030, 091054999003, 091051999008, 091054999026, 091054999010, 091051999004, 091054999004, 091054999006, 091051999003, 091053999011, poseen una vulnerabilidad alta con un rango de 88 a 164 habitantes por km²; la vulnerabilidad media se encontró en lo sectores códigos 091054999007, 091050999026, 091054999024, 091054999015, 091054999005, 091053999010, 091054999002, 091051999009, 091053999013, 091053999014, con un rango de habitantes de 50 a 87 por km²; la vulnerabilidad baja se presenta en un rango de 9 a 49 habitantes por km², en los sectores con código 091054999008, 091054999012, 091051999002, 091050999010, 091050999011, 091054999009, 091054999001.

El estudio de la vulnerabilidad social con la variable densidad poblacional se realizó en relación a las posibles áreas susceptibles a inundación.

Gráfico 3.1. 9. Vulnerabilidad social, densidad poblacional frente a inundaciones.



b. Variable: Servicios Básicos

b.1. Datos utilizados

Igual que el caso anterior, los datos utilizados para analizar la vulnerabilidad social en función de los servicios básicos, fueron los del INEC, correspondientes al VI Censo de Población y V de Vivienda, año 2001; los datos analizados se encuentran a nivel de sector disperso y se refieren a: abastecimiento de agua, energía eléctrica, eliminación de aguas servidas, pozos sépticos o ciegos y eliminación de basura.

b.2. Reclasificación de datos

Los datos estadísticos de los servicios básicos que disponen las viviendas en cada uno de los 84 sectores dispersos cartografiados al interior del Cantón Milagro, son reclasificados con el fin de facilitar el tratamiento de los datos y determinar la vulnerabilidad.

En este sentido, las categorías escogidas para el análisis son: abastecimiento de agua, eliminación de aguas servidas y eliminación de basura, considerados como los servicios básicos más deficitarios.

Las características de cada uno de estos servicios básicos, son las que se describen a continuación y servirán más adelante para construir la matriz de calificación.

- Abastecimiento de agua

- Red Pública.- Cuando existe un sistema de captación, tratamiento y conducción del agua hacia la vivienda.
- Pozo.- Cuando se extrae agua subterránea por medio de bomba o con balde.
- Río, vertiente, acequia o canal.- Cuando el agua proviene de una fuente natural o artificial y su abastecimiento es en forma manual o directa desde un río, vertiente, acequia, canal quebrada o manantial.
- Carro repartidor.- Cuando el abastecimiento del agua es por medio de un carro repartidor (público o privado).
- Otro.- Cuando el agua que usa la vivienda es almacenado o recogida directamente de la lluvia a través de los canales del techo de la vivienda en tanques o canecas.

- Eliminación de aguas negras o servidas

- Red Pública de alcantarillado.- Si la eliminación de las aguas negras o servidas es a través de un sumidero subterráneo público.
- Pozo ciego.- Si las aguas negras o servidas se eliminan en una excavación.

- Pozo séptico.- Si las aguas negras o servidas se acumulan en un tanque donde se asientan los sólidos y los líquidos se filtran en el terreno.
- Otro.- Si la vivienda tiene infraestructura de eliminación de aguas negras o servidas a una quebrada, río o acequia, que no están conectadas a red pública, pozo ciego o pozo séptico.

- Eliminación de basura

- Por carro recolector
- En terreno baldío o quebrada
- Por incineración o entierro
- Otro

b.3. Matriz de calificación

La matriz que se presenta en el Cuadro 3.1.14, fue construida con el objeto de conocer y determinar los niveles de vulnerabilidad de los servicios básicos que disponen las viviendas, ante inundaciones; en el eje de las Y, se presentan las categorías, con su respectiva ponderación, mientras que en el eje de las X, se anotan los indicadores con sus pesos. Esta matriz fue construida bajo el siguiente análisis.

Las categorías corresponden a: abastecimiento de agua, eliminación de aguas servidas y eliminación de basura.

Con respecto a la ponderación, el equipo de trabajo asignó un peso que fue escogido desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10, esto en función de la respuesta o incidencia de las categorías ante la ocurrencia de inundaciones (Cuadro 3.1.14).

En lo que tiene que ver con los indicadores y sus pesos (eje de las X), se han escogido cuatro clases en función de la incidencia de las inundaciones sobre las categorías. Los indicadores son: muy alta (4), alta (3), media (2) y baja (1). Ver Cuadro 3.1.14.

Cuadro 3.1. 14. Matriz de calificación

CATEGORÍAS, PONDERACIÓN		ABASTECIMIENTO DE AGUA	ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	BASURA	SUMATORIA
		INDICADORES, PESOS	9	8	4
MUY ALTA	4	RÍO, OTRO	POZO CIEGO, OTRO	OTRO	
ALTA	3	POZO	POZO SÉPTICO	INCINERACIÓN	
MEDIA	2	CARRO REPARTIDOR	POZO SÉPTICO	TERRENO BALDÍO	
BAJA	1	RED PÚBLICA	RED PÚBLICA	RED PÚBLICA	21

b.4. Niveles de vulnerabilidad

Construida la matriz de calificación con la respectiva sumatoria que resulta al multiplicar los pesos de los indicadores con la ponderación de la categoría, se definen los niveles de vulnerabilidad, en función de los rangos que se indican en el Cuadro 3.1.15, con el antecedente de que se va a trabajar con cuatro niveles de vulnerabilidad: muy alta, alta, media y baja.

Cuadro 3.1. 15. Niveles de vulnerabilidad

RANGO	VULNERABILIDAD
68,26 - 84	Muy Alta
52,51 - 68,25	Alta
36,76 - 52,50	Media
21 - 36,75	Baja

b.5. Cartografía de vulnerabilidad de los servicios básicos frente a inundaciones

La cartografía de vulnerabilidad de los servicios básicos, se elaboró en función de los datos obtenidos para cada sector censal y que ha futuro podría ser afectado por una eventual inundación; en este sentido, en el Gráfico 3.1.10, se observan los sectores dispersos representados con los colores correspondientes a los niveles de vulnerabilidad y las áreas que potencialmente serían afectadas por desbordamientos o anegamientos.

La unidad identificada como "sin vulnerabilidad", corresponde a terrenos cubiertos con caña de azúcar del Ingenio Valdez.

b.6. Descripción de la vulnerabilidad

- Vulnerabilidad muy alta

Descripción; Este nivel de vulnerabilidad está relacionado con las viviendas que en su mayor parte no disponen de servicios básicos; se abastecen del agua de los ríos o canales de riego, la eliminación de aguas servidas es por medio de pozos ciegos o directamente a los terrenos y la basura la queman o también botan fuera de las viviendas.

Localización; Los sectores censales identificados con los códigos: 091050999029, 091054999007, 091050999033, 091054999008, 091054999025, 091050999024, 091050999025, 091050999030, 091050999026, 091051999008, 091054999005, 091053999010, 091053999012, 091054999010, 091050999010, 091054999009, 091054999004, 091054999001, 091053999013, 091054999006, 091051999003, 091053999014, 091053999011, localizados entre Milagro, Mariscal Sucre y Venecia y, a lo largo del Río Chimbo, donde la mayor parte de las viviendas no disponen de servicios básicos, han sido identificados y cartografiados como de muy alta vulnerabilidad.

- Vulnerabilidad alta

Descripción; Corresponde a las viviendas que en gran parte disponen de un pozo para el abastecimiento de agua; para la eliminación de aguas servidas utilizan pozos sépticos y la basura la incineran.

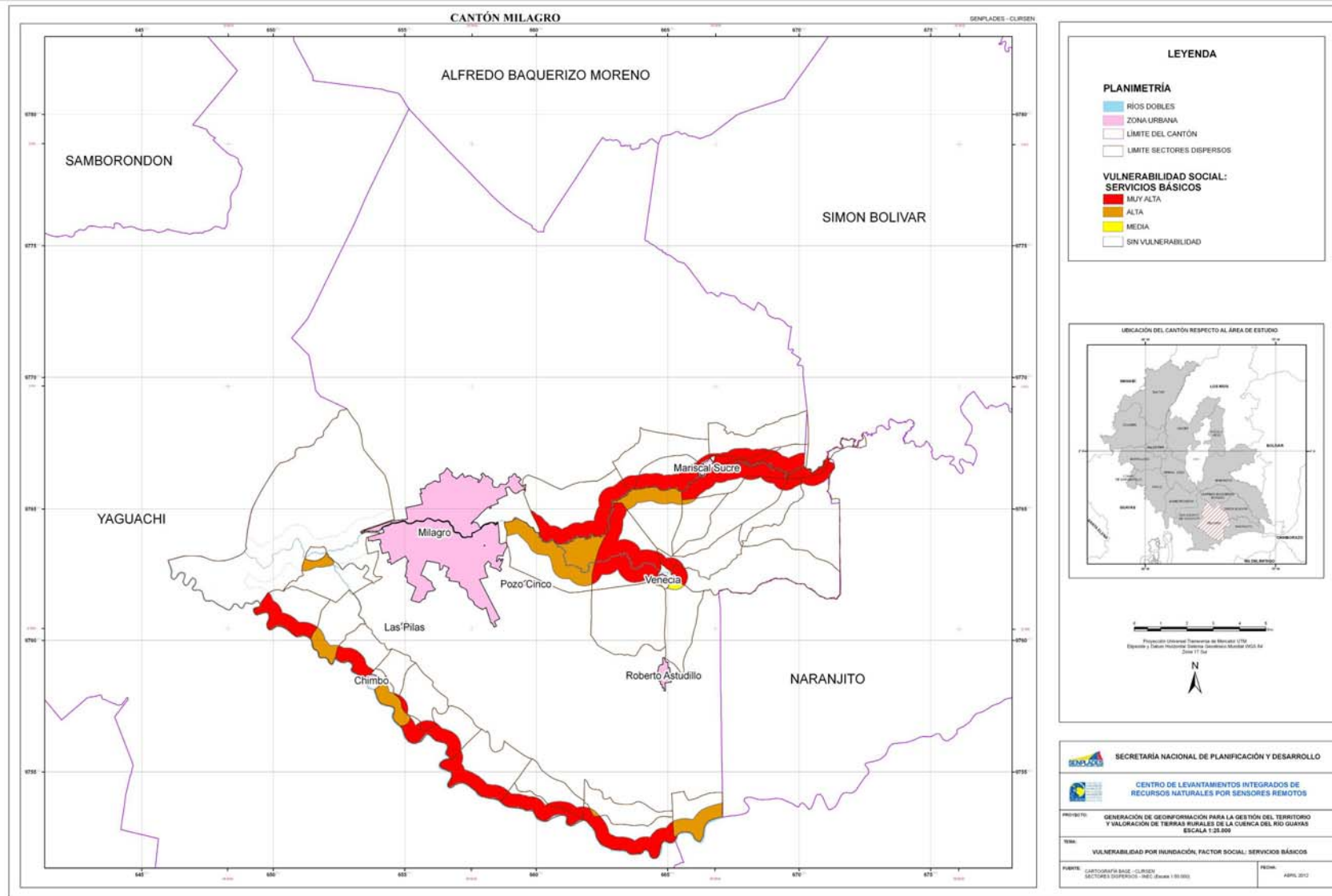
Localización; Los sectores censales identificados con los códigos: 091054999024, 091050999031, 091054999012, 091054999003, 091054999026, 091054999002, 091051999004, 091050999011, 091051999009, localizados entre Mariscal Sucre y Venecia y, en forma dispersa a lo largo del Río Chimbo, donde la mayor parte de las viviendas no disponen de servicios básicos, han sido identificados y cartografiados como de alta vulnerabilidad.

- Vulnerabilidad media

Descripción; En este caso, la vulnerabilidad está relacionada con las viviendas que en su mayor parte el abastecimiento de agua se realiza utilizando un tanquero repartidor; para la eliminación de las aguas servidas utilizan pozo séptico; y la basura la botan en terrenos baldíos.

Localización; El único sector censal que presenta este nivel de vulnerabilidad es el identificado con el código: 091054999015, ubicado al Sur de la población de Venecia.

Gráfico 3.1. 10. Vulnerabilidad social: servicios básicos frente a inundaciones



3.1.7.3. Factor Económico

a. Variable: Actividades Agropecuarias

La principal actividad económica del cantón se encuentra ligada a la agricultura: según el III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO⁵, el cantón cuenta con 38.325 ha (383,25 km²) de superficie con uso agropecuario de donde el 70.58% representa los monocultivos siendo los principales productos la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cacao (*Theobroma cacao*) y banano (*Musa sp.*). Para el año 2009, la superficie con uso agropecuario corresponde a 38.501,32 ha (385,01 km²)⁶, manteniendo la predominancia de los monocultivos identificados por el Censo, incrementándose la superficie para el cultivo de plátano (*Musa sp.*).

Las características generales, y edáficas que permiten el desarrollo de las actividades agropecuarias se describe a continuación:

En general, los suelos del cantón corresponden al orden de los Inceptisols, que cubren 27.774,46 ha (68,92% de la superficie total), de esta 18.360,34 ha, presentan limitantes de clima, profundidad efectiva, textura, mal drenaje, lo que dificulta en cierta parte el desarrollo de las actividades agropecuarias; en resumen: pH y fertilidad variables, dependientes de la zona, sobre los cuales evolucionan el suelo, materia orgánica variable, textura superficial que va de franco, franco arenosa, franco arcillosa, arcillosa, franco-arcillo-limoso y franco-arcillo-arenoso, con pendientes no mayores al 5%.

La presencia del Ingenio Valdez (Foto 9), dinamiza la economía del cantón, promueve el cultivo de caña de azúcar con fines industriales, de donde se obtiene como principales productos azúcar refinado, azúcar morena y los subproductos del proceso son materia prima de otras industrias (melaza para formulación de balanceados para animales).

⁵ INEC-MAG-SICA, III Censo Nacional Agropecuario. Tablas dinámicas, resultados cantonales, año 2002.

⁶ CLIRSEN, Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra Cantón Milagro, año 2009.



Foto 9. Ingenio Valdez, Milagro - Ecuador
Fuente: CLIRSEN 2010

Las producciones de banano (Foto 10) y plátano con fines de exportación, aplican un paquete tecnológico semi-tecnificado para pequeños y medianos productores y un tecnificado para grandes productores, el producto comercializable es fruta fresca al mismo que se le aplican rigurosos controles fitosanitarios y donde las características agronómicas de la fruta la orientan hacia un mercado específico.



Foto 10. Empacadora de banano
Fuente: CLIRSEN 2010

Otro cultivo que presenta relevancia económica es el cacao (Foto 11), se encuentran plantaciones en monocultivo (con sombra) y asociado (Arboricultura tropical), la superficie al año 2000 cubría 9.246 ha⁷, para el

7 MAG/SICA INEC, Resultados Provinciales del III Censo Nacional Agropecuario, año 2000.

año 2009 se incrementan alrededor de 200 ha⁸, el producto obtenido se lo destina a la industria.



Foto 11. Cultivo de cacao
Fuente: CLIRSEN 2010

El desarrollo de las actividades agroproductivas industriales y de exportación se complementa con la inversión en pozos, bombas de succión y sistemas de riego; dentro del Ingenio Valdez existen diversos pozos de los cuales se obtiene parte del agua de regadío necesaria para el desarrollo del cultivo sobre todo en los meses que se presenta déficit hídrico. Ver Foto 12.



Foto 12. Pozo de agua para el riego de caña de azúcar, Ingenio Valdez
Fuente: CLIRSEN 2010

En este cantón, los cultivos de ciclo corto, como maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), soya (*Glycine max*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) entre otros, parte de los cultivos semipermanentes,

⁸ CLIRSEN, Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra Cantón Milagro, año 2009.

ejemplo piña (*Ananas comosus*), y la arboricultura tropical se encuentran ligados a los pequeños productores, donde se puede encontrar baja inversión, paquete tecnológico de bajo a inexistente y esto se refleja en bajas producciones que limitan el desarrollo de este tipo de productores.

a.1. Datos utilizados

La información y cartografía del uso de las tierras, parcelas y riego y, sistemas de producción, escala 1:25.000, generados en el marco del Proyecto "Generación de Geoinformación para la Valoración de Tierras Rurales de la Cuenca del Río Guayas, escala 1:25000", fueron los principales insumos para el análisis de la vulnerabilidad económica ante inundaciones.

a.2. Matriz de calificación

La matriz que se presenta en el Cuadro 3.1.16, fue construida con el propósito de conocer y determinar los niveles de vulnerabilidad de las actividades productivas, frente a inundaciones; en el eje de las Y, se presentan las categorías, con su respectiva ponderación, mientras que en el eje de las X, se anotan los indicadores con sus pesos. Esta matriz fue construida bajo el siguiente análisis. Las categorías corresponden a: sistemas de producción y actividad económica, con el detalle que se indica a continuación.

- Sistemas de Producción

Dentro de esta categoría se utilizaron los cuatro sistemas de producción establecidos dentro de la metodología, a saber: Empresarial, Combinado, Mercantil, Marginal, que contempla los medios de producción como semilla, mano de obra, maquinaria, riego, acceso y tenencia de la tierra, destino de la producción entre otros.

- Actividad Económica

Esta variable esta relacionada con producciones y rendimientos, estructura agraria y comercialización de la producción (exportación, comercio regional, local y autoconsumo).

Con respecto a la ponderación, el equipo de trabajo asignó un peso que fue escogido desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10, en función de la respuesta o incidencia de las categorías ante la ocurrencia de inundaciones.

En lo que tiene que ver con los indicadores y sus pesos (eje de las X), se han escogido cuatro clases en función de la incidencia de las inundaciones sobre las categorías. Los indicadores son: muy alta (4), alta (3), media (2) y baja (1). Ver Cuadro 3.1.16.

Cuadro 3.1. 16. Matriz de calificación

Indicador Pesos	Categorías	Sistemas de Producción	Actividad Económica	Sumatoria para definir rangos y niveles de vulnerabilidad
	Ponderación	10	5	
MUY ALTO	4	Marginal , sistema desligado del crecimiento económico, baja rentabilidad, los ingresos familiares derivan de la venta de su fuerza de trabajo.	Bajos rendimientos, parcelas pequeñas, producciones destinadas al autoconsumo y excedentes al comercio local	60
ALTO	3	Mercantil , sistema articulado con el mercado, pero no logra capitalizar la UPA, ligado a la familia campesina.	Bajos rendimientos, parcelas pequeñas a medianas, producciones destinadas al comercio local	45
MEDIO	2	Combinado , sistema que se basa en el comercio de sus productos, cuenta con una fuerza laboral asalariada e invierte en tecnología.	Comercio Regional	30
BAJO	1	Empresarial , producciones vinculadas a la agroindustria o a la agroexportación, alta inversión en tecnologías.	Comercio regional y de Exportación	15

a.3. Niveles de vulnerabilidad

Construida la matriz de calificación con la respectiva sumatoria que resulta al multiplicar los pesos de los indicadores con la ponderación de la categoría, se definen los niveles de vulnerabilidad, en función de los rangos que se indican en el Cuadro 3.1.17.

Cuadro 3.1. 17. Niveles de vulnerabilidad

RANGO	VULNERABILIDAD
48,78 – 60	Muy Alta
37,52 – 48,77	Alta
26,26 – 37,51	Media
15 – 26,25	Baja

a.4. Cartografía de vulnerabilidad de las actividades agroproductivas frente a inundaciones

Esta cartografía se elaboró en función de las unidades de uso de la tierra y sistemas de producción generados para el Cantón Milagro; en ésta se representan las áreas agrícolas que podrían ser afectadas por una eventual inundación; en el Gráfico 3.1.11, se observan las unidades representadas con los colores correspondientes a los niveles de vulnerabilidad y las áreas que potencialmente serían afectadas por desbordamientos o anegamientos.

a.5. Descripción de los niveles de vulnerabilidad

El 95,54% (38.501,32 ha), aproximadamente de la superficie total del cantón corresponde a actividades de producción agropecuarias, de estas 24.177,56 ha se dedican a producciones con fines industriales y de exportación (caña de azúcar, banano, otros), el nivel de inversión que representa el establecimiento y manejo de estos cultivos los hace menos vulnerables a efectos de inundaciones, se toman las medidas preventivas necesarias a fin de eliminar o mitigar estos efectos, se planifica diseña y construye la infraestructura que proteja la inversión, tal es el caso de los canales de drenaje.

La superficie aproximada que presenta vulnerabilidad con respecto a inundaciones es de 3.711 ha (Cuadro 3.1.18), se presentan dos fenómenos respecto a las inundaciones, la primera por desbordamiento de los ríos Milagro, Chimbo y Venecia es de 3.658 ha que representa el 9% aproximado de la superficie total del cantón; la segunda es por anegamiento, la superficie aproximada cubierta por este efecto es de 268 ha

Cuadro 3.1. 18. Grados de vulnerabilidad, coberturas afectadas debido a inundaciones

INUNDACIONES		
Vulnerabilidad	Cobertura	Superficie Aprox. (ha)
ALTA	Maíz	651,03
	Arroz	
MEDIA	Cacao	473,20
	Banano	
	Pasto Cultivado	
BAJA	Banano	3.272,62
	Caña de azúcar	
	Pasto Cultivado	
	Cacao	
	Plátano	
NO APLICABLE		715,02
SIN VULNERABILIDAD		35.186,5
TOTAL		40.298,38

- Vulnerabilidad Alta

Descripción; Todas las unidades temáticas que se ubican en el rango de 38 a 48 puntos, se consideran con una vulnerabilidad alta, son las unidades que se relacionan al sistema productivo mercantil (existe inversión en tecnología pero aun es muy escasa, se mejoran parte de los medios de producción), su actividad económica la realizan en pequeñas a medianas parcelas, las producciones y rendimientos siguen siendo bajos pero estas se destinan al comercio local y autoconsumo, la vulnerabilidad alta, está relacionada con los pequeños y medianos productores, con cultivos de ciclo corto, pero se caracterizan por un bajo nivel de inversión para el desarrollo de sus actividades agroproductivas, la superficie aproximada con este grado de vulnerabilidad corresponde a 651,03 ha, donde el nivel de resiliencia es menor.

Localización; Las zonas que presentan vulnerabilidad, son las asociadas a los pequeños productores que poseen sus propiedades y realizan sus labores junto a las orillas de los ríos Milagro, Chimbo y Venecia, además de las zonas cercanas a la confluencia de los Ríos Milagro y Chimbo, en el extremo Noroccidental del cantón.

- Vulnerabilidad Media

Descripción; Todas las unidades temáticas que se ubican en el rango de 26 a 37, son considerados con una vulnerabilidad media, son las unidades relacionadas al sistema productivo combinado (se emplea un paquete tecnológico de semitecnificado a tecnificado, es decir el nivel de inversión es más alto); desarrollan su actividad económica en medianas y grandes parcelas, sus producciones y rendimientos son altos, pero sus productos se orientan al comercio regional, la vulnerabilidad alta, está relacionada con los medianos productores, con cultivos de semipermanentes a permanentes, pero se caracterizan por poseer un mayor nivel de inversión

que los productores marginales, optimizan el uso de los medios de producción, los rendimientos no llegan a ser los más óptimos, pero sus productos tienen como destino los mercados regionales, la superficie aproximada con este grado de vulnerabilidad corresponde a 473,20 ha, donde el nivel de resiliencia se mejora debido a las condiciones económicas que presentan los productores.

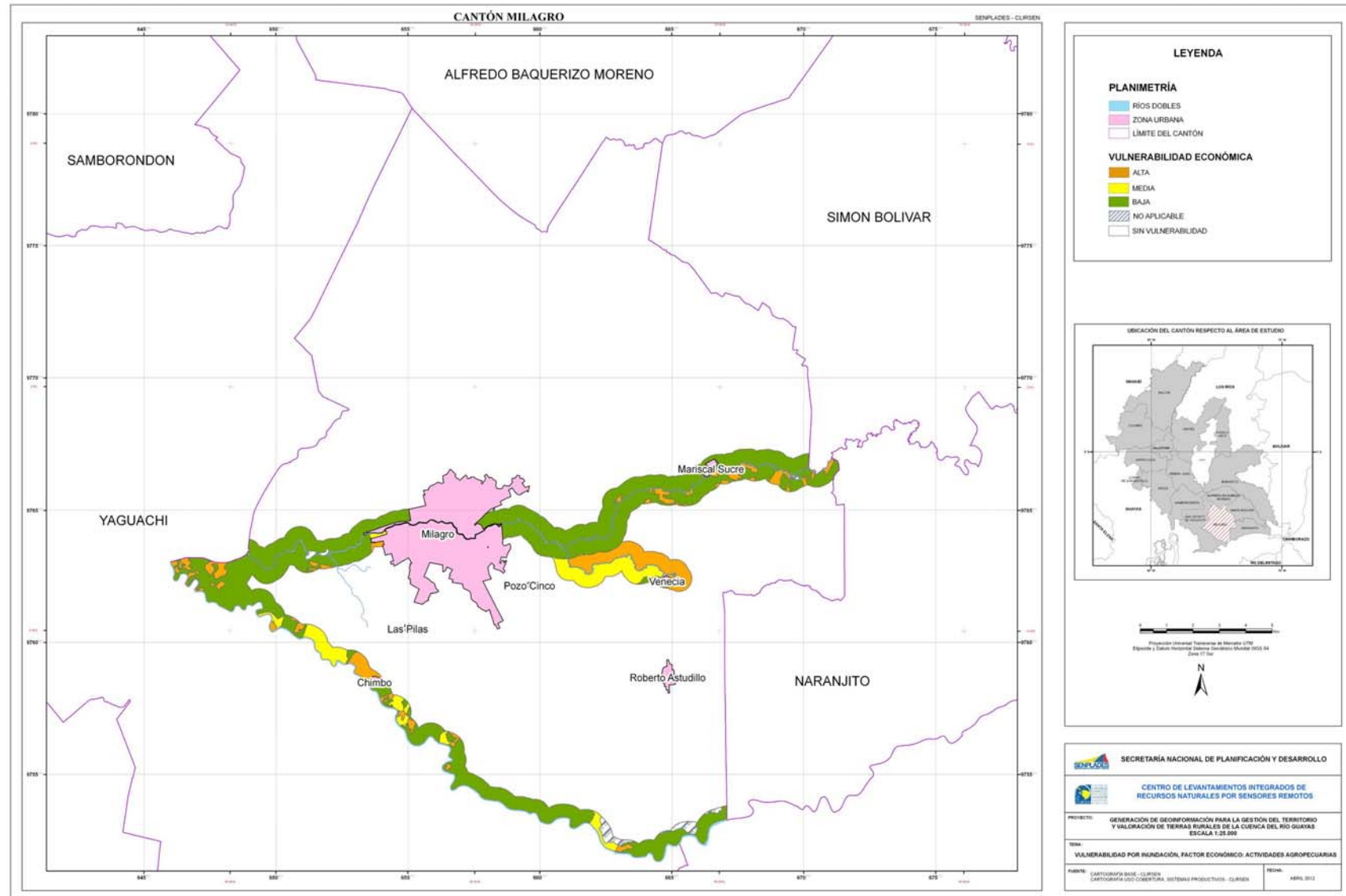
Localización; Las zonas que presentan vulnerabilidad, son las asociadas a los medianos productores que poseen sus propiedades y realizan sus labores junto a las orillas de los ríos Milagro, Chimbo y Venecia.

- Vulnerabilidad Baja

Descripción; Todas las unidades temáticas que se ubican en el rango de 15 a 25, son consideradas con una vulnerabilidad baja, son las unidades que se relacionan al sistema productivo empresarial (se utiliza un paquete tecnológico, con altos niveles de inversión); su actividad económica la realizan en grandes parcelas, sus producciones y rendimientos son altos y sus productos se destinan a la exportación, baja vulnerabilidad le corresponde a los cultivos industriales y de exportación, cubren una superficie aproximada de 3.272,62 ha, donde el nivel de inversión es elevado y de presentarse este fenómeno existe infraestructura de mitigación o el nivel de endeudamiento hace que el nivel de resiliencia sea mayor.

Localización; Las zonas que presentan vulnerabilidad, son las asociadas a los grandes productores que poseen sus propiedades, o parte de ellas se ubican y realizan sus labores junto a las orillas de los ríos Milagro, Chimbo y Venecia.

Gráfico 3.1. 11. Vulnerabilidad económica; actividad agroproductiva



3.1.8. Análisis del riesgo por inundación

En el cantón Milagro la historia de los desastres está mayormente ligada con las inundaciones, principalmente por los desbordamientos de los ríos Milagro, Venecia y Chimbo. En este sentido, la ciudad de Milagro, ha sido afectada por inundaciones y, justamente cuando se escribía esta memoria (15 de febrero de 2012), la prensa señalaba que los barrios periféricos de la ciudad, entre ellos: La Margarita, Unidad Norte, Bellavista, Nueva Unidad y San José, se encontraban inundados; asimismo, indicaba que...“La creciente de los ríos Chimbo y Milagro, así como el estero Los Monos, afectaron a los pobladores milagreros”

Si bien las áreas más susceptibles a inundación se encuentran en la parte central del cantón y al Sur del mismo, de forma general, se puede decir que se evidencia una alta vulnerabilidad frente a inundaciones, es por esto que, se debe contar con instrumentos y herramientas, como en este caso, información del análisis del riesgo para que ayuden a reducir los riesgos existentes y evitar la creación de nuevos riesgos, con esta visión, los tomadores de decisión trabajarán en una gestión correctiva o en su defecto una gestión prospectiva.

Lo importante a futuro, como lo menciona Christina Bollin (2008), un instrumento clave para lograr la reducción sostenida del riesgo existente y futuro es un ordenamiento territorial con enfoque de gestión del riesgo de desastres.

Antes de describir el riesgo por inundación debemos estar conscientes de que el riesgo existe porque se presenta una interacción y relación de una amenaza y factores de vulnerabilidad; que es una condición latente y representa un potencial de daño en el futuro; que el riesgo es siempre una construcción social, resultado de dinámicas económicas, poblacionales, demográficas y, en general de determinados modelos de desarrollo; y, por último, en el caso de las inundaciones, la dinámica fluvial en los principales ríos está sujeta a los cambios que se produzcan en el sistema hidrográfico y a las lluvias extraordinarias, especialmente cuando viene el fenómeno de El Niño (Christina Bollin, 2008)

Bajo este escenario, el producto que presentamos a las autoridades del Gobierno Municipal del cantón Milagro, debe ser utilizado como un insumo más, dentro de la construcción del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Siempre estamos hablando de cambios, dinámica, es por esto que la información del análisis del riesgo de este cantón, deberá ser actualizada con cierta regularidad; este proceso se facilitará debido a que toda la información en formato digital será entregada a las autoridades, como se ha venido haciendo hasta la fecha.

Una vez identificada la amenaza por inundación que potencialmente podría afectar a una parte del cantón Milagro y de otra parte efectuado el estudio de la vulnerabilidad de los factores físico, social y económico, se procede a realizar un análisis integrado para determinar el riesgo por inundación, con el fin de estimar la probabilidad de pérdidas y daños en los factores de vulnerabilidad antes indicados.

Como se expone en la Guía Metodológica para el análisis del riesgo, el criterio utilizado para estimar el riesgo, es el descriptivo, que consiste en la construcción de una matriz de doble entrada: Amenaza – Vulnerabilidad, como la que se presenta en el Cuadro 3.1.19.

Una variable muy importante que debe incorporarse a la evaluación del riesgo, es la relacionada con la “Capacidad de Respuesta”, que según la ONU-EIRD, 2004, es una combinación de todas las fuerzas y los recursos disponibles dentro de una comunidad o en nuestro caso al interior de un territorio cantonal, que pueden reducir el nivel de riesgo o el efecto de un desastre.

Cuadro 3.1. 19. Matriz Amenaza - Vulnerabilidad

		VULNERABILIDAD			
		BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
AMENAZA	BAJA	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
	MEDIA	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
	ALTA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
	MUY ALTA	RIESGO ALTO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO	RIESGO MUY ALTO

Elaborado: Equipo Técnico Vulnerabilidad y Riesgos

A continuación se presenta la estimación del riesgo por inundación debido al desbordamiento de los ríos Milagro, Chimbo y Venecia y, de las áreas de anegamiento.

3.1.8.1. Vías de Comunicación

El cuadro 3.1.20 y el gráfico 3.1.12., representa el riesgo por inundación que presentan las vías de comunicación.

Cuadro 3.1. 20. Riesgo de las vías de comunicación frente a inundaciones

Riesgo	Tipo de Vía	km Aprox.
MUY ALTO	Camino de Herradura	122,99
	Camino de Verano	
	Sendero	
ALTO	Camino lastrado de una vía	20,76
SIN RIESGO		850,17
	TOTAL	993,92

a. Descripción del Riesgo

Riesgo: Muy alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Muy alta y Alta

Descripción; Las vías consideradas de muy alto riesgo son los caminos de herradura, caminos de verano y senderos, muy utilizados por la población del medio rural y forman parte del sistema de movilidad, en este caso para sacar productos agrícolas, principalmente. El riesgo está relacionado con potenciales desbordamientos de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia, específicamente con su dinámica fluvial, que cartográficamente se ha representado con un corredor de 500 metros a uno y otro lado de estos ejes fluviales. De ocurrir un desbordamiento, existiría el riesgo de que dadas las características de los caminos (son de tierra), se destruyan e impidan el flujo de bienes y servicios, aunque en pequeña escala, pero, de todas formas impactaría en el desarrollo local. La longitud de las vías consideradas con un muy alto, es de 122,99 Km, aproximadamente.

Riesgo: Alto

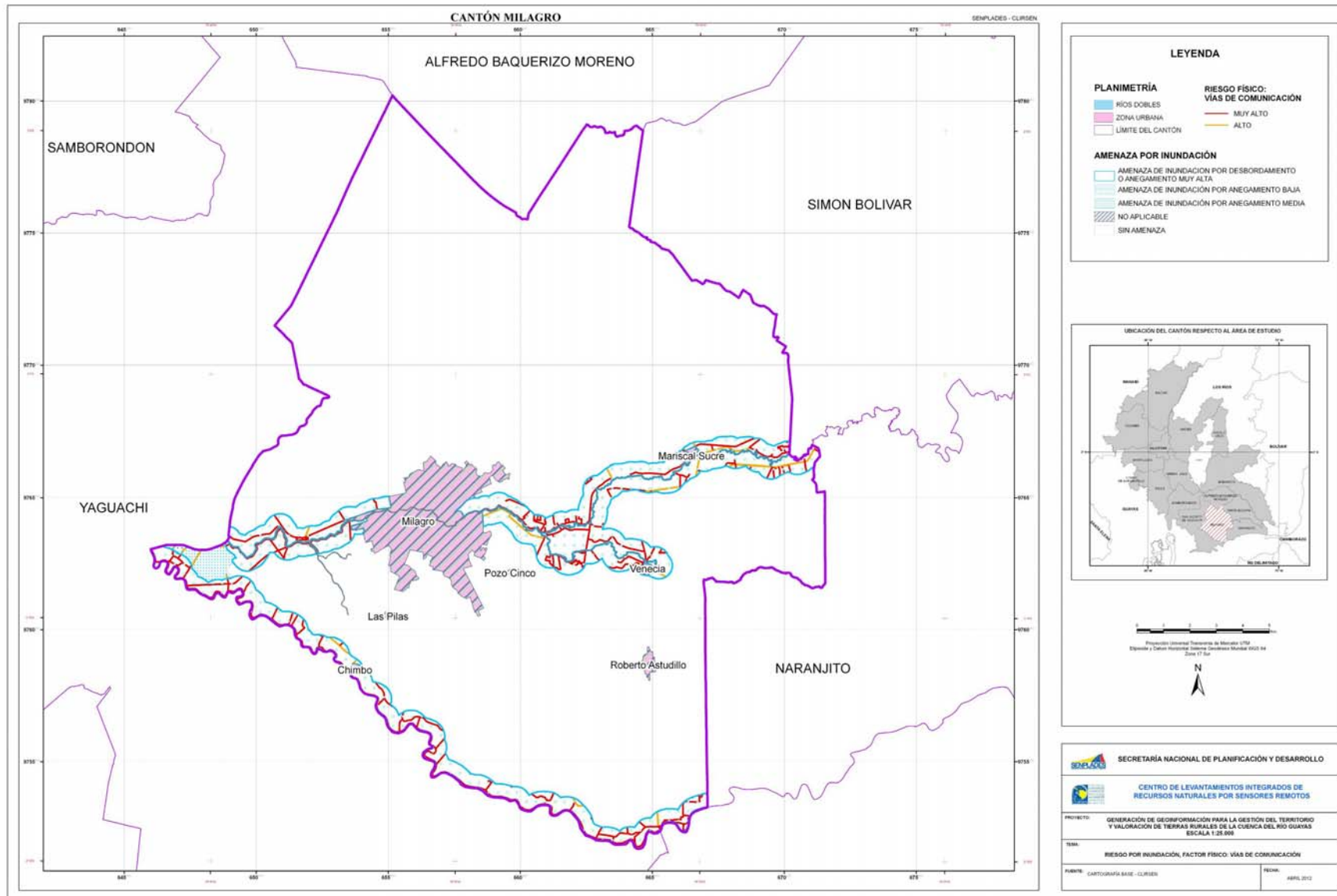
Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta
Inundación por anegamiento media
Inundación por anegamiento baja

Vulnerabilidad: Muy alta, Media y Baja

Descripción; Las vías catalogadas con alto riesgo son los caminos lastrados de una sola vía, que como el caso anterior son muy utilizados por la población del medio rural y forman parte del sistema de movilidad, en este caso, conectando recintos y generalmente utilizados para sacar productos agrícolas, principalmente. El riesgo está relacionado con potenciales desbordamientos de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia, que cartográficamente se ha representado con un corredor de 500 metros a uno y otro lado de estos ejes fluviales. De ocurrir un desbordamiento, existiría el riesgo de que dadas las características de estos caminos lastrados, se destruyan e impidan el flujo de bienes y servicios, afectando al desarrollo local. La longitud de las vías consideradas con un muy alto, es de 20,76 Km, aproximadamente

En el Mapa 3, que se incluye en el Anexo 2 (Cartografía Temática), se presentan las vías de comunicación con un riesgo muy alto y alto frente a la ocurrencia de inundaciones por desbordamiento.

Gráfico 3.1. 12. Riesgo de las vías de comunicación frente a inundaciones



3.1.8.2. Viviendas

En este caso, en el Cuadro 3.1.21 y el Gráfico 3.1.13., representa el riesgo por inundación que presentan las viviendas, siempre referidas a los sectores dispersos (INEC, 2001).

Cuadro 3.1. 21. Nivel de riesgo (Viviendas) y los correspondientes sectores dispersos

Riesgo	Código Sector Disperso
MUY ALTO	091050999010
	091050999011
	091050999026
	091050999030
	091050999031
	091050999033
	091051999003
	091051999008
	091053999012
	091053999013
	091054999001
	091054999002
	091054999003
	091054999005
	091054999006
	091054999008
	091054999010
	091054999015
	091054999024
	091054999025
091054999026	
ALTO	091050999024
	091050999025
	091050999029
	091051999004
	091051999009
	091053999010
	091053999011
	091053999014
	091054999004
	091054999007
	091054999009
	091054999012

a. Descripción del Riesgo

Riesgo: Muy alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Muy Alta y Alta

Descripción: Las viviendas que en función de su estructura se han considerado como de muy alto riesgo, se encuentran al interior de 21 sectores dispersos, que de una u otra forma se encontrarían afectados con la ocurrencia de desbordamientos de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia, que cartográficamente se ha representado con un corredor de 500 metros a uno y otro lado de estos ejes fluviales. Las viviendas con esta categoría de riesgo son de caña guadúa y techos de zinc madera y techos generalmente de zinc; las paredes pueden ser de madera, caña o caña revestida y los pisos de caña, tierra u otros materiales. Es importante anotar que la orientación del estudio, no fue el de conocer los daños que se producirían en las viviendas, sino, más bien a conocer la afectación por las inundaciones.

Riesgo: Alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

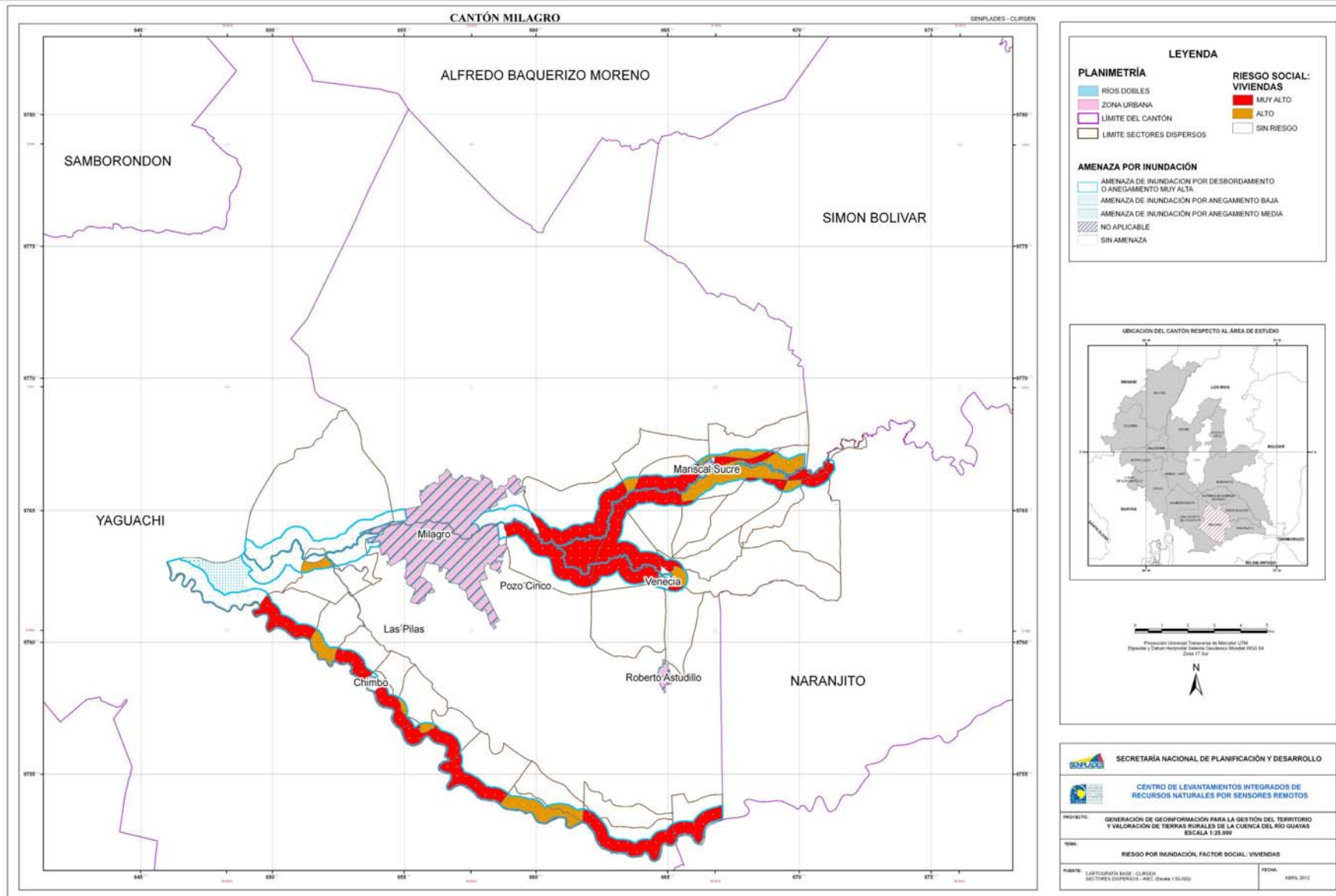
Vulnerabilidad: Baja

Descripción: Las viviendas consideradas de alto riesgo se hallan al interior de 12 sectores dispersos, dispuestos a lo largo de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia, que históricamente y en los tiempos actuales, se han desbordado. Las viviendas con esta categoría de riesgo presentan una estructura de hormigón armado/hierro, techo de losa, asbesto o zinc, paredes de ladrillo o bloque, pisos entablados o baldosa.

Como el caso anterior, es importante recalcar que la orientación del estudio, no fue el de conocer los daños que se producirían en las viviendas, sino, más bien a conocer la afectación por las inundaciones.

En el Gráfico 3.1.13, se visualizan los sectores dispersos, cuyas viviendas presentan un riesgo muy alto y alto frente a la ocurrencia de inundaciones por desbordamiento.

Gráfico 3.1. 13. Riesgo de las viviendas frente a inundaciones



3.1.8.3. Densidad Poblacional

El Cuadro 3.1.22 y el Gráfico 3.1.14., indica el riesgo por inundación a que está expuesta la población a través de la densidad poblacional a nivel de sector disperso.

Cuadro 3.1. 22. Nivel de riesgo (Densidad Poblacional) y los correspondientes sectores dispersos

Riesgo	Código Sector Disperso
ALTO	091050999010
	091050999011
	091050999026
	091051999009
	091053999010
	091053999013
	091053999014
	091054999001
	091054999002
	091054999005
	091054999007
	091054999009
	091054999015
	091054999024
	091051999002
MUY ALTO	091050999024
	091050999025
	091050999029
	091050999030
	091050999031
	091050999033
	091051999003
	091051999004
	091051999008
	091053999011
	091053999012
	091054999003
	091054999004
	091054999006
	091054999008
091054999010	
091054999012	
091054999025	
091054999026	
BAJO	091051999002

Riesgo: Muy alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Muy Alta, Alta y Baja

Descripción: Los 21 sectores dispersos con densidades poblacionales de 167-270, 88-164, 9-49 hab/Km² (correspondientes a la vulnerabilidad), han sido considerados de muy alto riesgo, estos, podrían ser afectados con la ocurrencia de desbordamientos de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia, representados con corredor de 500 metros a uno y otro lado de estos ejes fluviales. Espacialmente se ubican al este de la población Mariscal Sucre, entorno a los asentamientos Vuelta del Piano y América Pérez (río Milagro); otros se ubican entre Chimbo de Venecia y Barcelona, entre Villa Flor, Villa Carmen y Panegón y, en los sectores de Rayito de Luz y Rancho del Sol (río Chimbo).

Riesgo: Alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Media y Baja

Descripción: Los sectores dispersos con densidades poblacionales de 50-87 y 9-49 hab/Km² (correspondientes a la vulnerabilidad), han sido considerados de alto riesgo, corresponden 15 sectores, que también podrían ser afectados con la ocurrencia de desbordamientos de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia. Estos sectores se hallan principalmente a lo largo de los ríos Milagro y Venecia, entre los sectores, Las Cataratas, El Recreo, Chontillal, La Cachiote y Venecia. De forma muy localizada existen sectores con la densidad poblacional indicada, a lo largo del río Chimbo.

Riesgo: Bajo

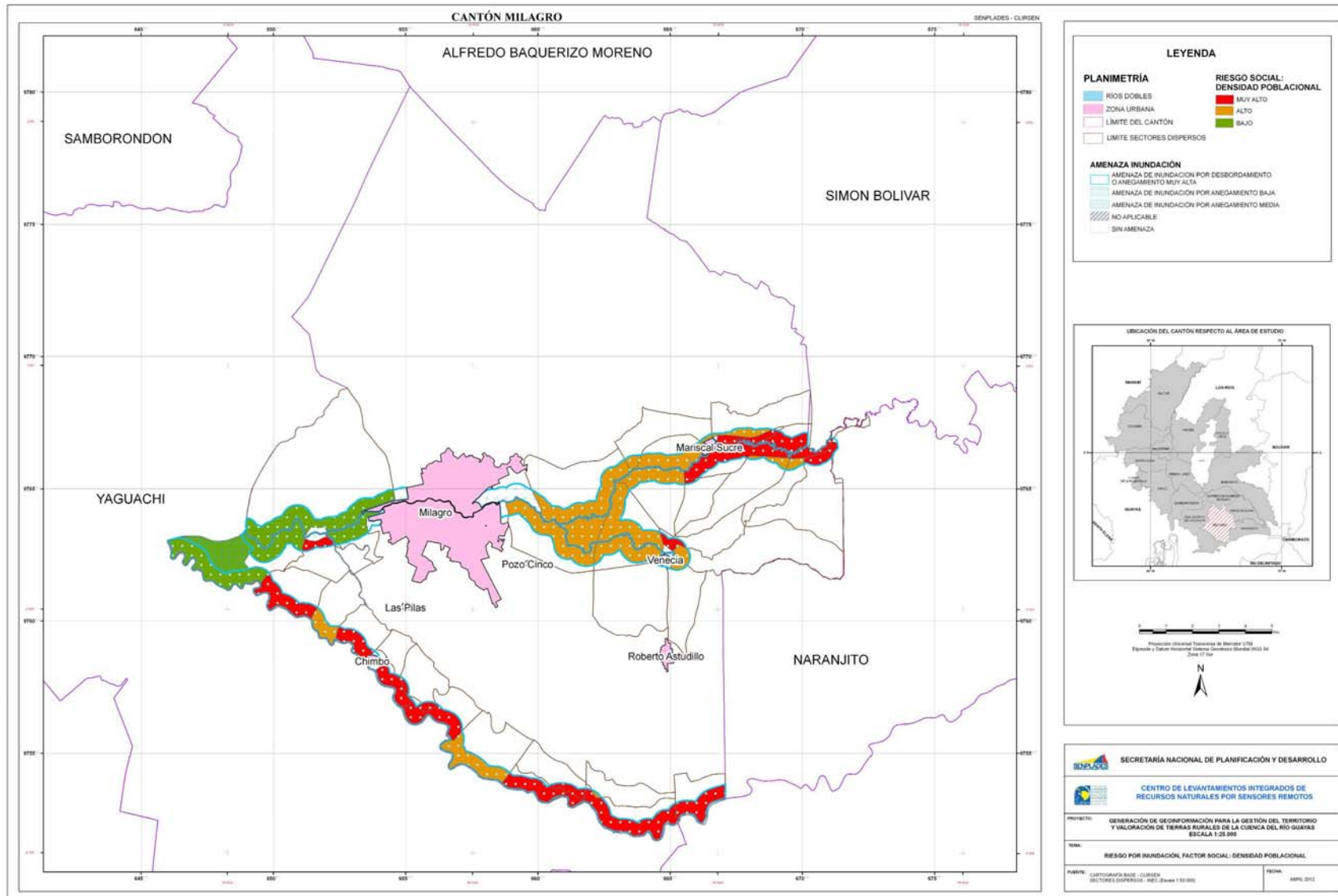
Amenaza: Inundación por anegamiento baja
Inundación por anegamiento media

Vulnerabilidad: Baja

Descripción: Existe un solo sector disperso con una densidad poblacional de 9-49 hab/Km² y que ha sido considerado de bajo riesgo, que también podría ser afectado con el desbordamiento los ríos Chimbo y Milagro. Este sector se encuentra en la confluencia de los citados ríos entre los asentamiento de El Chobo y El Cóndor.

En el Gráfico 3.1.14, se visualizan los sectores dispersos, cuyas densidades poblacionales presentan un riesgo muy alto, alto y bajo, frente a la ocurrencia de inundaciones por desbordamiento.

Gráfico 3.1. 14. Riesgo de la Densidad Poblacional frente a inundaciones



3.1.8.4. Servicios Básicos

En este caso, el Cuadro 3.1.23 y el Gráfico 3.1.15., señala el riesgo por inundación de los servicios básicos a nivel de sector disperso.

Cuadro 3.1. 23. Nivel de riesgo (Servicios Básicos) y los correspondientes sectores dispersos

Riesgo	Código Sector Disperso
MUY ALTO	091050999010
	091050999011
	091050999024
	091050999025
	091050999026
	091050999029
	091050999030
	091050999031
	091050999033
	091051999003
	091051999004
	091051999008
	091051999009
	091053999010
	091053999011
	091053999012
	091053999013
	091053999014
	091054999001
	091054999002
	091054999003
	091054999004
	091054999005
	091054999006
	091054999007
	091054999008
	091054999009
	091054999010
	091054999012
	091054999024
091054999025	
091054999026	
ALTO	091054999015

Riesgo: Muy alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Muy Alta y Alta

Descripción: Al ocurrir una inundación, la afectación a los servicios básicos, especialmente cuando hay carencia de éstos, incide notablemente y directamente en el bienestar de la población. Los sectores dispersos con una falta o carencia de estos servicios y que han sido considerados de muy alto riesgo, corresponden 32 y espacialmente se hallan a lo largo de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia, que a futuro podría generar inundaciones por desbordamiento. Como en el caso de las viviendas y de acuerdo a los objetivos y nivel del estudio, no interesa conocer los daños que se producirían en los servicios básicos, sino, más bien a conocer la afectación por las inundaciones.

Riesgo: Alto

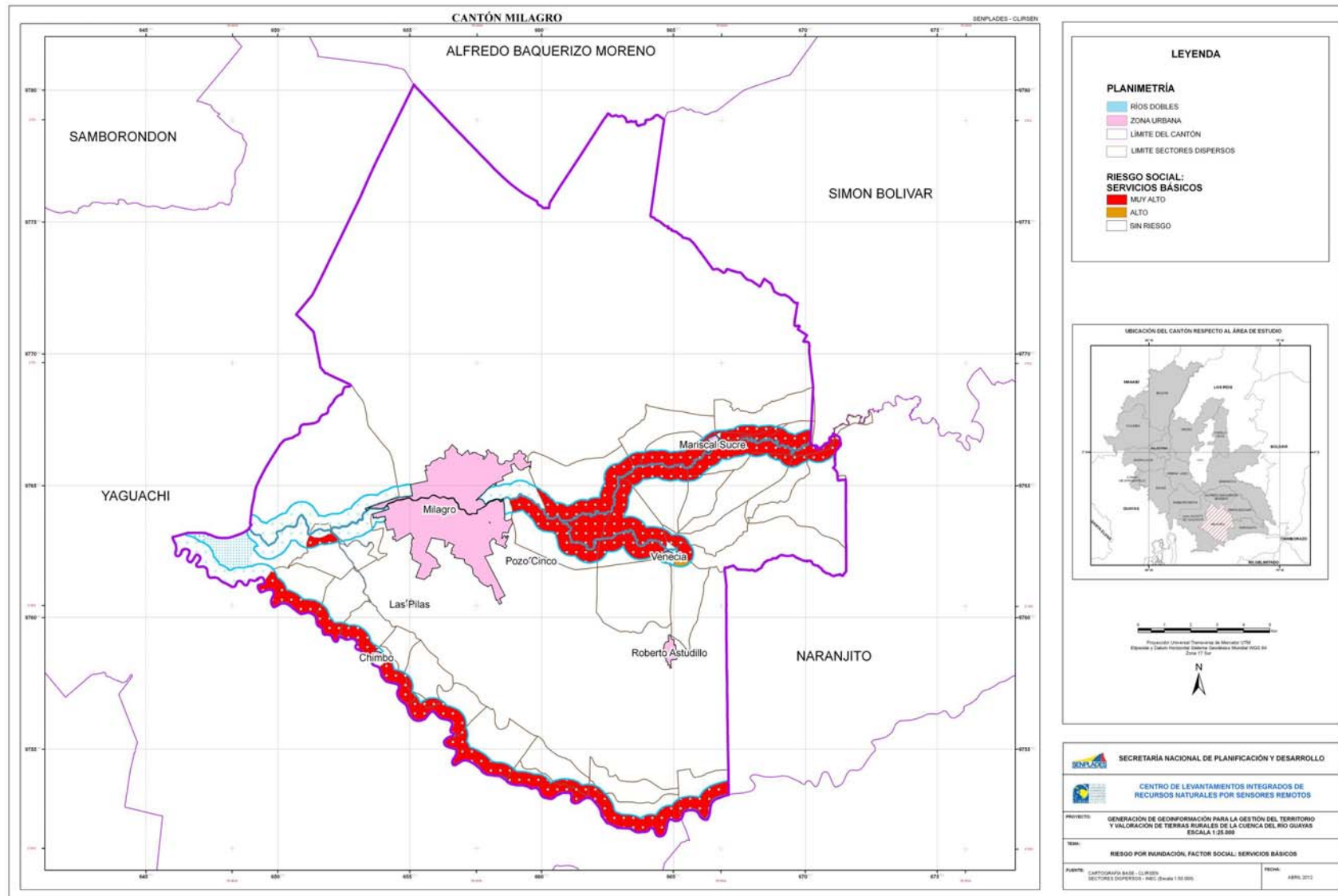
Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Media

Descripción: Existe un solo sector disperso con servicios básicos considerado de alto riesgo frente a desbordamientos del río Venecia. Justamente se encuentra al sur de este centro poblado y de acuerdo a lo indicado en el caso anterior, no interesa conocer los daños que se producirían en los servicios básicos, sino, más bien a conocer la afectación por las inundaciones.

En el Gráfico 3.1.15, se visualizan los sectores dispersos que presentan un riesgo muy alto y alto, frente a la ocurrencia de inundaciones por desbordamiento.

Gráfico 3.1. 15. Riesgo de los servicios básicos frente a inundaciones



3.1.8.5. Actividades Agropecuarias

El cuadro 3.1.24., se representa el riesgo por inundación de las actividades agropecuarias, que, como se ha indicado anteriormente el insumo principal fue la cartografía del uso de la tierra y cobertura vegetal generado en el proyecto.

Cuadro 3.1. 24. Riesgo de las actividades agropecuarias frente a inundaciones

INUNDACIONES	
Riesgo	Superficie Aprox. (ha)
MUY ALTO	609,75
ALTO	3.587,76
MEDIO	41,51
BAJO	159,30
NO APLICABLE	1.839,44
SIN RIESGO	34.060,62
TOTAL	40.298,38

a. Descripción del Riesgo

Riesgo: Muy alto

Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta

Vulnerabilidad: Alta

Descripción: Uno de los sectores mayormente afectados cuando ocurren inundaciones, es el sector agropecuario, que a nivel es el motor que mueve la economía. Los mayores problemas que se presentarían al interior del cantón Milagro, estarían relacionados con las inundaciones por anegamiento o desbordamiento de los ríos Chimbo, Milagro y Venecia. Se ha calculado que aproximadamente 609 ha, podrían ser afectadas por el indicado fenómeno; los productores que desarrollan sus actividades en estas áreas son los que necesitan de una mayor atención, ya que estos no poseen los recursos económicos ni la infraestructura que les permita remediar los daños que se les pudiera presentar en sus cultivos (baja resiliencia); el sistema productivo que se encuentra en este riesgo es Mercantil, indicando que no optimizan los medios de producción y que la comercialización de sus productos se los realiza en mercados locales. Espacialmente se ubican al norte del río Venecia, entre Venecia Central, La Cachiote y Chontillal y, puntualmente a lo largo del río Chimbo.

Riesgo: Alto
Amenaza: Inundación por desbordamiento o anegamiento muy alta
Vulnerabilidad: Media y Baja

Descripción: Este nivel de riesgo cubre una superficie aproximada de 3.587 ha. Los productores con una vulnerabilidad baja a media al encontrarse en una zona de amenaza muy alta se ven en la obligación de construir infraestructura o buscar los mecanismos de protección para sus cultivos, por el grado de vulnerabilidad se determina que son sistemas productivos empresariales en donde poseen los mecanismos o recursos para la protección de sus cultivos. Las áreas de cultivos que se encuentran con alto riesgo frente a inundaciones son los que se ubican a lo largo de los ríos Milagro y Chimbo.

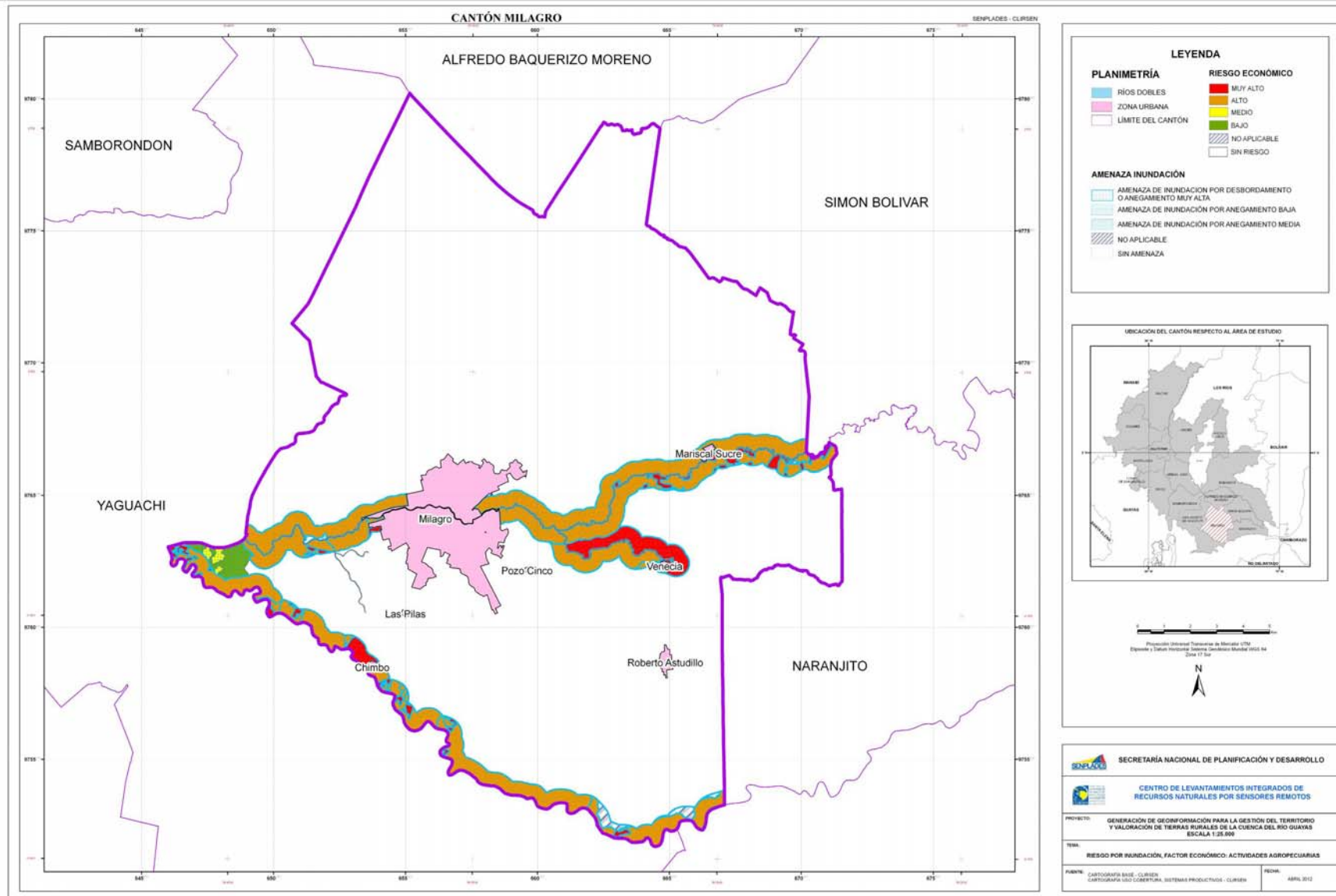
Riesgo: Medio
Amenaza: Inundación por anegamiento baja
Inundación por anegamiento media
Vulnerabilidad: Alta

Descripción: Este nivel de riesgo cubre una superficie de 41,51 ha aproximadamente. En estas áreas los productores realizan sus actividades bajo un sistema productivo mercantil, es decir son productores que necesitan de apoyo para enfrentar los efectos de futuras inundaciones. Cartográficamente, las unidades con este nivel de riesgo, se ubican cerca de la confluencia de los ríos Milagro y Chimbo, al este del asentamiento El Cóndor.

Riesgo: Bajo
Amenaza: Inundación por anegamiento baja
Inundación por anegamiento media
Vulnerabilidad: Baja

Descripción: en este nivel de riesgo se encuentran alrededor de 159,30 ha aproximadamente, contemplan a productores y cultivos que trabajan bajo un sistema productivo empresarial. En este caso los productores poseen mecanismos de protección ante el advenimiento de una inundación, además el grado de la amenaza hace que no se vean tan afectados. Las unidades con este nivel de riesgo se localización al suroeste del cantón en la confluencia de los ríos Milagro y Chimbo.

Gráfico 3.1. 16. Riesgo de las actividades agropecuarias frente a inundaciones



3.2. Sismos

3.2.1. Análisis de la amenaza

Un sismo o terremoto es un movimiento brusco en la superficie terrestre, causado por una repentina liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. De forma general, se asocia el término terremoto con movimientos sísmicos de dimensión considerable. La liberación de energía con la consiguiente generación de sismos, puede estar asociada con el movimiento de las placas tectónicas de la corteza terrestre o con el desplazamiento de bloques a través de fallas geológicas.

En el caso del cantón en estudio y a diferencia de las inundaciones, un sismo cuyo epicentro esté localizado en otras zonas e incluso regiones puede desencadenar efectos negativos especialmente en la infraestructura habitacional.

3.2.1.1. Generalidades

Ecuador es un país tectónicamente activo y de alta sismicidad; esto lo confirman los eventos sísmicos históricos muchos de ellos con características destructoras.

El cantón Milagro, se halla al interior de una importante zona sismo-tectónica, por lo que consideramos de suma importancia estudiar la vulnerabilidad de la infraestructura habitacional del sector rural, frente a eventos sísmicos y que además, pueden provocar interrupciones y daños en las actividades socioeconómicas y en las infraestructuras; en este caso, juega un papel preponderante analizar la vulnerabilidad de las mismas.

Una acertada planificación del territorio y la aplicación de medidas preventivas y correctivas para reducir la vulnerabilidad pueden minimizar los efectos de un eventual terremoto.

Bajo este contexto, la toma de decisiones por parte de las autoridades del Gobierno Municipal del Cantón Milagro y de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, deben estar basados en información y cartografía que representen tanto la amenaza como la vulnerabilidad de las viviendas ante la ocurrencia de sismos de alta magnitud.

3.2.1.2. Fuentes de sismicidad

Según datos obtenidos en el Instituto Geofísico de la EPN, la sismicidad de la zona donde se enmarca el Cantón Milagro está relacionada con las siguientes fuentes.

- a. Los procesos de subducción de la placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, originan una zona de alta sismicidad (Zona de Benioff), que se inclina hacia el continente y donde la profundidad de los sismos se incrementa en el sentido de la inclinación, pudiendo alcanzar más de los 200 Km., como ocurrió con el sismo del 12 de agosto de 2010, cuyo

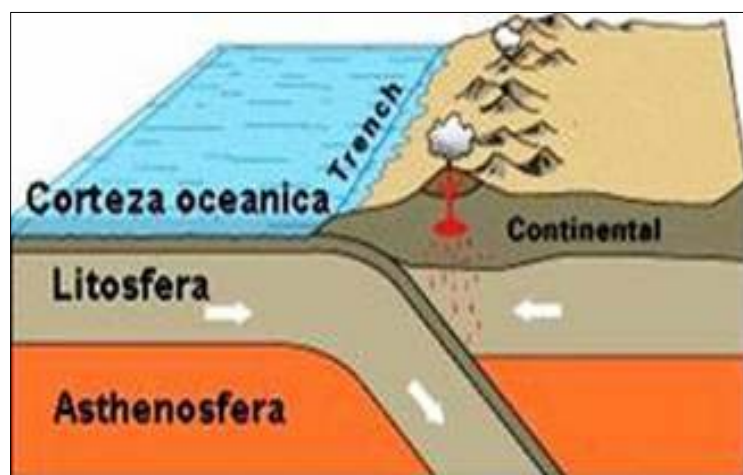
hipocentro se ubicó a 238 Km. de profundidad y su epicentro a 70 Km. de la Ciudad de Tena.

Cabe recordar que este sismo ocurrió a las 06:54 (tiempo local), tubo una magnitud de 7.2 y una duración de más de 40 segundos; fue sentido en Zaruma, Machala, Esmeraldas, Guayaquil y Manta, entre otros sitios. (IG-EPN, 2010).

De forma general, según los datos del IG, los daños en algunas casas estuvieron relacionados con la mala calidad de las construcciones, es decir, el factor que influyó directamente en los daños, fue la vulnerabilidad.

El Gráfico 3.2.1, representa un ejemplo del proceso de subducción y como se ha mencionado, ésta es una fuente de generación de sismos.

Gráfico 3.2. 1. Proceso de Subducción

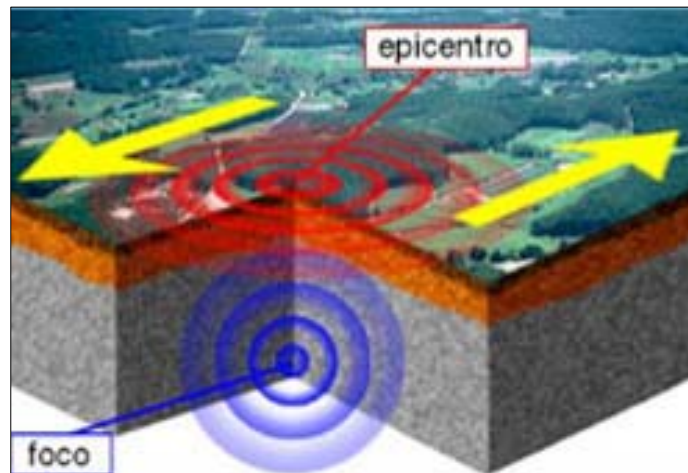


FUENTE: Instituto Geofísico de la EPN

- b. La otra fuente corresponde a los movimientos tectónicos que ocurren a lo largo de las fallas geológicas, en este caso, los esfuerzos compresivos generados por el proceso de subducción producen fallas o sistemas de fallas de carácter regional, zonal o local, sean de tipo inverso o de desplazamiento de rumbo, que, cuando hay una gran acumulación de esfuerzos se produce una súbita liberación de energía, generando un sismo.

En nuestro país, el principal sistema de fallas geológicas que lo atraviesa, es el Sistema Principal Dextral, que parte desde el Golfo de Guayaquil hacia el sector nororiental⁹. Las profundidades de estos sismos varían desde superficiales hasta una profundidad media (aproximadamente 50 Km.). En el Gráfico 3.2.2, se aprecia un ejemplo de una falla de desplazamiento de rumbo y la relación del foco con el epicentro.

⁹ Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

Gráfico 3.2. 2. Falla de desplazamiento de rumbo

FUENTE: Funvisig.gob.ve/glosario.php

3.2.1.3. Registros sísmicos

Se puede decir con absoluta certeza que cada año y a nivel de país, hay miles de sismos que actualmente son registrados por los sismógrafos; unos son percibidos por la población, otros causan daños en ciudades (población y construcciones) y muy pocos son de magnitud suficiente para ser considerados terremotos.

En el Gráfico 3.2.3, se presenta el registro de sismos ocurridos entre 1990 y 2009, obtenidos de la Página WEB del IG-EPN; nótese la cantidad de epicentros entorno al área de influencia del cantón en estudio. Desde el punto de vista práctico se vuelve imprescindible el incrementar el conocimiento sobre esta amenaza con el propósito de construir una buena base técnico-científica que servirá para tomar las medidas que atenúen sus efectos y poner en práctica medidas para disminuir la vulnerabilidad de las viviendas y otras infraestructuras, frente a esta amenaza.

Gráfico 3.2. 3. Registros sísmicos del Ecuador

FUENTE: Instituto Geofísico de la EPN

3.2.1.4. Zonificación sísmica del Ecuador

La cartografía de zonas sísmicas utilizada como referencia en el presente estudio, corresponde a la que se incluye en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 2002); la fuente señala que la filosofía de este código es:

“Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura”

“Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura”

“Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes”

Esta respuesta preventiva tendrá éxito si se cumplen los requisitos detallados en el código, tendientes a proporcionar a las estructuras un adecuado diseño sismo-resistente a fin de disminuir la vulnerabilidad.

Además, la misma fuente indica que, el mapa de zonas sísmicas y específicamente el estudio de peligro sísmico fue realizado con metodologías utilizadas a nivel mundial y un exhaustivo proceso de la información local, que incluye:

“Un detenido estudio de las principales fuentes sísmicas conocidas en el país y de sus mecanismos focales, que junto con la sismicidad y neotectónica, permitió modelar la geometría de las fuentes sismogénicas (rumbo, buzamiento, profundidad media de actividad sísmica y magnitud máxima)”

“La evaluación de los principales eventos históricos y un análisis de la homogeneidad y completitud de los catálogos sísmicos para el Ecuador.

“Se modelaron 22000 sismos locales, de los cuales, puliendo las réplicas y los eventos premonitores, se obtuvieron los sismos independientes de magnitud mínima de homogeneidad 3,9 y máxima 8,6 utilizados en el análisis”

“La utilización de la base de datos microsísmicos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica”

“La utilización de las curvas de atenuación de la ley de Young para las fuentes de subducción y la de Katayama /74 para las fuentes de fallamiento continental, ambas con una desviación estándar $\sigma = 0,8$, calibradas con los registros de aceleraciones de la red de acelerógrafos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional y de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil”

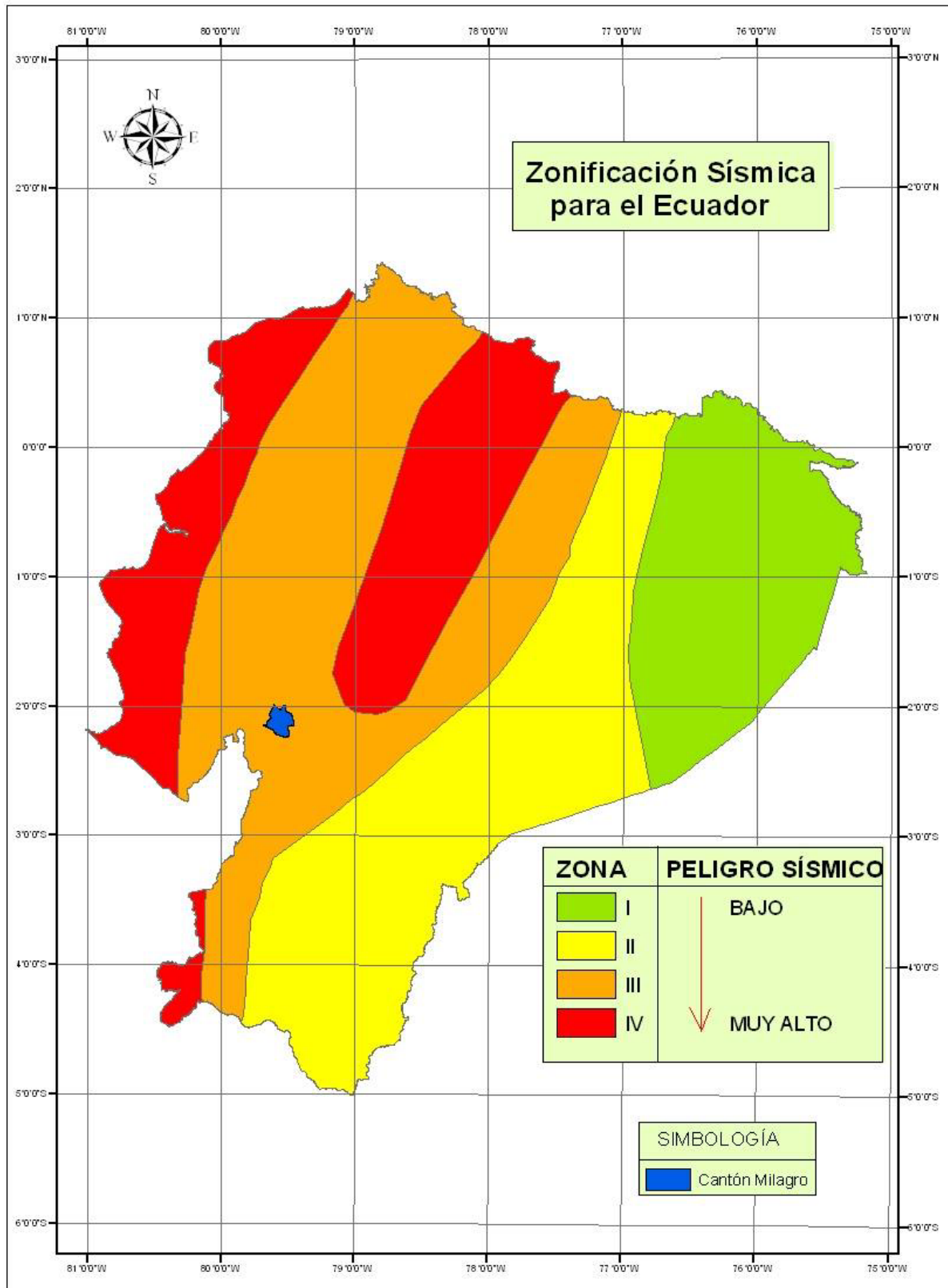
“La definición de 53 fuentes sismogénicas contenidas en 10 provincias sismotectónicas, determinándose sus parámetros sismológicos (magnitud mínima de homogeneidad, la tasa media de actividad sísmica y magnitud máxima probable)”

“La modelación de la ocurrencia de los sismos como un proceso de Poisson, obteniéndose mapas de isoaceleraciones para períodos de retorno de 475 años, equivalentes a una probabilidad del 10% de excedencia en 50 años, de acuerdo con la definición de sismo de diseño”, ver Gráfico 3.2.4.

Por último y como se mencionó anteriormente, esta información sísmica se sustenta en el hecho de que las principales fuentes de sismos, están relacionadas con la subducción de la Placa de Nazca dentro de la Placa Sudamericana y con el complejo sistema de fallamiento local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano.

En el Gráfico 3.2.4, se observa la cartografía de la zonificación sísmica a nivel de país, donde se incluye la ubicación geográfica del cantón en estudio. De acuerdo a este documento, el país ha sido dividido en cuatro zonas sísmicas identificadas en función del peligro o amenaza, desde bajo a muy alto. Como vemos, el Cantón Milagro, se halla enmarcado en la Zona III, considerada como de alto peligro.

Gráfico 3.2.4. Zonificación sísmica del Ecuador



FUENTE: Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 2002)

3.2.2. Análisis de la vulnerabilidad frente a sismos

3.2.2.1. Factor Físico

a. Variable: Viviendas

De forma general, se cumplieron las fases y actividades desarrolladas en el caso del análisis de la vulnerabilidad frente a inundaciones, siempre partiendo de los datos relacionados con las viviendas e información cartográfica censal de sectores dispersos, escala 1:50.000, es el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (2001).

Los indicadores a nivel de sector censal, utilizados para el análisis de la vulnerabilidad de las viviendas ante sismos, fundamentalmente están relacionados con la estructura de la vivienda, de acuerdo al siguiente detalle:

Viviendas con estructura de caña guadúa:

El principal material de construcción es el bambú; los techos por lo general son de paja o similares; paredes de caña no revestida; pisos de tierra y/o caña.

Viviendas con estructura de madera:

El armazón está construido con madera, techos generalmente de zinc o similares; paredes de madera, caña o caña revestida; pisos de caña, tierra u otros materiales.

Viviendas con estructura de mampostería:

En este caso las paredes que son de ladrillos unidos con una mezcla de arena y cemento, soportan los techos que pueden ser de asbesto y zinc; pisos de madera, ladrillo o cemento.

Viviendas con estructura de hormigón armado/hierro:

El armazón que incluye los pilares y cadenas está construido con hormigón; los techos pueden ser de losa de hormigón, asbesto, zinc o teja; paredes de ladrillo o bloque; pisos entablados o parquet, baldosa o vinyl.

En el Cuadro 3.2.1, se presenta una sistematización tomando como base la estructura de las viviendas.

Cuadro 3.2. 1. Sectores censales y estructura de vivienda

SECTOR	HORMIGÓN	MAMPOSTERÍA	MADERA	CAÑA GUADÚA	TOTAL
91050999001	2		56	6	64
91050999002	10		35		45
91050999003	30		52	23	105
91050999004	32	9	33	11	85
91050999005	6		3	9	18
91050999006	14		40	3	57
91050999007	56		32		88
91050999008	23	1	47		71
91050999009	40	3	39	3	85
91050999010	27	2	47	14	90
91050999011	30		31	1	62
91050999012	62	6	13		81
91050999013	46	1	9		56
91050999014	24		13		37
91050999015	35		13	1	49
91050999016	38		20		58
91050999017	26	16	42	1	85
91050999018	30		43	11	84
91050999019	14	13	28	1	56
91050999020	38	1	15		54
91050999021	8	12	42	1	63
91050999022	19		50	5	74
91050999023	26	2	22		50
91050999024	33	14	27		74
91050999025	26		18	5	49
91050999026	24		39	1	64
91050999027	46		26		72
91050999028	56	9	25	2	92
91050999029	36		31	1	68
91050999030	25		46		71

El análisis de la vulnerabilidad de las viviendas ante la amenaza sísmica, también se realizó en función de los datos obtenidos para cada sector censal; en el Gráfico 3.2.5, se observan los sectores dispersos representados con los colores correspondientes a los niveles de vulnerabilidad de las viviendas. Un caso particular lo constituye la unidad identificada "sin vulnerabilidad", que corresponde a terrenos cubiertos con caña de azúcar del Ingenio Valdés, en los cuales no existen construcciones habitacionales.

a.1. Matriz de calificación

La matriz que se presenta en el Cuadro 3.2.2, fue concebida con el objeto de conocer y determinar los rangos de vulnerabilidad de las viviendas en función de su estructura; en el eje de las Y, se anota una sola categoría correspondiente a la estructura con su respectiva ponderación (esto por la falta de datos, como superficie, número de pisos, estado, entre otros), mientras que en el eje de las X, se anotan los indicadores con sus pesos. Esta matriz fue construida bajo el siguiente análisis:

La categoría considerada fue la estructura que, como se ha indicado, puede ser de: hormigón, mampostería, madera o caña guadúa. Respecto a la ponderación, el equipo de trabajo asignó un peso que fue escogido desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10, esto en función de la respuesta o incidencia de la estructura ante la ocurrencia de sismos.

En lo que tiene que ver con los indicadores y sus pesos (eje de las X), se han escogido cuatro clases en función de la incidencia de los sismos sobre la señalada categoría. Los indicadores son: muy alta (4), alta (3), media (2) y baja (1).

Cuadro 3.2. 2. Matriz de calificación

CATEGORÍA, PONDERACIÓN		Estructura	Sumatoria
		10	
INDICADORES, PESOS			
MUY ALTA	4	Caña guadua	40
ALTA	3	Mampostería	
MEDIA	2	Madera	
BAJA	1	Hormigón	10

a.2. Niveles de vulnerabilidad

Construida la matriz de calificación con la respectiva sumatoria que resulta al multiplicar los pesos de los indicadores con la ponderación de la categoría, se definen los niveles de vulnerabilidad, en función de los rangos que se indican en el Cuadro 3.2.3.

Cuadro 3.2. 3. Niveles de vulnerabilidad

RANGO	VULNERABILIDAD
32,8 - 40	Muy Alta
25,2 - 32,70	Alta
17,60 - 25,10	Media
10 - 17,50	Baja

a.3. Respuesta sísmica de la litología y formaciones superficiales

La historia de los desastres tanto en Ecuador como en los países vecinos, permite confirmar que los daños provocados por los terremotos no solo depende de la estructura o calidad de los materiales de las edificaciones o viviendas, sino también de la calidad del suelo, sub suelo y material parental; indudablemente el mejor medio para la construcción de las viviendas es el sustrato rocoso, sea volcánico, intrusivo, volcano-sedimentario o sedimentario; en cambio el suelo o sub suelo poco o nada favorable para evitar destrucciones intensas, son las formaciones superficiales constituidas por suelos aluviales no consolidados.

Para el análisis de la vulnerabilidad de las viviendas que se construyan a futuro, se recomendaría realizar una microzonificación que además de tomar en cuenta las fuentes sismogénicas y las zonas sísmicas propuestas por el Código Ecuatoriano de la Construcción (2002), se analicen las condiciones geológicas, principalmente la litología y formaciones superficiales y su respuesta esperada con respecto a niveles de aceleración o amplificación de las ondas sísmicas. En este sentido y para conocer estas condiciones al interior del cantón Milagro.

a.4. Descripción de la vulnerabilidad

- Vulnerabilidad muy alta

Descripción; Este nivel de vulnerabilidad está relacionado con las viviendas cuya estructura y paredes son de caña guadúa y, techos de zinc. Si bien es cierto que estas viviendas han resistido a los efectos e impactos de sismos de baja a moderada magnitud, también no es menos cierto que a futuro pueden presentarse sismos con una mayor magnitud, que podrían causar serios daños en las viviendas.

Localización; Existe un sector censal cuyas viviendas en su mayor parte no presentan una estructura adecuada para resistir sismos de alta magnitud; están ubicados entre Mariscal Sucre y Venecia y, al Sur de Roberto Astudillo. Ver Foto 13.



Foto 13. Vivienda de caña guadúa; vulnerabilidad muy alta
Fuente: CLIRSEN 2010

Registro de campo; En la Foto 13, se presenta un ejemplo de una vivienda del sector censal considerado de muy alta vulnerabilidad, son construidas con caña guadúa y techo de palma (cade); esta foto fue captada en el sector de las Cataratas.

- Vulnerabilidad alta

Descripción; Corresponde a los dos sectores censales donde la mayor parte de las viviendas presentan una estructura de madera y techos generalmente de zinc; las paredes pueden ser de madera, caña o caña revestida y los pisos de caña, tierra u otros materiales, al ser viviendas de madera, el nivel de afectación por sismos, depende de la magnitud de este.

Localización; Las viviendas cuya característica se detalló anteriormente, forman parte de los sectores censales identificados con un color naranja (ver Gráfico 3.2.5), distribuidos en todo el cantón Milagro.

- Vulnerabilidad media

Descripción; Corresponde a los 46 sectores censales donde la mayor parte de las viviendas presentan una estructura de mampostería, techos generalmente de zinc; las paredes pueden ser mixtas y los pisos de caña, tierra u otros materiales, donde el nivel de afectación por sismos, depende de la magnitud de este.

Localización; Las viviendas, cuyas características se detallo anteriormente se encuentran en dos sectores censales ubicados hacia el norte del cantón.

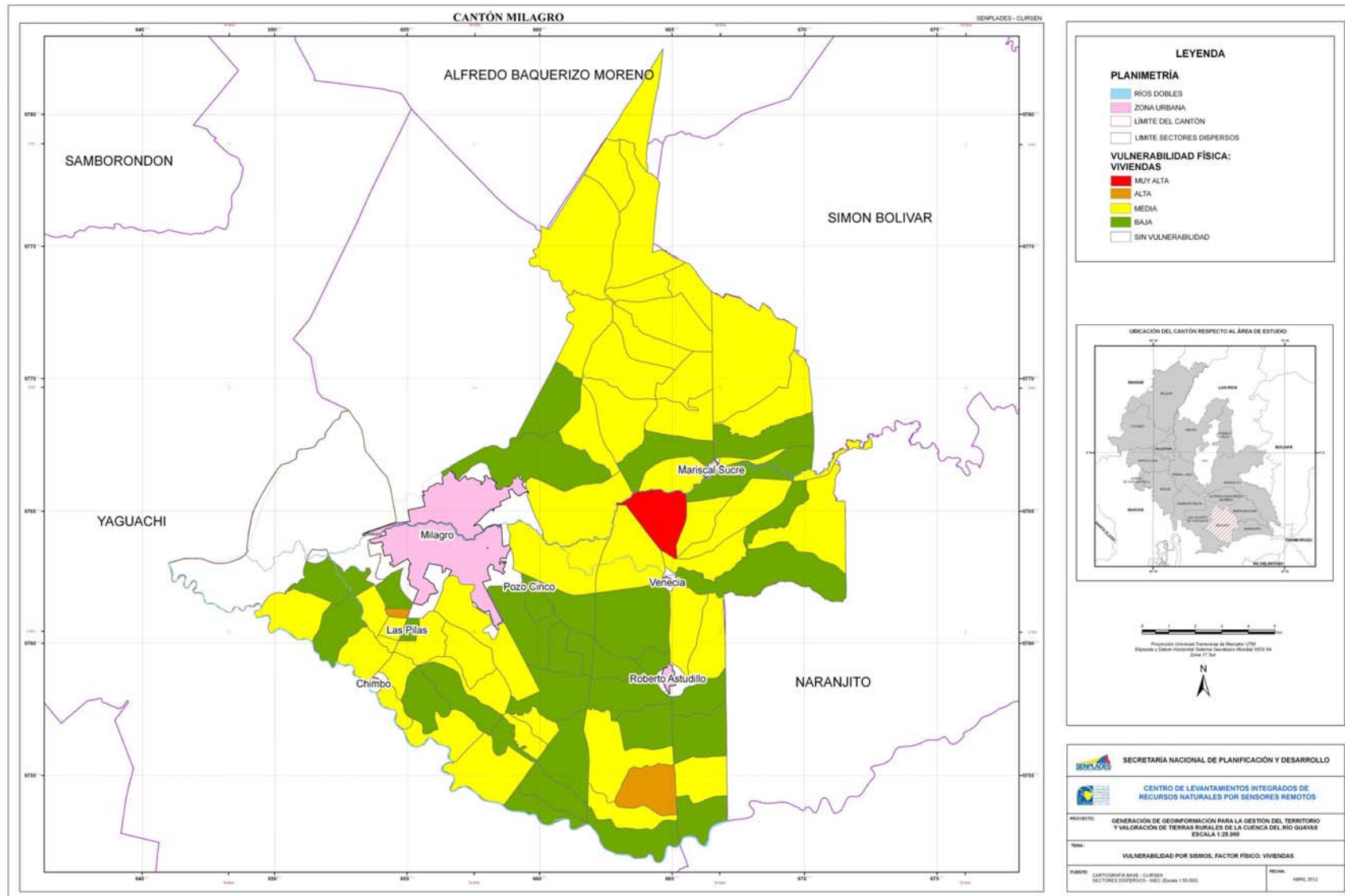
- Vulnerabilidad baja

Descripción; Corresponde a los 33 sectores censales donde la mayor parte de las viviendas presentan una estructura de hormigón armado/hierro, techo de losa, asbesto o zinc, paredes de ladrillo o bloque, pisos entablados

o baldosa. Este tipo de viviendas han resistido a los efectos e impactos de sismos de baja a moderada inclusive de alta magnitud, por los materiales de los cuales están constituidos, pueden sufrir algún tipo de daño sin mayor complicación.

Localización; Las viviendas cuya característica se detalló anteriormente, forman parte de los sectores censales identificados con un color verde, y se encuentran ubicados o distribuidos por todo el cantón, donde gran parte de las viviendas son de hormigón armado, han sido identificados y cartografiados como de baja vulnerabilidad.

Gráfico 3.2.5. Vulnerabilidad de las viviendas frente a sismos



3.2.3. Análisis del riesgo por sismos

A diferencia del riesgo por inundaciones, un evento geológico como lo es un terremoto, la súbita liberación de energía hace que su comienzo sea rápido, sin dar ningún tipo de aviso. Otra de las características de un terremoto, es su incidencia e impactos regionales, es decir que cubren extensas superficies.

Según el Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado (OEA, 1993), son cuatro las características que influyen en el daño a las estructuras, causadas por el sacudimiento del terreno debido a un terremoto.

Severidad o tamaño del terremoto; la severidad de un terremoto se puede medir de dos maneras: Por la intensidad y la magnitud. La intensidad es el efecto aparente del sismo en un determinado lugar. La magnitud está relacionada con la cantidad de energía liberada en el lugar de origen. La intensidad se mide con la escala Mercalli Modificada (MM) de I a XII y la magnitud con la escala de Richter.

Atenuación; la atenuación es la disminución en la fuerza de la onda sísmica a medida que se aleja del hipocentro. La atenuación depende del tipo de material y estructuras a través de los cuales se propaga la onda (es decir el medio de transmisión) y de la magnitud del terremoto.

Duración; la duración se refiere al período de tiempo durante el cual el movimiento del terreno, en un determinado lugar, exhibe ciertas características tales como sacudimiento violento, o durante el cual se excede un nivel específico de aceleración medido como un porcentaje de la gravedad.

Respuesta de sitio; la respuesta de sitio es la reacción de un punto específico sobre la tierra al sacudimiento del terreno. Esto también incluye el potencial de falla del terreno, a su vez dependiente de las propiedades físicas de los suelos y de la roca debajo de la estructura y de la estructura misma.

De acuerdo a lo señalado y ante la imposibilidad de predecir un terremoto, todo esfuerzo se centrará en la evaluación de la amenaza sísmica sustentada en la investigación de las fuentes sísmicas, propagación de ondas sísmicas, atenuación de las ondas en función de la distancia y deformación tectónica, que permitirá a los tomadores de decisiones planificar de una mejor manera sus territorios, que ligado con este proceso, estarán las medidas de mitigación tendientes a reducir el riesgo.

3.2.3.1. Factor Físico

a. Variable viviendas

El riesgo sísmico, en el presente caso se define como la probabilidad de pérdidas derivadas de daños en las viviendas del sector rural del cantón Milagro, por la acción u ocurrencia de un terremoto. De esto se desprende que los efectos del sismo están en función del tipo de construcción, sus materiales y ubicación y, de las características del evento.

En este contexto y de forma general el riesgo estará de la amenaza y de la vulnerabilidad física (viviendas), a mayor fragilidad o calidad de los materiales de construcción y estado, variará la vulnerabilidad. El aumento de viviendas que no sigan las normas del Código Ecuatoriano de la Construcción, en el medio rural, incidirá en la construcción de vulnerabilidades.

a.1. Descripción del riesgo

Riesgo: Muy Alto

Amenaza: Zona de amenaza sísmica alta

Vulnerabilidad: Alta

Descripción: El verdadero peligro de los sismos está sobre las viviendas, que ante un fuerte temblor pueden llegar a colapsar; la causa para que ocurra ello, está ligada con el tipo de estructura y materiales inadecuados utilizados en su construcción. En este caso, los sectores dispersos que en su interior existen un alto número de viviendas cuya estructura es de Caña Guadúa, han sido considerados de alto riesgo; bajo estas condiciones estas viviendas son candidatas a colapsarse cuando ocurra un terremoto. Los sectores dispersos se hallan localizados en los sectores 091054999002.

Riesgo: Alto

Amenaza: Zona de amenaza sísmica alta

Vulnerabilidad: Alta

Descripción: Como el caso anterior, la causa para que una vivienda colapse ante un temblor, dependerá de su estructura y materiales utilizados en su construcción. Los sectores dispersos que en su interior existen un alto número de viviendas cuya estructura es de mampostería, han sido considerados de bajo riesgo. Los sectores dispersos se hallan localizados en los sectores 091054999023 y 091050999036.

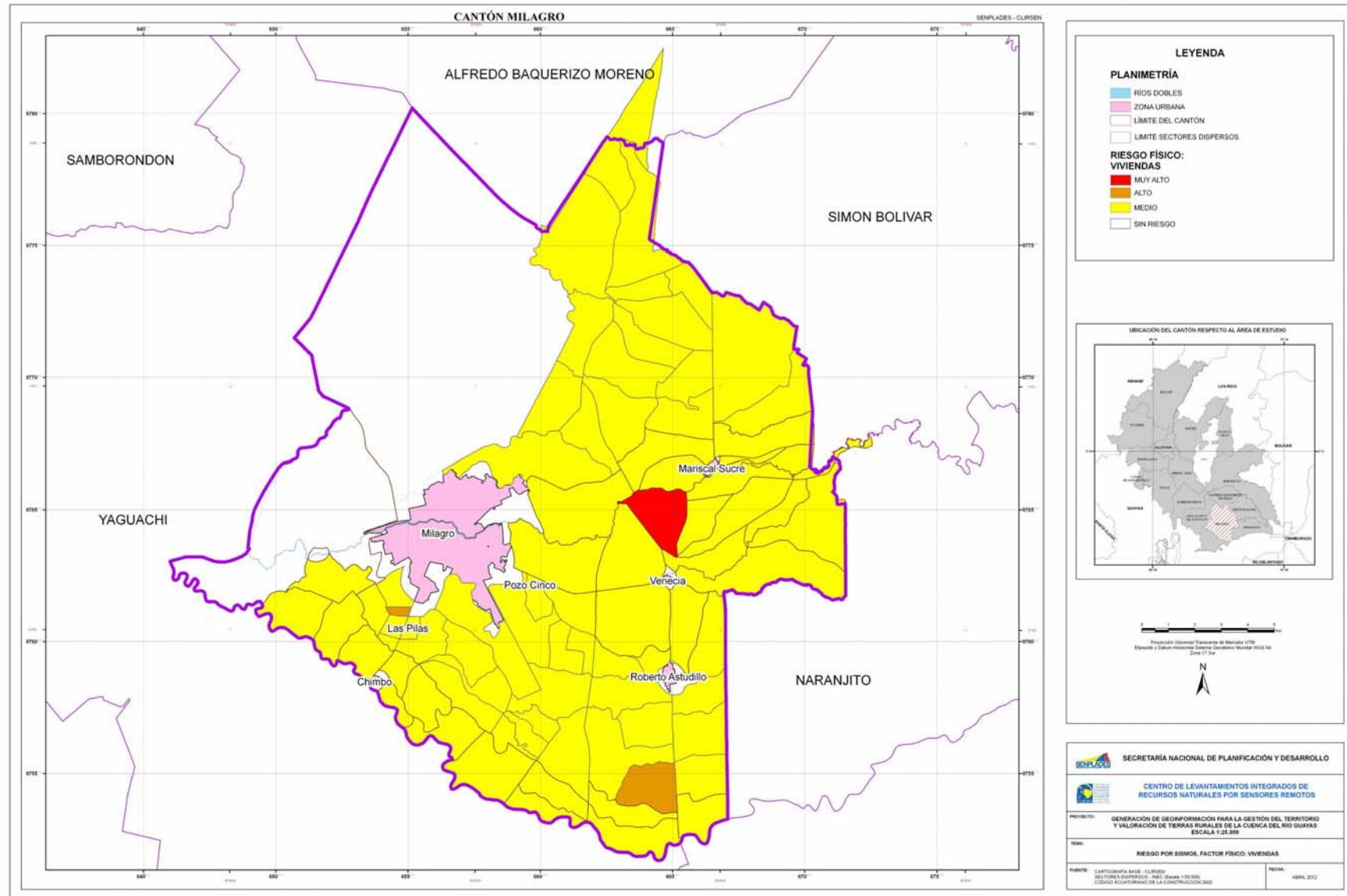
Riesgo: Medio

Amenaza: Zona de amenaza sísmica alta

Vulnerabilidad: Media y Baja

Descripción: Como el caso anterior, la causa para que una vivienda colapse ante un temblor, dependerá de su estructura y materiales utilizados en su construcción. Los sectores dispersos que en su interior existen un alto número de viviendas cuya estructura es de Madera (vulnerabilidad media) y Hormigon (vulnerabilidad baja), han sido considerados de bajo riesgo. Este nivel de riesgo se encuentra en 79 sectores dispersos.

Gráfico 3.2. 6. Riesgo de las viviendas frente a sismos



3.3. Vulcanismo

3.3.1. Análisis de la amenaza volcánica

Resultaría extraño hablar de amenazas volcánicas al interior del cantón Milagro, pero, ha sido un denominador común en nuestro país, circunscribiéndonos al análisis del territorio de nuestra competencia, sin pensar que fenómenos generados en otros territorios pudieran afectar el normal desarrollo de sus actividades. Este es el caso de la reactivación del volcán Tungurahua que, en los años 2006 y 2010 emitió gran cantidad de material piroclástico que transportado por los vientos, llegó a las provincias de Manabí y Guayas.

En el caso del Cantón Milagro, éste ha sido y a futuro puede ser afectado por la caída de material piroclástico fino.

3.3.2. Análisis de la vulnerabilidad frente al vulcanismo

3.3.2.1. Datos utilizados

Reportes de caída de ceniza, a causa de las erupciones provenientes del volcán Tungurahua durante el 16 y 17 de agosto de 2006, en parte del litoral ecuatoriano.

3.3.2.2. Descripción de la vulnerabilidad

Los cultivos más representativos del cantón son caña de azúcar, cacao y banano, estos poseen un uso agroindustrial o agroexportador, otros cultivos presentes en el cantón son arroz, soya, tabaco, piña, no existen registros de daños en los cultivos en el cantón, más bien se presentan registros de problemas en las zonas urbanas, uno de los primeros reportes e caída de ceniza en el cantón data de agosto del 2006¹⁰ y el último de mayo del 2010 "El material volcánico que caía sobre parte de este cantón, perturbó la visión de motociclistas y transeúntes. En los techos y patios de las viviendas, veredas y encima de los autos estacionados y hojas de los árboles, se divisaba una leve capa del material. Erróneamente, la mayoría de personas pensaban que todo era producto del Ingenio Azucarero Valdez, que habría empezado su zafra"¹¹.

La ceniza volcánica y la interacción que posee con los suelos agrícolas se ha estudiado en dos niveles¹², alta afectación (capa de ceniza > a 2cm de acumulación) y baja o nula afectación (capa de ceniza <2cm de acumulación). La afectación de los suelos agrícolas tiene efecto directo con las propiedades físico químicas:

¹⁰ IG-EPN, Dispersión de nubes de ceniza en Agosto 2006.

¹¹ Diario Expreso, Noticias "La ceniza también cayó en Samborondón, Salitre, Daule y Milagro", 28 de Mayo del 2010.

¹² EPN (Departamento de Metalurgia Extractiva), Evaluación del efecto de la caída de ceniza del volcán Tungurahua sobre suelos agrícolas, presentado en el XI CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, Quito 28 al 31 de agosto del 2008.

- pH
- Materia orgánica
- Capacidad de Intercambio Catiónico
- Textura y densidad
- Disponibilidad de nutrientes y retención de agua para los cultivos

La afectación de los suelos agrícolas y la consecuente alteración de las propiedades físico-químicas de los mismos, van a depender de la cantidad de ceniza acumulada sobre el suelo, razón por la cual en las zonas costeras específicamente en el cantón Milagro no existen datos de alteración de los suelos agrícolas; en zonas donde existe una acumulación <2 cm de ceniza y esta interacciona con suelos agrícolas el tiempo de recuperación de estos variará entre 2 y 3 meses, tiempo en el cual las propiedades de la ceniza cambian aumentando el contenido de MO (materia orgánica) y mejorando la CIC (capacidad de intercambio catiónico), esto referido a la ceniza¹³.

Los problemas debido a la ceniza volcánica, en referencia a los cultivos presentes en el cantón, se asocian a la reducción del área fotosintetizadora y el tiempo de permanencia de la ceniza sobre el follaje.

Para que se realice la fotosíntesis, es necesario LUZ, AGUA, CO₂, PIGMENTOS (clorofila) y TEMPERATURA; la presencia de ceniza sobre las hojas de las plantas limita entre otros:

- La absorción de luz, ya que esta cubre los pigmentos presentes en las hojas.
- Dependiendo del tamaño de las partículas de ceniza se pueden obstruir los estomas, que son los órganos en donde se produce el intercambio de CO₂ y vapor de agua entre el medio ambiente y las plantas.
- El tamaño, cantidad y tiempo de permanencia de las partículas de ceniza sobre las hojas de las plantas determinará el daño en los diferentes cultivos.
- Además el tipo, forma de la hoja así como su disposición en la planta favorecen o reducen el tiempo de permanencia de la ceniza sobre ella.
- La fotosíntesis, es seguramente el proceso bioquímico más importante de Biosfera; en las actividades de producción agropecuarias, este proceso es la síntesis de la materia orgánica a partir de la inorgánica, y su posterior acumulación en diferentes órganos de la planta (raíz, tallo, hojas, frutos), fenómenos que reduzcan o limiten la fotosíntesis, limitarán la producción y rendimiento, teniendo consecuencias socioeconómicas.

¹³ EPN (Departamento de Metalurgia Extractiva), Evaluación del efecto de la caída de ceniza del volcán Tungurahua sobre suelos agrícolas, presentado en el XI CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, Quito 28 al 31 de agosto del 2008.

IV. CONCLUSIONES

- El conocimiento del espacio, de la estructura y función de los paisajes, de las transformaciones territoriales y la espacialización de los riesgos naturales y socio naturales, en estos tiempos toma una significativa importancia toda vez que el desarrollo y la calidad de vida de la población asentada en la plataforma rural, está estrechamente ligada con este conocimiento.

- Es en este campo del conocimiento que el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos –CLIRSEN, como una institución técnico-científica se encuentra desarrollando el proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional”, cuyo objetivo principal es generar información de los recursos naturales y ambiente, a nivel cantonal y escala 1:25.000, que incluye el análisis del riesgo, como base para la construcción de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

- Una de las contribuciones de este estudio, es la de disponer de un insumo para reducir los efectos e impactos de un desastre, estimando el nivel de riesgo a nivel cantonal, a través del análisis de las amenazas y factores de vulnerabilidad.

- El cantón Milagro está conformado por las parroquias rurales de Chobo, Roberto Astudillo y Mariscal Sucre y la parroquia urbana de Milagro que es a su vez la cabecera cantonal. Según el último Censo de Población (2010), la población total es de 166.634 habitantes, de los cuales, 83.241 son hombres y 83.393 mujeres. Los principales cultivos son: caña de azúcar, cacao, banano y plátano.

- Las inundaciones que mayormente han causado efectos e impactos negativos sobre los sectores social, económico e infraestructura, han sido las provocadas por el fenómeno de El Niño de los años 82-83, 97-98 y las fuertes y continuas lluvias ocurridas los primeros meses del año 2008.

- Dada la naturaleza de las inundaciones y fundamentalmente los mecanismos que la generan, para efectos del presente estudio, se han considerado dos tipos de inundación: fluvial (desbordamiento) y pluvial (anegamiento).

- Durante el desarrollo de los Niños 1982-1983 y 1097-1998, la estación Milagro (Ingenio Valdez), reportó una precipitación acumulada del orden de los 2431,4 mm., para el año 1982; 4902,6 mm., para el año 1983 y, 3549,6, para el año 1997. La precipitación media anual en esta estación es de 1255 mm.

- El cantón Milagro no presenta mayores problemas con las inundaciones por anegamientos, pero sí, con los desbordamientos de los principales ejes fluviales que atraviesan sus territorios, así, la amenaza pluvial es producida por deficiencias en el sistema de drenaje (suelos de texturas pesadas) y en áreas bajas de topografía plana con suaves pendientes; en cambio, la amenaza fluvial está relacionada con el desbordamiento de los ríos Milagro,

Venecia y Chimbo, que cartográficamente, se ha considerado un corredor a uno y otro lado de los indicados ríos, de 500 metros, esto basados en datos obtenidos en campo y fundamentalmente, considerando la dinámica fluvial.

- El análisis y espacialización de los factores que influyen en la vulnerabilidad ante inundaciones; es decir, el conocimiento del grado de fragilidad de la infraestructura vial, viviendas y actividades productivas, entre otros, siguió un proceso que involucró el desarrollo de actividades en gabinete y campo.

- La vulnerabilidad de las vías de comunicación frente a la amenaza por inundación, tuvo como base el análisis del tipo de vía, material de construcción y distancia al río; los rangos de vulnerabilidad obtenidos fueron: muy alta (caminos de verano, senderos y de herradura, cuyo material de construcción es la tierra), alta (caminos lastrados de una sola vía), media (caminos pavimentados de una vía o lastrados de dos o más vías) y baja (caminos pavimentadas de dos o más vías o autopistas).

- Las viviendas consideradas con una vulnerabilidad muy alta, tienen una estructura y paredes es de caña guadúa y, techos de zinc; las de vulnerabilidad alta, presentan en su mayor parte una estructura de madera y techos generalmente de zinc; las paredes pueden ser de madera, caña o caña revestida y los pisos de caña, tierra u otros materiales; las de vulnerabilidad baja, estructura de hormigón armado/hierro, techo de losa, asbesto o zinc, paredes de ladrillo o bloque, pisos entablados o baldosa.

- Asimismo, las viviendas que en su mayor parte no disponen de servicios básicos, consideradas con una vulnerabilidad muy alta, se abastecen del agua de los ríos o canales de riego, la eliminación de aguas servidas es por medio de pozos ciegos o directamente a los terrenos y la basura la queman o también botan fuera de las viviendas; las viviendas que en gran parte disponen de un pozo para el abastecimiento de agua, utilizan pozos sépticos para la eliminación de aguas servidas y donde las familias incineran la basura, presentan una vulnerabilidad alta; las viviendas que en su mayor parte el abastecimiento de agua se realiza utilizando un tanquero repartidor; para la eliminación de las aguas servidas utilizan pozo séptico; y la basura la botan en terrenos baldíos, presentan una vulnerabilidad media.

- En lo que tiene que ver con la vulnerabilidad de las actividades agroproductivas, las que han sido consideradas con la categoría de alta, corresponden al sistema productivo mercantil donde la actividad económica la realizan en pequeñas a medianas parcelas, las producciones y rendimientos siguen siendo bajos y el destino es el comercio local y autoconsumo; las unidades consideradas con una vulnerabilidad media, están relacionadas al sistema productivo combinado, que desarrollan su actividad económica en medianas y grandes parcelas, sus producciones y rendimientos son altos, pero sus productos se orientan al comercio regional; y, las unidades consideradas con una vulnerabilidad baja, están relacionadas con el sistema productivo empresarial, en éste, la actividad económica la realizan en grandes parcelas, sus producciones y rendimientos son altos y sus productos se destinan a la exportación.

- Analizada de forma integral la amenaza por inundación, con sus concernientes rangos y la vulnerabilidad de las vías de comunicación, las viviendas, los servicios básicos y las actividades agroproductivas, se obtiene la información de riesgos por inundación.
- Con respecto a la vulnerabilidad de las viviendas frente a la amenaza sísmica, las consideradas con una categoría muy alta, corresponden a las viviendas cuya estructura y paredes son de caña guadúa y, techos de zinc y las que se encuentran en la categoría alta, presentan una estructura de madera y techos generalmente de zinc; las paredes pueden ser de madera, caña o caña revestida y los pisos de caña, tierra u otros materiales.
- En este caso también, analizada de forma integral la amenaza por sismos y la vulnerabilidad de las viviendas, se obtiene la información de los riesgos por sismos.
- Durante el desarrollo del estudio, nos encontramos con una importante limitación, es la de trabajar con los datos del Censo de Población del año 2001, especialmente al procesar los datos de la infraestructura y materiales de las viviendas; durante los trabajos de campo, se observaron viviendas que han sido construidas en los últimos años por el MIDUVI, que como se sabe, son de construcción mixta (hormigón y acero)

V. RECOMENDACIONES

- Profundizar el conocimiento de la estructura y función de los paisajes, sus cambios, evolución en el espacio y en el tiempo y, su interrelación con los desastres naturales, específicamente con la amenaza por inundación fluvial, como un factor importante en el desarrollo de futuros desastres.
- Que se utilice la información generada en el proyecto "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional", incluido el presente análisis del riesgo en la construcción de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial.
- Utilizar el presente estudio para reducir los efectos e impactos de futuros desastres a través de una gestión correctiva en principio y de una gestión prospectiva a mediano y largo plazo.
- En esta línea, si las inundaciones que mayormente han causado efectos e impactos negativos sobre los sectores social, económico e infraestructura, han sido las provocadas por el fenómeno de El Niño (82-83 y 97-98), se recomienda profundizar los estudios de la dinámica fluvial de los ríos Milagro y Venecia y, fundamentalmente del río Chimbo, que forma parte de la subcuenca del río Yaguachi que gran parte de sus drenajes nacen en la cordillera Occidental.
- Si se ha detectado que existen vías de comunicación con muy alto y alto riesgo por inundación y que corresponden a caminos de verano, senderos y de herradura, cuyo material de construcción es la tierra o caminos lastrados de una sola vía y que conectan áreas agroproductivas, se recomienda bajar la vulnerabilidad transformándolas en vías lastradas de dos o más vías,

subiendo la mesa de rodamiento y colocando grandes alcantarillas para el flujo de las aguas, evitando su represamiento.

- La misma consideración sería para el caso de las viviendas considerando las amenazas por inundación y sismos; se recomienda bajar la vulnerabilidad en las viviendas que tienen una estructura y paredes de caña guadúa, estructura de estructura de madera y techos generalmente de zinc. En este caso la gestión que está realizando el MIDUVI, tiende justamente a cumplir con este objetivo.

- Con respecto a las actividades agroproductivas que presentan una alta vulnerabilidad frente a inundaciones, especialmente aquellas que se identifican con el sistema productivo mercantil, se recomienda limpiar los drenajes naturales ó, previo un análisis más detallado, construir drenes.

- Recomendamos actualizar la información de la vulnerabilidad de las viviendas, con los datos del último Censo del INEC (2010)

VI. BIBLIOGRAFÍA

CLIRSEN (Centro de levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2009. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra Cantón Milagro. Quito, EC. Esc. 1:25000.

CLIRSEN (Centro de levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2009. Memoria Técnica Clima e Hidrología en la Cuenca del Río Guayas. Quito, EC. Esc. 1:50000.

CLIRSEN (Centro de levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos). 2009. Memoria Técnica del Mapa de Suelos Cantón Milagro. Quito, EC. ESC. 1:25000.

EDIFARM. 2006. Vademecum Agrícola. Novena Edición. Quito, EC. 600p.

INEC-MAG-SICA. 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Tablas dinámicas, resultados cantonales. Quito, Ec.

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2008. Guía Técnica de Cultivos. Quito, EC. 406p.

MAGAP, SIGAGRO, SIMA. 2010. Costos de producción primer semestre. Quito, EC. Tablas dinámicas.

XI CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO. 2008. Memorias del Congreso (Presentación de Evaluación del efecto de la caída de ceniza del volcán Tungurahua sobre suelos agrícolas, EPN Departamento de Metalurgia Extractiva). Quito, Ec. 50p.

IG-EPN. 2006. Dispersión de nubes de ceniza en Agosto 2006. Publicación Técnica.

Diario Expreso. 28 de Mayo del 2010. Noticias "La ceniza también cayó en Samborondón, Salitre, Daule y Milagro". Publicación de prensa.

www.botanicalonline.com, El mundo de las plantas, consultado el 24 de enero del 2010.

CEC (Código ecuatoriano de la construcción). 2002. Peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculo para diseño sismo-resistente. Quito, EC.

DEMORAES, D`ERCOLE. 2001. Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador (Primera parte, Cartografía de las amenazas de origen natural). Quito, Ec . 65p.

IPGH-ORSTOM-IGM. 1987. Geografía Básica del Ecuador, Tomo III Geografía Urbana, El Espacio Urbano en el Ecuador. Quito, Ec.

Código ecuatoriano de la construcción. Peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculo para diseño sismo-resistente. Quito. 2002.

Christina Bollin, 2008. Incorporar la Gestión del Riesgo en la Planificación Territorial (Borrador)

Comisión Europea-CISP, 2007. Fortalecimiento de las capacidades locales de preparación para desastres y gestión del riesgo en la Costa Norte del Ecuador. Quito-Ecuador

COOPI-IRD-Oxfam, 2003. Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Quito-Ecuador

Gómez Orea, 2008. Ordenación del territorio. Madrid-España

INDECI-DINAPRE, 2006. Manual Básico para la Estimación del Riesgo, Lima-Perú.

Mariño Juana, 2010. Lineamientos Técnicos para la Inclusión de la Gestión del Riesgo en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT); Guía Técnica Complementaria

OEA, 1993. Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado

SENPLADES-CISP-Comisión Europea, 2006. La gestión del riesgo en los procesos de planificación territorial. Quito-Ecuador

SENPLADES, 2010. Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013

Páginas WEB visitadas:

<http://www.crid.or.cr/crid/cd>

<http://www.snriesgos.gov.ec>

<http://www.comunidadandina.org/predecan/>

<http://www.siapad.net/>

<http://online.desinventar.org/>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo

PROYECTO: "GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN A ESCALA 1:25000 PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"



Registro de Observaciones Análisis del Riesgo

H1/

1. DATOS GENERALES		
1.1. OBSERVACION CODIGO <input style="width: 100%;" type="text"/> EQUIPO DE TRABAJO <input style="width: 100%;" type="text"/> FECHA/HORA <input style="width: 100%;" type="text"/>	1.2. UBICACION PROVINCIA <input style="width: 100%;" type="text"/> CANTÓN <input style="width: 100%;" type="text"/> PARROQUIA <input style="width: 100%;" type="text"/> SECTOR <input style="width: 100%;" type="text"/>	1.3. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S) COORD. X: <input style="width: 100%;" type="text"/> m COORD. Y: <input style="width: 100%;" type="text"/> m ALTITUD <input style="width: 100%;" type="text"/> msnm
1.4 EVIDENCIA FOTOGRAFIAS: <input style="width: 100%;" type="text"/> VIDEO <input style="width: 100%;" type="text"/>		
2. AMENAZAS - INUNDACION		
2.1. EVENTOS OCURRIDOS		
CAUSA <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	FENÓMENO <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	DAÑOS <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>
EFECTOS SECUNDARIOS <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	TIEMPO DE DURACION <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	FECHA DE OCURRENCIA <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>
2.2. CARACTERÍSTICAS		
RELIEVE-PENDIENTE <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	SUELOS 1 <input type="checkbox"/> Arcillosos 2 <input type="checkbox"/> Limoso 3 <input type="checkbox"/> Arenoso 4 <input type="checkbox"/> Otro	COB. VEGETAL 1 <input type="checkbox"/> Cultivos CC 2 <input type="checkbox"/> C. Permanentes 3 <input type="checkbox"/> Pastos 4 <input type="checkbox"/> Silvicultura 5 <input type="checkbox"/> Natural 6 <input type="checkbox"/> Otros
PERFIL DEL TERRENO Y ELEMENTOS CRITICOS <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	DESCRIPCION: Peligros de mayor impacto, percepción de la población <input style="width: 100%; height: 50px;" type="text"/>	
3. VULNERABILIDAD		
3.1. FACTORES DE VULNERABILIDAD		
FISICA 1 <input type="checkbox"/> V. Comunicación 2 <input type="checkbox"/> Infraestructura A. <input type="checkbox"/> I. Salud B. <input type="checkbox"/> I. Educación C. <input type="checkbox"/> I. Energía D. <input type="checkbox"/> I. Otras 3 <input type="checkbox"/> Viviendas 4 <input type="checkbox"/> Puentes Estructura: Longitud Otros datos: Material	SOCIAL 1 <input type="checkbox"/> Servicios Básicos Acceso 2 <input type="checkbox"/> Servicios Sociales Acceso	ECONOMICA Actividades Productivas 1 <input type="checkbox"/> Agrícola 2 <input type="checkbox"/> Ganadera 3 <input type="checkbox"/> Forestal 4 <input type="checkbox"/> Turística Detalle:

PROYECTO: "GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN A ESCALA 1:25000 PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL"



Registro de Observaciones
Análisis del Riesgo

H2/2

4. APROXIMACION AL RIESGO

Conjugación Amenaza y Vulnerabilidad

5. INSTITUCIONALIDAD

5.1. INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES SOCIALES

- 1 Municipalidad
- 2 Juntas Parroquiales
- 3 Policía
- 4 Bomberos
- 5 SNGR
- 6 Otros

6. POSIBLES ACCIONES DE PREVENCIÓN

5.1. INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES SOCIALES

- 1. Talleres-Capacitación
- 2. Entrega de Información
- 3. Estudios de Vulnerabilidad y Riesgo
- 4. Sistemas de Alerta Temprana
- 5. Simulacros
- 6. Determinación áreas de refugio

2. AMENAZAS - INUNDACION

2.1. EVENTOS OCURRIDOS

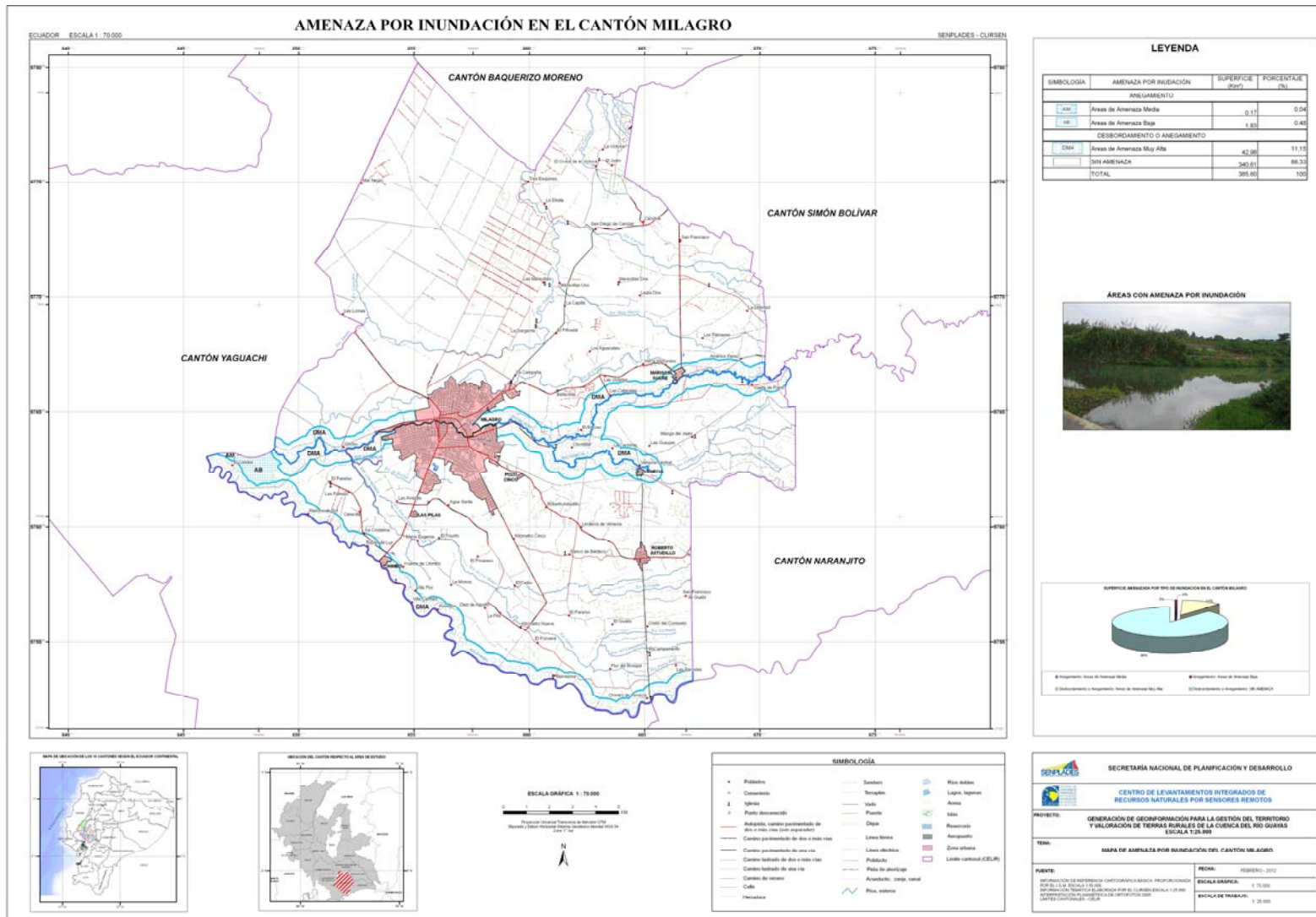
CAUSA	FENÓMENO	DAÑOS
EFECTOS SECUNDARIOS	TIEMPO DE DURACION	FECHA DE OCURENCIA

2.2. CARACTERISTICAS

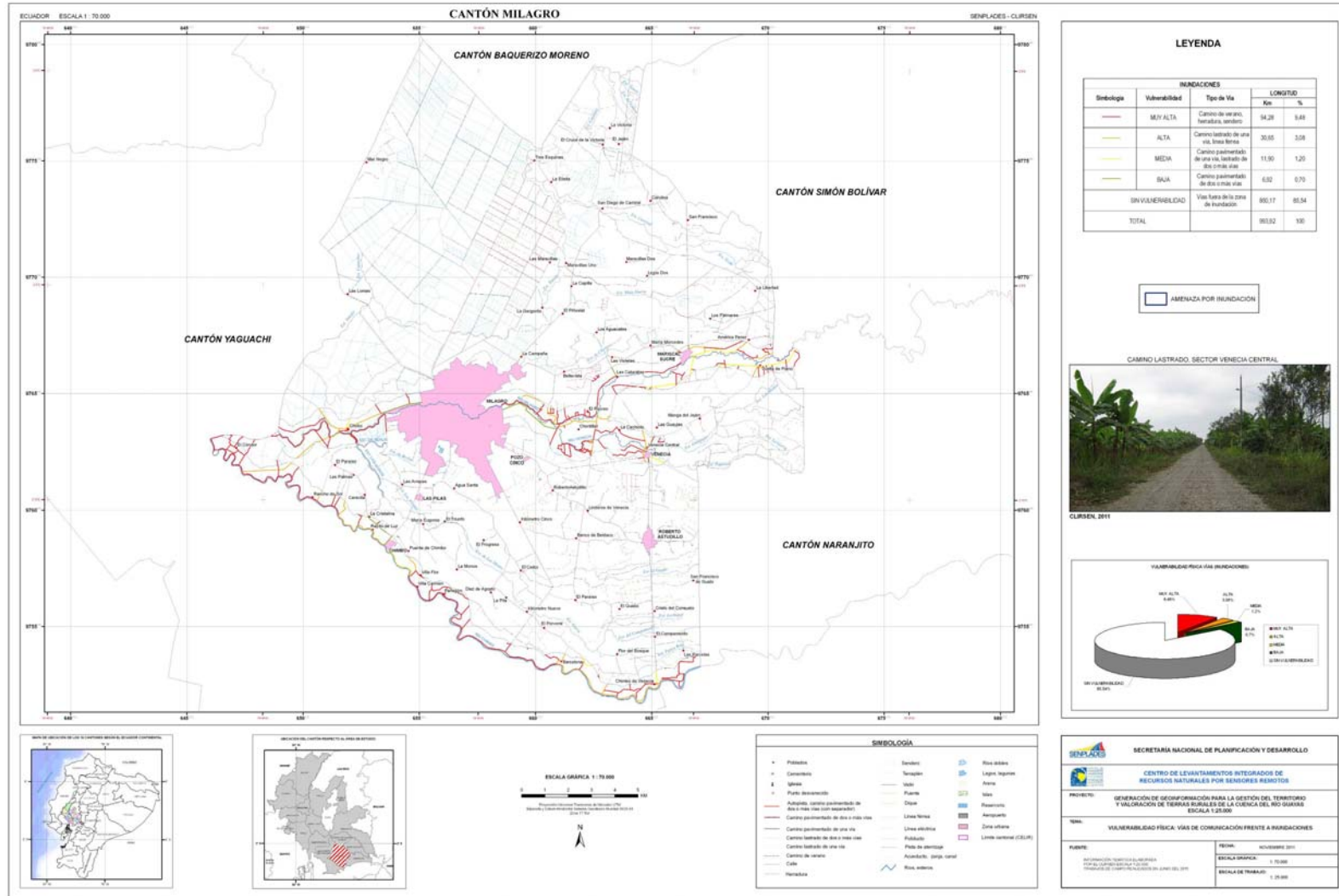
RELIEVE-PENDIENTE	SUELOS	COB. VEGETAL
	<ul style="list-style-type: none"> 1 <input type="checkbox"/> Arcillosos 2 <input type="checkbox"/> Limoso 3 <input type="checkbox"/> Arenoso 4 <input type="checkbox"/> Otro 	<ul style="list-style-type: none"> 1 <input type="checkbox"/> Cultivos CC 2 <input type="checkbox"/> C. Permanentes 3 <input type="checkbox"/> Pastos 4 <input type="checkbox"/> Silvicultura 5 <input type="checkbox"/> Natural 6 <input type="checkbox"/> Otros
PERFIL DEL TERRENO Y ELEMENTOS CRITICOS	DESCRIPCION: Peligros de mayor impacto, percepción de la poblacion	

Anexo 2. Cartografía Temática

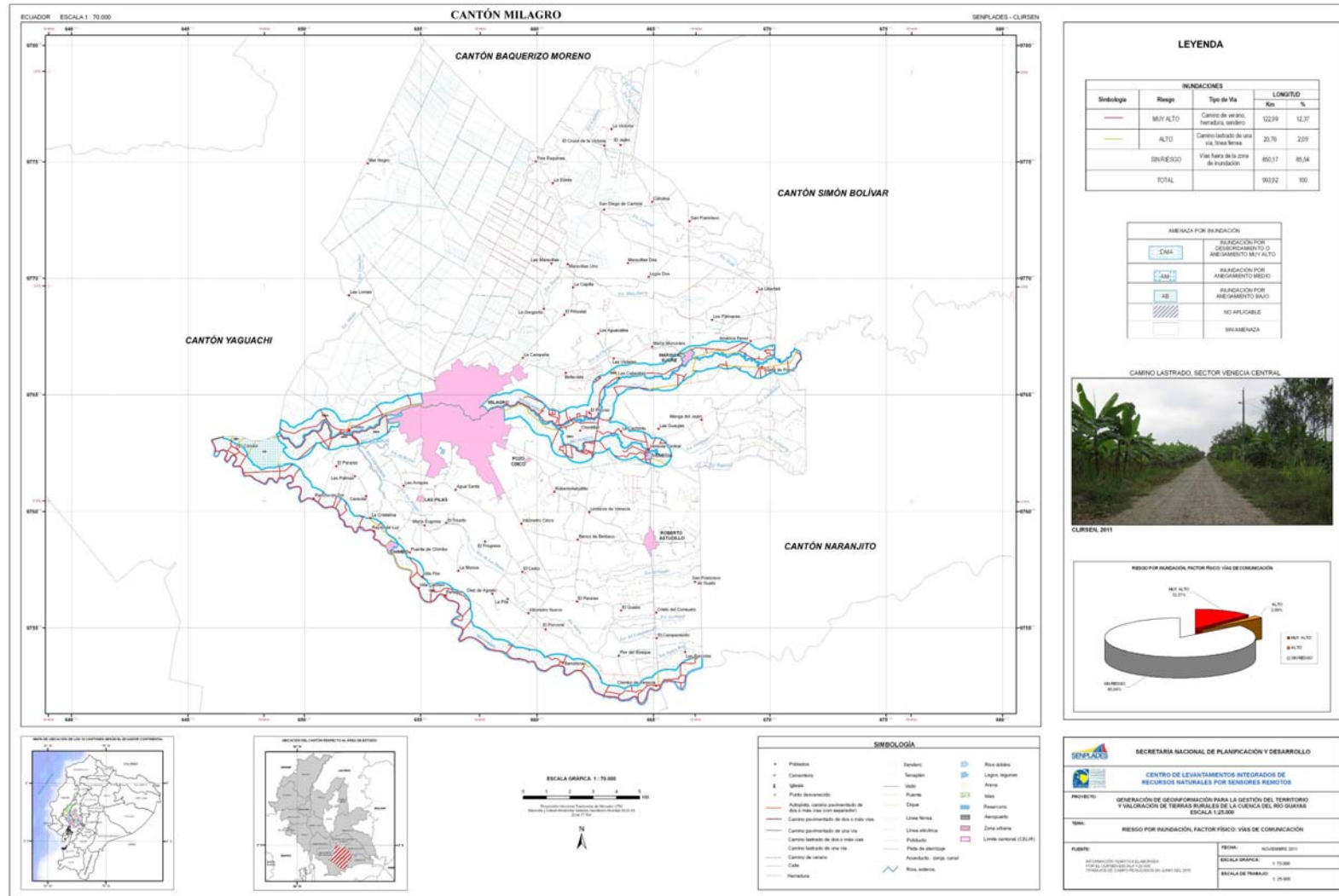
Mapa 1. Amenaza por inundaciones



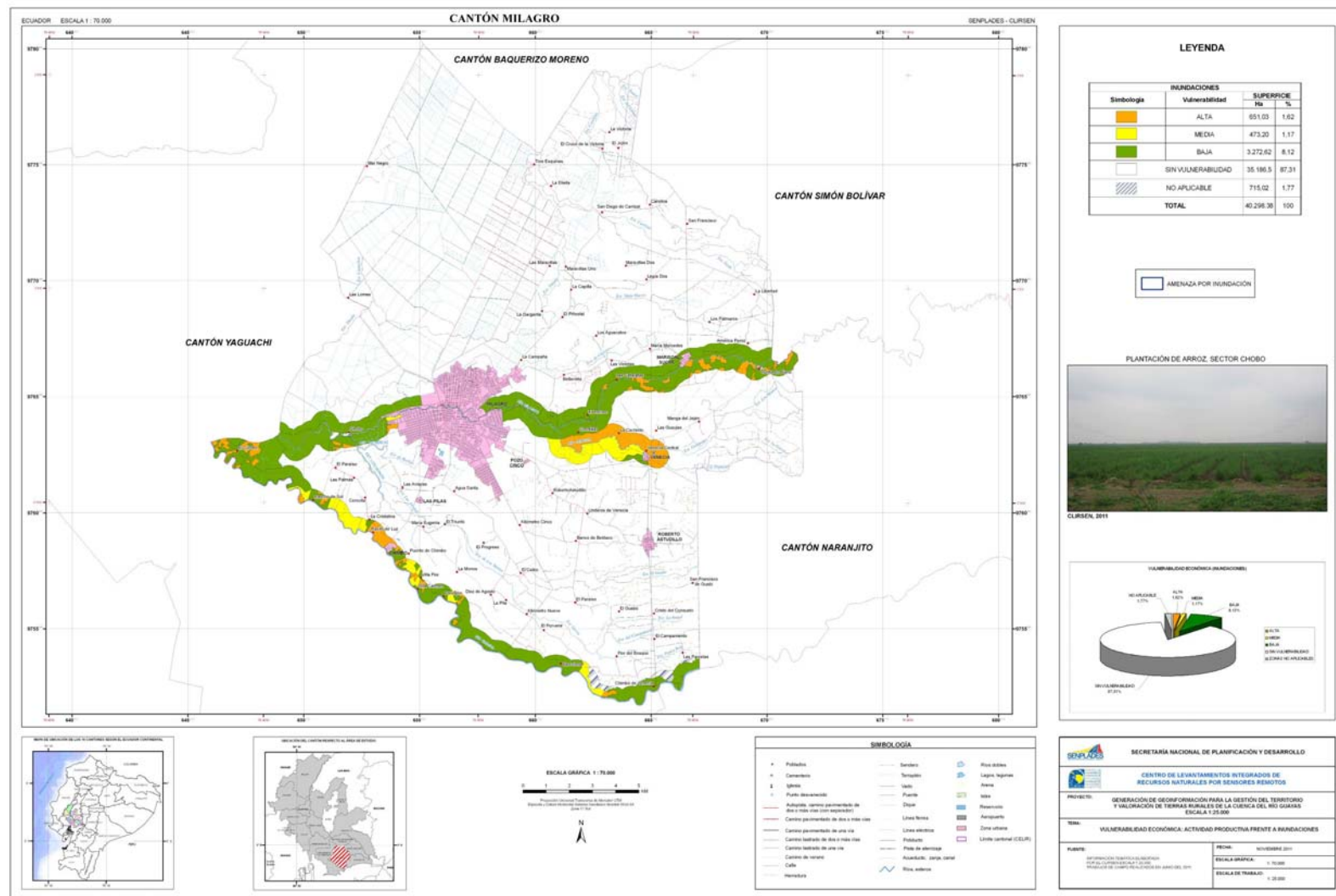
Mapa 2. Vulnerabilidad Física, variable vías de comunicación frente a inundaciones



Mapa 3. Riesgo de las vías de comunicación frente a inundaciones



Mapa 4. Vulnerabilidad Económica, variable actividades agropecuarias frente a inundaciones



Mapa 5. Riesgo de las actividades agropecuarias frente a inundaciones

