



CONTRATO 292 CORPOCALDAS – GEOSUB S.A.S

**IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR LA AMENAZA,
VULNERABILIDAD Y RIESGO PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y
LAS ÁREAS DE DESARROLLO RURAL RESTRINGIDO**

20. MUNICIPIO DE VILLAMARIA

Manizales, Diciembre de 2013

CONTENIDO

20. Municipio de Villamaría	5
20.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa	5
20.1.1. Localización y Drenaje Superficial	5
20.1.2. Uso y Cobertura.....	5
20.1.3. Geología	6
20.1.4. Pendiente.....	7
20.1.5. Curvatura	7
20.1.6. Aspecto	8
20.1.7. Relieve Interno.....	8
20.1.8. Índice de Humedad	8
20.1.9. Puntos Críticos.....	9
20.1.10. Zonificación de Susceptibilidad	10
20.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos	12
20.1.12. Factor detonante por umbral lluvia	12
20.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa	13
20.2. Zonificación de Amenaza por Inundación	14
20.3. Zonificación de Vulnerabilidad	19
20.4. Zonificación de Riesgo.....	21
20.4.1. Riesgo por Remoción en Masa	21
20.4.2. Riesgo por Inundaciones.....	22
20.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Villamaría	24
20.5.1. Centro Poblado Nueva Primavera	24
20.5.2. Centro Poblado Llanitos	30
20.5.3. Centro Poblado Gallinazo	34
20.5.4. Caserío Río Claro Antiguo	39
20.5.6 Caserío Río Claro Nuevo	44



20.5.6. Inspección de Policía Municipal Los Cuervos	48
BIBLIOGRAFIA.....	54



20. Municipio de Villamaría

Para el municipio de Villamaría se tomaron imágenes LIDAR y ortofoto semi-cartográfica de la cabecera urbana. En cuanto a los corregimientos incluidos en este estudio se ordenó ortofoto semi-cartográfica para la Nueva Primavera y Llanitos para los centros poblados de Gallinazo, Río Claro y Los Cuervos no se cuenta con ningún tipo de información cartográfica, por lo cual los resultados del análisis se presentan básicamente haciendo uso de fotografías convencionales y panorámicas obtenidas durante la etapa de campo.

20.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa

20.1.1. Localización y Drenaje Superficial

El municipio de Villamaría se localiza en la porción Centro-Sur del departamento de Caldas. En el Anexo 1, Mapa 20.1, se muestra la ortofoto de la cabecera municipal tomada para este proyecto.

En este mapa igualmente se presenta la restitución cartográfica de los drenajes superficiales en el casco urbano, el cual tiene al Río Chinchiná como drenaje principal y los tributarios fluyendo en sentido Sur-Norte con un patrón de tipo erosional dendrítico. Sin embargo es de anotar que en el casco urbano los drenajes menores no se observan, o se presentan interrumpidos en la restitución, debido al alto grado de intervención de sus cauces bien sea por canalizaciones al entrar al área construida o por llenos con escombros para adecuarlos para futuros desarrollos urbanísticos como en la quebrada La Diana que atraviesa el centro urbano en sentido SE-NW.

20.1.2. Uso y Cobertura

Las categorías de Uso y Cobertura de la cabecera municipal en Villamaría se presentan en el Anexo 1, Mapa 20.2. La distribución de las mismas muestra como el núcleo de la cabecera está constituido por las categorías Urbano I (68.6 Ha) y Urbano II (34 Ha) y se encuentra completamente urbanizado. La categoría Urbano III (61.5 Ha) se ubica en la periferia de la zona densamente poblada, especialmente en los sectores nor y suroriental.

Los flancos de la zona urbana se diferencian en que en el occidental predominan las coberturas de bosques (19 Ha) y cultivos limpios y semi-limpios (12.5 Ha); los flancos norte y oriental por el contrario están ocupados por Pastos (83.3 Ha) y suelos desnudos en lugares donde se están llevando a cabo corte y llenos para la implantación de nueva infraestructura como en el sector de La Florida.

Referente a la malla vial se halló que un 83% está pavimentado, mientras el restante 17% se encuentra aún destapado, localizándose principalmente hacia las zonas de expansión en los sectores centro y este.

20.1.3. Geología

El casco urbano de Villamaría se encuentra asentado sobre un recubrimiento de varios paquetes de depósitos piroclásticos de caída (Qto), que suprayacen en el sector oriental del casco urbano los diferentes niveles de meteorización del basamento sedimentario del Complejo Quebradagrande (Kiqd) y también suprayacen en la parte media y occidental del casco urbano a una secuencia de depósitos de flujos de escombros, denominados informalmente como depósitos de flujos de escombros de Villamaría (Qfev). En la margen izquierda del río Chinchiná se localizan diferentes niveles de terrazas aluviales recientes (Qal). (ver Anexo 1, Mapa 20.3).

Del complejo Quebradagrande se observó el Nivel I de meteorización aflorando en el sector sur-occidental en muy pequeños afloramientos debido al gran espesor de la cobertera piroclástica. El Nivel II de meteorización es casi el único nivel aflorante en el sector occidental del casco urbano del municipio; el cual puede tener espesores métricos de color rojo y aun se reconoce la textura y estructura de la roca original. El Nivel III, roca sana, aflora en el límite entre los sectores occidental y oriental sobre la vía que del puente del río Chinchiná conduce al sector oriental de La Florida.

Los depósitos de Flujos de Escombros de Villamaría (Qfev) son una unidad geológica aflorante en los sectores norte y nor-occidental del sector occidental del casco urbano de Villamaría formando un cordón que sigue el curso actual del río Chinchiná y corresponde a una secuencia espesa de capas de flujos de escombros matriz y clasto soportados, los bloques embebidos en una matriz limosa de color café. Finalmente los depósitos de Flujos Piroclásticos (Qto) son depósitos de caída originados en erupciones del Volcán Cerro Bravo, separadas por paleosuelos.

Por último, los depósitos aluviales recientes del Río Chinchiná (Qto) se encontraron en la parte norte del sector occidental de la cabecera urbana de Villamaría en la margen izquierda del río Chinchiná se definieron los depósitos aluviales que forman hasta cuatro niveles de terrazas recientes, con diferencias de altura entre 2 y 20 m como se observó en el Barrio Santa Ana. Los flujos de escombros están relacionados con los eventos torrenciales que se presentan desde la parte alta de la cuenca. En la terraza más baja y reciente, Figura 6, derecha, se observan como fragmentos de la armazón de los conglomerados,

fragmentos de construcciones, puentes, material plástico que permite inferir que este nivel de terrazas fue formada a finales del siglo pasado (XX).

20.1.4. Pendiente

En la realización del mapa de pendientes se usó como base el DTM obtenido a partir de la imagen LIDAR, de la cual se obtuvieron los siguientes rangos al clasificar su histograma por quiebres naturales: de 0° a 11°, 11° a 22°, 22° a 33°, 33° a 46° y de 46° a 88°.

En el Anexo 1, Mapa 20.4 se muestra que el casco urbano se presentan mayoritariamente pendientes bajas a moderadas (0 a 22°) al igual que en la zona de expansión de La Florida, debidas a su ubicación sobre los depósitos de flujos de escombros, los cuales rellenan la topografía original y a su vez fueron suavizados por los depósitos de flujos y caída piroclástica. Igualmente las zonas ubicadas a lo largo de las terrazas formadas por el Río Chinchiná, como en el Barrio Santa Ana. Las líneas de pendientes más altas se observan en las zonas Noroeste y oeste, asociadas a los taludes naturales creados por la incisión del río sobre los depósitos de flujos de escombros predominantes en estos sectores. Igualmente se observan altas pendientes en los sectores Sur hacia donde se presentan zonas de expansión como las laderas del Barrio Turín y las nuevas urbanizaciones sobre las laderas de la Quebrada La Diana.

20.1.5. Curvatura

En la realización del mapa de curvatura se usó como base el DTM obtenido a partir de la imagen LIDAR, ver Anexo 1, Mapa 20.5.

El mapa de curvatura muestra valores bajos de máxima concavidad en las zonas noroeste y sur del casco urbano delineando los taludes dejados por la incisión de los flujos de escombros y en las vertientes de los drenajes que atraviesan tanto estos depósitos como el casco urbano por ejemplo las laderas de la quebrada La Diana al sur donde aún no ha sido intervenida. Estos mismos valores se presentan sobre los taludes en los depósitos sobre la carretera panamericana y en algunos taludes creados en las modificaciones del terreno para la urbanización en el sector La Floresta. Los valores intermedios que reflejan las topografías planas se sitúan en la zona urbanizada central y la zona de expansión de la Florida cuya topografía es más suave debido probablemente a modificaciones del terreno original para la construcción de infraestructura. Valores más altos, mayor convexidad de las geoformas, se observan en las colinas nor y sur occidentales donde el terreno es más uniforme. Finalmente una combinación de valores altos y bajos se observa en las zonas periféricas hacia los extremos suroeste y sur, permitiendo discernir zonas con cambios abruptos debidos a los procesos erosivos que actúan en las

laderas además de los efectos de degradación del suelo debidos a la ganadería demarcados por la aparición de terracetos.

20.1.6. Aspecto

El Anexo 1, Mapa 20.6 muestra el mapa de Aspecto para la cabecera del municipio de Villamaría realizado a partir del DTM de la imagen LIDAR.

En general el mapa de aspecto de Villamaría, muestra como en el centro de la cabecera se presenta una gran alternancia de orientaciones, denotando una alta intervención antrópica en la adecuación de los taludes para construcción, sin embargo a nivel general se pueden diferenciar al menos dos patrones o tendencias definidos así: hacia la zona Oeste se observa una predominancia de laderas orientadas en sentido SW-W (202.5-292.5) y N-NE (0-67.5) las cuales se repite levemente hacia el extremo oriental en la zona de La Florida.

20.1.7. Relieve Interno

En el mapa de relieve Interno mostrado en el Anexo 1, Mapa 20.7, se puede observar como la mayor parte de la cabecera presenta valores bajos (0 a 1.3) denotando una relativa uniformidad en el relieve debida probablemente a las características de los depósitos sobre los cuales se asienta el casco urbano y las zonas de expansión como La Florida y la cuenca media de la Quebrada La Diana al sur de la cabecera. En otros sectores como Turín y parte alta de La Florida la uniformidad en el relieve revela la intervención del terreno para procesos constructivos.

Las zonas ubicadas al Sur, presentan una variabilidad un poco mayor (1.3 a 3.5) correspondiendo a la parte baja de las colinas, que rodean la cabecera en este sector y evidencian sectores suavemente empinados pero de relieve uniforme. Los valores mayores de variabilidad (3.5 a 34.4), se presentan en los sectores Oeste en las laderas dejadas por la incisión sobre los flujos de escombros y en el sector centrosur en los terrenos a lo largo de varios drenajes sin nombre que atraviesan este sector. En este sector dicha variabilidad es ocasionada por fenómenos de remoción en masa que deforman las laderas; igualmente refleja la variabilidad marcada por las prácticas de ganadería intensiva evidenciadas en la presencia de terracetos perpendiculares a la ladera.

20.1.8. Índice de Humedad

El Anexo 1, Mapa 20.8 muestra el resultado del cálculo de índice de humedad para la cabecera urbana del municipio de Villamaría. Puede observarse como las áreas donde se presentan los mayores valores de acumulación de humedad

corresponden a los sectores planos de la cabecera, ubicados principalmente en la zona alrededor de la plaza central y explanaciones del sector La Florida, y terrazas aluviales a lo largo del Río Chinchiná.

20.1.9. Puntos Críticos

Los puntos críticos presentes dentro de la cabera urbana del Municipio de Villamaría hacen referencia principalmente a sitios críticos máximos y medios por remoción en masa, los cuales fueron identificados directamente en campo, y se presentan en el Anexo 1, Mapa 20.9 y el Anexo 2. Villamaría.

En Villamaría, los punto más críticos por remoción en masa, se encuentran en primer lugar hacia el Nor-Noroeste, y corresponden con el talud casi vertical sobre los antiguos flujos de escombros del Río Chinchiná, a lo largo de la antigua carrilera, sobre la cual se han emplazado viviendas muy precarias en los sectores conocidos como Los Vagones, parte alta del Barrio Santa Ana, sector Camino Real, La Coca, Los Sauces y parte baja de la Quebrada La Diana. Hacia el sector centro-Sur, se encontraron puntos de criticidad alta en las laderas de la parte media de la quebrada La Diana y en el Barrio San Diego.

Ligeramente por fuera del perímetro urbano, se encontró un sector de criticidad máxima, ubicado entre las Quebradas la Diana-La Cristalina y el Alto del Portón en la parte de atrás de la nueva urbanización Mirador de las Lomas. En la vertiente oeste se encontraron dos procesos erosivos activos de gran magnitud, de tipo complejo, los cuales comprometen la cubierta de cenizas y el regolito de las rocas del complejo Cajamarca. El avance de los procesos ladera arriba así como el súbito descendimiento de dicho material el cual puede causar represamientos y dañar el box culvert, representan una seria amenaza tanto para la nueva urbanización como para la parte baja del casco urbano.

Los puntos de criticidad media, se relacionan con la existencia de taludes o laderas muy pendientes, usualmente afectadas por procesos erosivos actualmente inactivos (pero que pueden reactivarse), y con construcciones en la parte superior o por deficiencias en los proyectos constructivos de nuevas urbanizaciones, donde no hay adecuación de laderas, confinamiento de llenos, pavimentación de vías o sistemas de recolección de aguas de escorrentía y agua lluvias, como en los barrios Los Cerezos, San Diego, vía perimetral en el Barrio La Pradera, Nuevos Horizontes. Igualmente en el sector Este, conocido como La Florida, el cual se ha constituido como el nuevo polo de desarrollo urbanístico del municipio, se encontraron sectores de criticidad media en los taludes empinados a lo largo de la carretera Panamericana, taludes al sur de las nuevas urbanizaciones en el sector La Florida y laderas de la vertiente oeste de la quebrada Chupaderos.

En cuanto a las zonas de criticidad máxima por inundación, en campo se evidenciaron dos sitios, como son el sector Los Molinos ubicado entre el Río Chinchiná y la carretera Panamericana, donde un flujo de escombros ocurrido en 2011 en la planta de Gallinazo afecto el sector, dañando 3 casas. El segundo sitio está ubicado en el Barrio Santa Ana el cual se ubica en la llanura de inundación del Río Chinchiná. En la zona urbana se encontraron sitios de criticidad media sobre el curso de la Quebrada La Diana, especialmente en la zona del Polideportivo y en las entregas del Box Culvert en el talud que da al Río Chinchiná.

20.1.10. Zonificación de Susceptibilidad

La Matriz AHP, que permitió establecer el orden e importancia de los parámetros que juegan un rol en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en la Cabecera Urbana del Municipio de Villamaría, se presenta en la Figura 20.1

AHP Analytic Hierarchy Process (EVM multiple inputs)
K. D. Goepel Version 08.05.2013 <http://bpmmsg.com>
Only input data in the light green fields and worksheets!

n= Number of criteria (3 to 10) Scale:

N= Number of Participants (1 to 20) α : Consensus:

p= selected Participant (0=consol.) 2 7

Objective:

Author:

Date: EVM check: 1,38414E-10

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Uso y Cobertura		15,1%	3
2	Geologia		19,1%	2
3	Pendientes		46,5%	1
4	Curvatura		6,1%	5
5	Relieve relativo		7,6%	4
6	Indice Humedad		5,6%	6
7				
8				
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the		
10		question section ("+" in row 66)		

Result

Eigenvalue lambda:

Consistency Ratio 0,37 GCI: CR:

Figura 20.1. Matriz AHP para la zonificación de susceptibilidad a remoción en masa en la cabecera del municipio de Villamaría

La combinación óptima de factores, así como los pesos finales asignados y su carácter de Contribución (+ ó -) utilizados en la modelación de susceptibilidad por medio del SMCE del software Ilwis se observan en la Tabla 20.1.

Tabla 20.1. Combinación y peso de factores usados en la modelación de Susceptibilidad en la cabecera de Villamaría

Factor	Peso	Carácter
Pendientes	0.46	+
Geología	0.26	+
Uso Urbano	0.12	+
Relieve interno	0.08	+
Curvatura	0.04	+
Índice de Humedad	0.04	-

El mapa resultado se presenta en el Anexo 1, Mapa 20.10. Puede observarse cómo la clase de **Susceptibilidad Baja** ocupa un total de 158 Ha, y representa el 41% del total del área urbana. Esta clase se encuentra concentrada hacia la zona centro de la cabecera, coincidiendo con las zonas de menor pendiente y donde el uso del suelo se haya consolidado con manzanas construidas en más del 80% (Urbano I y II). Otra zona de susceptibilidad baja, se halla en el sector Nor-Noroeste hacia donde se ubican las terrazas del Río Chinchiná, como en la parte baja del Barrio Santa Ana. Hacia el Este esta categoría coincide con las explanaciones y nuevos desarrollos urbanos en el sector de La Florida. La categoría **Susceptibilidad Media**, constituye la clase más representativa en la cabecera, ocupando el 43% del terreno (167 Ha) y distribuida en la zona periférica central, con predominancia hacia el piedemonte en la zona Sur; en la zona de expansión de La Florida, predomina igualmente en las laderas orientadas hacia el sur

Finalmente, la clase de **Susceptibilidad Alta**, con un 16%, ocupa 60,5 Ha., y se encuentra ubicada preferencialmente en tres sectores así: hacia el Nor-noreste coincidiendo con los taludes y laderas de alta pendiente, generados por la incisión del Río Chinchiná sobre los flujos de escombros, especialmente en el talud superior de la antigua vía del ferrocarril. En este sector además de deslizamientos se presenta una alta susceptibilidad a la caída de rocas por el lavado de la matriz de los flujos. El segundo sector se ubica hacia el Este en el sector de La Florida. Aquí igualmente la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa se da sobre los depósitos de flujos, pero los cortes verticales fueron dejados por la construcción de la vía Panamericana. Es de anotar que en la actualidad se están construyendo obras de estabilización a lo largo de esta vía. La tercera zona se ubica hacia el Suroeste de la cabecera, en las laderas que constituyen los barrios

La Floresta, Turín, Alto El Portón y la vertiente de la quebrada La Diana, en la cual se observan procesos activos y una alta degradación debido al sobrepastoreo y la deforestación.

20.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos

Como se estableció en la metodología general, al resultado de la interpretación de fenómenos de remoción en masa con diferentes grados de actividad se le ha denominado mapa de Persistencia. Para Villamaría, dicho mapa se presenta en el Anexo 1, Mapa 20.11. En dicho mapa, se observa cómo a través del tiempo los fenómenos de remoción en masa se han concentrado en la cabecera en dos franjas una al norte y otra al sur, que la atraviesan de este a oeste. Estos fenómenos de diferentes tamaños y grados de actividad, se han ubicado por un lado a lo largo de los taludes que delimitan los depósitos de flujos de escombros, sobre los cuales se asienta tanto la zona urbana como la zona de expansión de La Florida; la segunda franja, se ubica hacia el Suroeste en los piedemontes de las colinas que constituyen los barrios La Floresta, Turín, Alto El Portón y las vertientes de la quebrada La Diana cuyo cauce aun hoy continua siendo modificado y rellenado para procesos de urbanización. Hacia la zona Norte y Este, dichos fenómenos son de tipo complejo, sobre los depósitos de flujos de escombros y de tipo flujos de suelo y escombros sobre la cubierta de cenizas.

Hacia el Sur, estos procesos son de menor tamaño y de tipo flujo de suelos y procesos de profundización de cauces (cárcavas), que han ocurrido en la cobertera de cenizas.

El máximo nivel de actividad encontrado corresponde a procesos tipo E4 o eventos con moderado avance, y se ubican principalmente en el sector Noroeste en los taludes entre el límite de la zona urbanizada y la antigua carrilera del ferrocarril, en el sector Suroeste en las laderas de la Quebrada La Diana y hacia el este en los taludes de la vía Panamericana y las vertientes de la quebrada Chupaderos, y un drenaje sin nombre que desemboca a la altura del barrio Los Molinos.

20.1.12. Factor detonante por umbral lluvia

En el Anexo 1, Mapa 20.12 se muestra el mapa de factor detonante por umbral lluvia para la cabecera del municipio de Villamaría. Este mapa se construyó reclasificando los factores uso y cobertura, geología y pendientes asignándoles nuevos pesos, de acuerdo con la susceptibilidad de cada factor con respecto a los umbrales de lluvia encontrados para el municipio, con un periodo de retorno de 15 años. Estos factores y pesos se muestran en la Tabla 20.2.

Tabla 20.2. Pesos atribuidos para los mapas de factores del mapa por factor detonante por umbral de lluvias para el casco urbano de Villamaría

		Peso		
	Uso Cobertura	5		
Impermeables		1		Peso
	Urbano 1		Pendientes en grados	5
	Urbano 2		0 - 10	9
	Parque		10 - 25	4
	Deportivo		> 25	1
	Escaleras			
	Cementerio	Geología	8	
	Urbano 3	4	Qto/Kif	4
			Qto/Qfel	7
			Qto/Qfel	7
		Qal	7	
		Qfe	6	
Permeables	Bosque	6		
	Pasto			
	Cultivo semi-limpio y limpio		LLUVIAS tr-15	6
	Rastrojo		86/95 mm	5
	Vía Destapada			
	Botadero			
	Río			
	Suelo desnudo	8		

El mapa muestra mayor incidencia por el disparador de umbral de lluvias hacia el Este de la cabecera, hacia la zona de expansión de La Florida, donde actualmente se observa una predominancia de suelos desnudos y excavaciones asociadas a los procesos de urbanización a gran escala que allí están teniendo lugar. Otras zonas de alta incidencia se observan en la parte baja de las laderas de la Quebrada la Diana, sector del polideportivo, terrazas aluviales del Río Chinchiná, sector a la entrada y estación de servicio.

20.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa

Del cruce entre la Zonificación de Susceptibilidad, el mapa detonante por umbral lluvias y el mapa de Persistencia, se obtuvo el mapa de Amenaza actual por

fenómenos de remoción en masa para la cabecera del municipio de Villamaría, que se presenta en el Anexo 1, Mapa 20.13.

Los sectores identificados como de **Amenaza Alta**, están relacionados primordialmente con la inadecuada intervención antrópica, manifiesta por ejemplo en la urbanización de zonas con altas pendientes y problemas de estabilidad, igualmente los cortes verticales y de gran elevación sobre los cuales se construyen estructuras de gran peso y sobre los cuales tampoco hay manejo de aguas superficiales, la disminución de la cobertura vegetal y las condiciones precarias de algunos asentamientos y la presencia de llenos no confinados, sobre los cuales se construyen urbanizaciones sin la adecuada planeación, dejando vías sin pavimentar y sin manejo de escorrentía superficial. En general los sitios que deben ser intervenidos en el corto a mediano plazo, para prevenir el riesgo que representan para las comunidades se distribuyen en 3 zonas principales: La Noreste, donde se encuentran sectores densamente urbanizados, tanto en la parte alta como media del talud dejado por la incisión del Río Chinchiná sobre los depósitos de flujos de escombros y a lo largo de la antigua vía del ferrocarril como son el sector Los Vagones, parte alta del barrio Santa Ana, sector Camino Real, Los Sauces, parte baja de la Quebrada La Diana y la parte baja de la nueva urbanización Ciudad Jardín. Hacia el sector centro-Sur, se tiene las laderas de la Quebrada la Diana, el Alto del Portón, taludes del barrio Nuevos Horizontes, sector en la Cra 7B con Calle 12, sector Alto de la Virgen, Barrio San Diego y ladera inferior de la vía a Turín. Hacia el Este se encontraron sectores de Amenaza Alta en los taludes empinados a lo largo de la carretera Panamericana, taludes al sur de las nuevas urbanizaciones en el sector La Florida y vertiente occidental de la quebrada Chupaderos.

20.2. Zonificación de Amenaza por Inundación

El casco urbano del municipio de Villamaría, posee varias corrientes de características importantes en el momento de cruzar la cabecera municipal, está bordeado en sentido sureste-noroeste por el Río Chinchiná y atravesado en sentido S-N por varias quebradas que de Este a Oeste se denominan: Chupaderos, El Molino, La Diana y La Cristalina y otras sin identificar, lo cual hace que estos afluentes también sean importantes en la modelación hidráulica para establecer las amenazas por inundaciones.

La mayoría de estos cauces en las zonas donde cruza el municipio han sido intervenidos de diferentes formas, en su mayoría con tramos discontinuos de box culvert, canalizaciones o puentes, con secciones con características físicas diferentes, la localización de estas conducciones se realizó utilizando la cartografía del proyecto, levantamientos no detallados en campo del grupo de trabajo y la cartografía de otros estudios.

Los estudios hidrológicos requieren la caracterización fisiográfica y morfométrica de las cuencas, la estimación de las lluvias de diseño para los diferentes periodos de retorno y el cálculo final de los caudales asociados.

El caso particular del municipio de Villamaría, se dividieron las corrientes en diez sub-cuencas debido a que las nueve corrientes que presentan una jerarquía importante, están localizadas en zonas diferentes dentro de la cabecera urbana y los cauces de jerarquía mayor presentan algunas zonas que deben ser evaluadas de forma independiente con el fin de caracterizar los diferentes tramos de interés dentro de este cauce (ver Figura 20.2).

Se estimaron los caudales aplicando metodologías empíricas, dado el tamaño de las subcuencas estudiadas. En el archivo digital adjunto, se encuentran las memorias de cálculo con todos los métodos aplicados. La Tabla 20.3, muestra los resultados obtenidos para las subcuencas del municipio de Villamaría.

Las imágenes LIDAR y los resultados del estudio hidrológico, son el insumo fundamental de los estudios hidráulicos, los cuales se desarrollan modelando las corrientes principales presentes en el municipio de Villamaría en el software HEC RAS, el cual requiere que se definan secciones transversales del cauce, el eje del río y las bancas.

Debido a la necesidad de generar una modelación completa de la corriente, se generaron dos escenarios:

Tabla 20.3. Caudales estimados para las sub-cuencas de la cabecera municipal de Villamaría.

Nombre	Área (Km2)	PPT 15	PPT 100	Coef. Escorrentía Tr 15	Coef. Escorrentía Tr 100	Q (m ³ /s) Tr=15 años	Q (m ³ /s) Tr=100 años	Q (m ³ /s) Tr=100 años + 40%
Sub-cuenca 1	0.4393	93.945	130.709	0.6	0.65	5.523	8.607	12.049
Sub-cuenca 2	0.2956	93.838	130.000	0.6	0.65	2.954	4.574	6.404
Sub-cuenca 3	1.3469	93.006	130.345	0.6	0.65	11.600	17.792	24.908
Sub-cuenca 4	0.7646	92.052	131.000	0.6	0.65	9.217	14.557	20.380
Sub-cuenca 5	0.0728	92.000	130.889	0.6	0.65	1.222	1.957	2.739
Sub-cuenca 6	0.4689	91.018	130.536	0.6	0.65	5.506	8.770	12.279
Sub-cuenca 7	2.6546	89.482	129.838	0.6	0.65	23.580	35.879	50.231
Sub-cuenca 8	0.2901	89.947	129.737	0.6	0.65	4.040	6.555	9.177
Sub-cuenca 9	1.3973	90.965	130.983	0.6	0.65	15.238	23.458	32.841
Sub-cuenca 10	0.2658	90.394	129.727	0.6	0.65	4.430	6.841	9.578

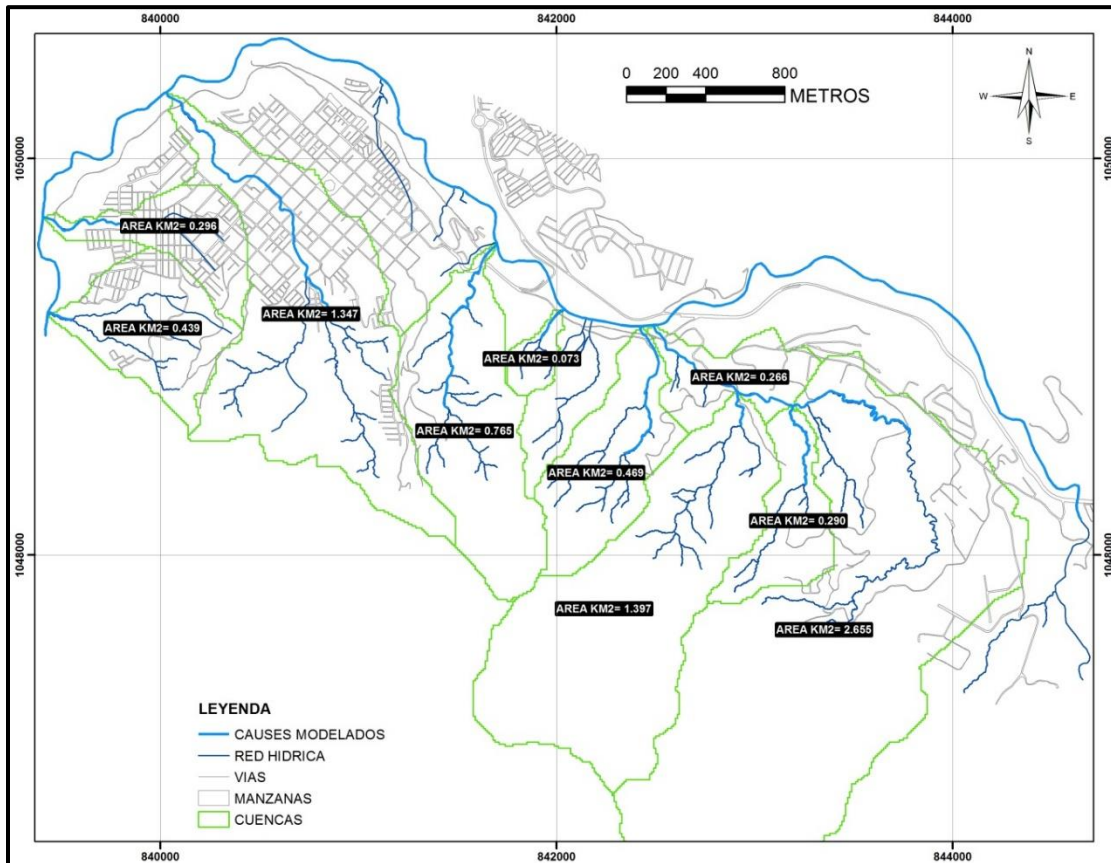


Figura 20.2. Cuencas hidrográficas de la cabecera municipal de Villamaría.

El primero corresponde a un modelo que simula la conducción tapada, donde el flujo pasa por la parte superior del box culvert, ya que en este escenario generalmente se sobrepasa el flujo debido al material transportado por las corrientes o simplemente por colapso de la estructura por falta de mantenimiento de las mismas que es el caso más frecuente.

En el otro escenario, se corta el terreno en secciones siguiendo la cartografía horizontal y vertical encontrada, para generar una modelación aproximada del posible funcionamiento y eficiencia de esta estructura, con una condición falsa de canal abierto y entendiendo que en caso de que el flujo sobrepase los niveles correspondientes a la sección de la estructura, esta estaría trabajando a presión y generaría una dinámica hidráulica diferente.

Debido a lo anterior, es preciso plantear soluciones de tipo hidráulico, ya sea por ineficiencia o presurizaciones que generan reflujos en las viviendas o en la red de alcantarillado por conexión directa de este tipo de elementos, es necesario realizar

estudios y levantamientos detallados en estas zonas de afectación con el fin de generar soluciones adecuadas a los diferentes problemas detectados en los escenarios planteados, además de una inspección visual en las obras donde se pueda evaluar el estado de estas.

La combinación de los dos modelos permite zonificar la amenaza por inundación de la zona urbana del municipio de Villamaría, combinando los mapas de velocidad y calado resultado de los modelos hidráulicos. La Figura 20.3 muestra el modelo hidráulico generado para la cabecera.

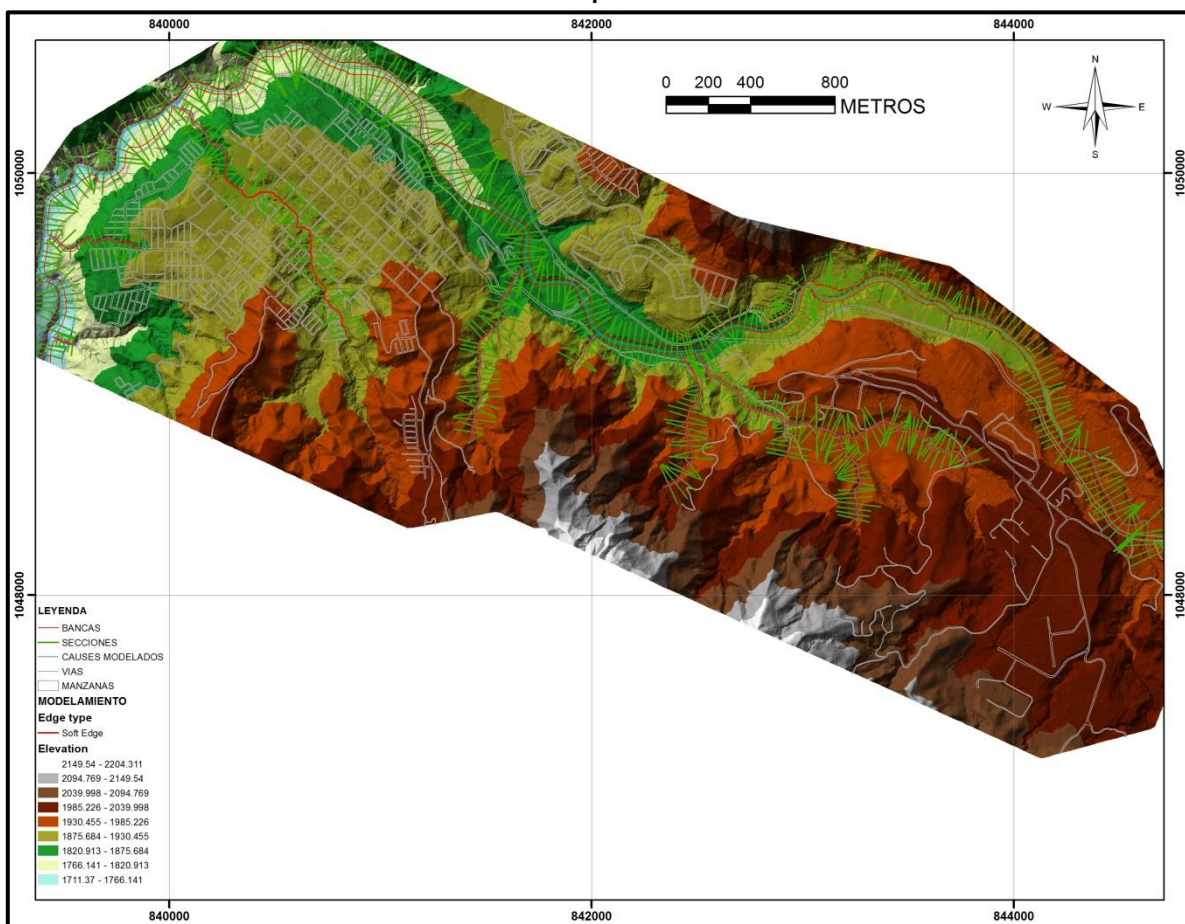


Figura 20.3. Modelo hidráulico de la cabecera municipal de Villamaría

La zonificación de amenaza por inundación, ver Figura 20.4 y Mapa 20.14 del Anexo 1, se realiza combinando y reclasificando los mapas de velocidad y calado, que muestran un predominio de amenaza alta media a lo largo de los diferentes cauces urbanos en el municipio de Villamaría.

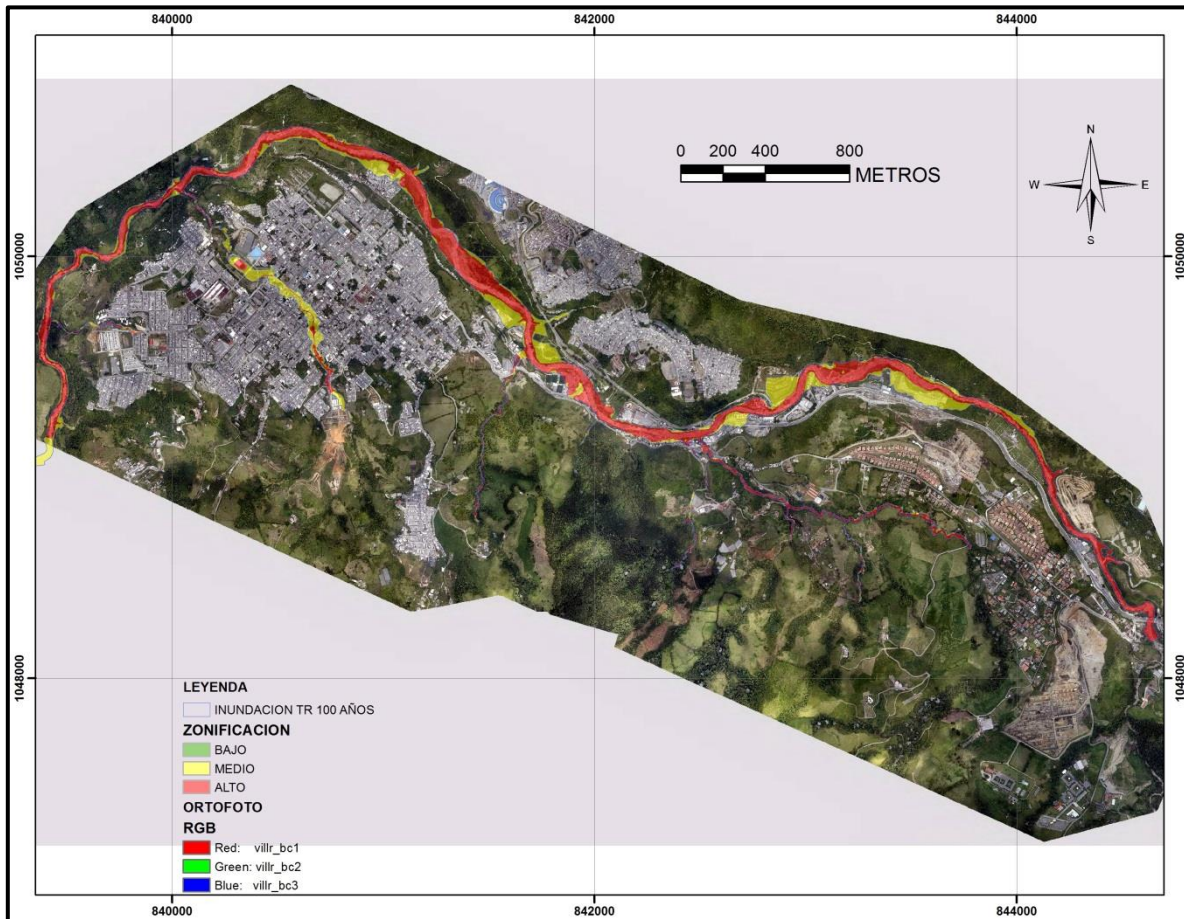


Figura 20.4. Zonificación de la amenaza por inundación en la cabecera municipal de Villamaría.

La mayoría de estas quebradas están canalizadas una vez entran en la zona urbana presentando sectores con box culverts o canalizaciones abiertas muy antiguas que tienen antecedentes de incompetencia hidráulica y han generado problemas de inundación en algunas zonas de la cabecera municipal.

Como se describió en el marco conceptual, para llevar a cabo la zonificación de la amenaza por inundación, fue necesario realizar estudios hidrológicos e hidráulicos, sobre las corrientes que cruzan el municipio. Dichos estudios se realizaron aplicando técnicas multimodelo, que van desde metodologías empíricas para cuencas de áreas menores a 2 Km² pasando por hidrogramas unitarios sintéticos y modelación hidrológica distribuida, semi-distribuida y agregada para cuencas de áreas superiores. Los estudios hidrológicos requieren la caracterización fisiográfica y morfométrica de las cuencas, la estimación de las lluvias de diseño para los diferentes periodos de retorno y el cálculo final de los caudales asociados.

En la Figura 20.4 y en el Mapa 20.14 del Anexo 1, se muestran los resultados de la zonificación de la amenaza por inundación para la cabecera municipal de Villamaría, el Río Chinchiná en su margen izquierda muestra amenaza alta por inundación en todo su recorrido desde la quebrada Chupaderos al sureste hasta el límite del perímetro suroeste del casco urbano en la zona de La Floresta, y se ve como en algunas pequeñas áreas donde se amplía la sección hidráulica del río se presentan zonas de amenaza media como en el Barrio Santa Ana. La quebrada que sirve de límite sur de esta cabecera municipal en el sector de La Florida y que desemboca en Pintuales, presenta amenaza alta pero está prácticamente demarcada en la sección estrecha de esta corriente.

La quebrada La Diana, es un drenaje casi en su totalidad canalizado en un box culvert cuando atraviesa la parte central de Villamaría presenta amenaza media en su recorrido norte y más bajo de este drenaje, y zonas con amenaza alta principalmente en la cabecera de la quebrada, que en este sector cada vez está siendo más urbanizada y por lo tanto totalmente canalizada sin ningún respeto por la faja de protección, ya que el desarrollo urbanístico como el caso del Mirador de Las Lomas, está en todo se apogeo en esta zona.

El drenaje más occidental que de acuerdo con la modelación, es el que cruza el barrio Ciudad Jardín presenta amenaza alta pero debido a la alta disección y las altas pendientes de la zona sobre todo en la parte baja del drenaje, las amenazas altas y medias combinadas se suscriben a un sector muy estrecho dentro del mismo drenaje.

Existen también tres drenajes localizados en la parte media del perímetro urbano, que es la zona más angosta entre Pintuales y la entrada a la parte noroccidental de Villamaría, los cuales tienen amenaza alta y media combinadas, pero su mayor recorrido es por fuera del perímetro urbano, ver Mapa 20.14 del Anexo 1.

20.3. Zonificación de Vulnerabilidad

En la metodología propuesta en el Proyecto 292, se propuso llevar a cabo la zonificación de Vulnerabilidad a partir de los datos del SISBEN, localizando inicialmente los datos de las encuestas en un **Mapa de Barrios**, elaborado a partir de la nomenclatura manejada en ese sistema. A partir de allí se evaluaría la vulnerabilidad a partir de factores Físicos y Socio-económicos, divididos en indicadores y categorías, modelándolos en el software Ilwis.

Lamentablemente para Villamaría no fue posible obtener la información del SISBEN, por lo cual se debió implementar un método más simple para al menos tener una aproximación general de lo que puede ser la distribución espacial de

familias y viviendas en situación vulnerable frente a amenazas naturales, en este caso remoción en masa e inundación. Para tal fin, se decidió entonces usar la tipología de vivienda como proxy de vulnerabilidad. Al igual que en la modelación en SIG el tipo de vivienda se usa como indicador basándose en la suposición que una vivienda adecuada, así como un acceso apropiado a los servicios públicos, son un componente esencial para una vida saludable y garantiza una mínima protección frente a las amenazas naturales. Basándose en este hecho se llevó a cabo una interpretación de zonas consideradas de Alta, Media y Baja Vulnerabilidad, teniendo como base la Ortofoto del 2013 para el municipio, disponible para el proyecto, y apoyando dicha interpretación con la visualización ofrecida por el programa Street View de Google Earth, disponible para Villamaría a partir del mismo año (2013) y los recorridos y fotografías convencionales tomadas en campo.

El **mapa de vulnerabilidad** para la zona urbana de Villamaría obtenido a partir de la combinación de dichas técnicas, se presenta en el Anexo 1, Mapa 20.15. Puede observarse como la categoría de **Vulnerabilidad Baja** se ubica preferencialmente hacia el este del municipio en el sector conocido como La Florida y hacia el noroeste en Urbanizaciones como Nazareno, Guayacanes, Villa Jardín, Torres de Villamaría, y las recién construidas Ciudad Jardín y Mirador de Las Lomas, en la cual se encuentran viviendas en mampostería de 2 pisos o bloques, divididos en apartamentos individuales correspondientes a conjuntos cerrados, en los cuales se espera que dicha vivienda sea de propiedad y pertenecientes a familias de ingresos medios a altos, con afiliación a salud a un sistema pago, personas con educación secundaria, técnica y superior, con predominancia de educación adulta y niños y baja densidad de población.

La **Vulnerabilidad Media**, según el método de análisis implementado, sería la clase predominante en la cabecera, y se encuentra en la porción oeste de esta. Son sectores donde predomina las casas de uno y dos pisos en mampostería originadas en procesos de urbanizaciones de interés social o autoconstrucción como barrios Urapanes, La Pradera, La Floresta, Turín, Popular etc; o las casas o materiales mixtos especialmente bahareque y ladrillo, correspondientes al sector central y sectores antiguos que han sufrido remodelaciones y en general están en buen estado de mantenimiento. Se espera que un gran porcentaje de la población tenga régimen de salud subsidiada, con ingresos medios a bajos, tenencia de casa propia y en gran porcentaje alquilada, con predominancia de escolaridad media a baja (entre primaria y secundaria), y cuyo grupo etéreo predominante corresponde a personas adultas y adultos mayores y un índice medio de densidad de población.

La categoría de **Vulnerabilidad Alta** se encontró ubicada predominantemente en la parte norte, siguiendo el trazo de la antigua vía del ferrocarril en los sectores

conocidos como Los Vagones, Santa Ana y parte baja de la Quebrada La Diana; igualmente en la zona centro en las orilla izquierda del Río Chinchiná en el sector conocido como Los Molinos y hacia el Sur en el inicio del Box Coulvert de la Quebrada la Diana, la entrada al Barrio Turín, el Barrio San Diego y salida hacia el sector de Tejares. En estos barrios se observan condiciones muy frágiles con la casi totalidad de las viviendas en bahareque o esterilla, de 1 o 2 o pisos (alturas entre 3 y 6 m) y en las cuales se espera un total predominio de afiliación a salud subsidiada, ingresos muy bajos con la población percibiendo menos de 1 salario mínimo y altos índices de subempleo y desempleo, baja proporción de vivienda propia pues muchos de estos sectores se encuentran urbanizados informalmente, niveles altos de analfabetismo y baja escolaridad (primaria), con alto porcentaje de población menor de 13 años, y probablemente la más alta densidad de población para la cabecera.

20.4. Zonificación de Riesgo

20.4.1. Riesgo por Remoción en Masa

El mapa de riesgo se origina al cruzar las zonificaciones de Amenaza por remoción en masa y el mapa de Vulnerabilidad de los barrios, cuyo resultado para la cabecera urbana de Villamaría se presenta en el Anexo 1 Mapa 20.16. Los sitios catalogados como de *Riesgo Muy Alto*, son aquellos donde coinciden los dos factores de máxima amenaza y fragilidad física y socioeconómica (Vulnerabilidad) y se consideran prioritarios para su intervención. El *Riesgo Alto* se da en aquellos sectores donde se conjugan una Alta Amenaza con Vulnerabilidad Media.

Para Villamaría, el Riesgo Muy Alto se da primordialmente en el sector Nor-Noroeste correspondiente a los taludes verticales sobre los flujos de escombros entre la zona urbana y la antigua carrilera afectando sectores de entrada a Villamaría, Los Vagones, parte alta del Barrio Santa Ana, Sector Camino Real, Los Sauces, La Coca, parte baja de la Quebrada La Diana. Hacia el Centro-Sur el Riesgo muy alto se presenta en el talud entre la Carrera 12 con Calle 9 y la Via al sector llanitos en el sector conocido como El Bombazo. Igualmente en los taludes de la quebrada La Diana al inicio del box culvert, los taludes perimetrales del Barrio San Diego. Hacia el Este el riesgo muy alto solo se encontró en una pequeño franja en la parte alta del sector conocido como Los Molinos.

Estos sectores representan la conjugación de la pobre planeación territorial al permitir la ocupación de terrenos no aptos con viviendas en pobres sistemas constructivos y cuya infraestructura de servicios como alcantarillados y sistemas de colección, conducción y manejo de aguas superficiales son inexistentes en su mayoría. Todo esto aunado a una alta Vulnerabilidad de los habitantes, quienes aún antes de que ocurran eventos catastróficos, se hallan en precarias

condiciones sociales y económicas. Esta conjugación de factores físicos y humanos redundan en la baja resiliencia de las comunidades expuestas, donde no se requiere un evento de grandes magnitudes para disparar situaciones de crisis.

Igualmente, en estos sectores, no se llevan a cabo las necesarias medidas preventivas al momento de establecer infraestructura de interés comunitario (polideportivos, plantas de agua, electricidad, colegios, etc.), incorporando obras de adecuación del terreno como perfilado de taludes, manejo de aguas superficiales, implantación de adecuadas coberturas vegetales que las protejan de la acción de fenómenos como la remoción en masa. Ante esto solo quedan las acciones de mitigación y corrección, que generalmente se llevan a cabo una vez el elemento expuesto ha sido dañado o se han generado pérdidas de vidas y bienes que una adecuada planeación y regulación pueden evitar.

En Villamaría y ante la escasez de tierras para urbanizar en el sector urbano se está dando el fenómeno de permitir desarrollos de urbanizaciones para los estratos 4 y 5 en terrenos que por ley debería respetarse como son las rondas hídricas de las quebradas, tal es el caso de la parte alta de la quebrada La Diana con la urbanización mirador de las Lomas, Ciudad Jardín y la urbanización del sector La Florida. En estos sectores además del lleno de los cauces no se ha tenido en cuenta la inestabilidad de las cuencas, lo cual pone en riesgo la población que allí se asienta.

Finalmente, y de acuerdo a los lineamientos de Corpocaldas, la posibilidad de implementar obras que al intervenir la amenaza ayuden a disminuir la exposición de los bienes y habitantes, determina que el Riesgo se pueda considerar como Mitigable o No Mitigable. Después del análisis profesional se determinó que en Villamaría todos los sectores se pueden intervenir, de allí que todo el Riesgo se considere como Mitigable.

Con el fin de cuantificar la exposición se llevó a cabo un conteo de casas expuestas en cada barrio, en la Tabla 20.3 se presenta un consolidado por categoría por barrio, según el índice del **Sisben**. El listado completo con identificadores y coordenadas se presenta en el Anexo 5_Villamaría.

20.4.2. Riesgo por Inundaciones

El mapa de riesgo por inundaciones, ver Anexo 1, Mapa 20.17, se hizo mediante el cruce del mapa de amenazas por inundaciones, Anexo 1, Mapa 20.14, con el mapa de vulnerabilidad Anexo 1, Mapa 20.16, y este cruce se superpuso sobre el mapa reclasificado del uso del suelo y la ortofoto, donde se establecen las zonas

de riesgo en los diferentes drenajes, ver Anexo 1, Mapa 20.2. En la Tabla 20.4 se muestran los cruces de amenaza y vulnerabilidad y las clases de riesgo resultante.

Tabla 20.4. Riesgo resultante del Cruce de las clases de Amenaza por Inundaciones y Vulnerabilidad.

		AMENAZA POR INUNDACIÓN		
		Baja	Media	Alta
VULNERABILIDAD	Baja			
	Media			
	Alta			

RIESGO POR INUNDACION	
BAJO	
MEDIO	
ALTO	
MUY ALTO	

El Río Chinchiná en su margen izquierda, muestra riesgo alto por inundación en todo su recorrido desde la quebrada Chupaderos al sureste hasta el límite del perímetro suroeste en la zona de La Floresta, ver Mapa 20.17 del Anexo 1, en la parte media se presentan pequeñas zonas con riesgo medio. La quebrada que sirve de límite sur de esta cabecera municipal y que desemboca en Pintuales, presenta riesgo alto en la parte baja en su desembocadura en el río Chinchiná y riesgo medio en su cabecera.

La quebrada La Diana, drenaje casi en su totalidad canalizado en un box culvert cuando atraviesa la parte central de Villamaría, presenta riesgo alto en la parte baja en la desembocadura en el río Chinchiná y en su cabecera, en la parte media presenta riesgo medio, que es el sector donde está completamente canalizada.

El drenaje más occidental que cruza el barrio Ciudad Jardín presenta riesgos altos y medios por inundación de manera combinada. Los tres drenajes localizados en la parte media del perímetro urbano entre Pintuales y la entrada a la parte noroccidental de Villamaría, tienen riesgo muy variable entre alto y bajo por inundaciones, pero su mayor recorrido es por fuera del perímetro urbano, ver más detalle en el Mapa 20.17 del Anexo 1.

La cuantificación de la exposición se hace mediante el conteo y medición de infraestructura afectada a partir de la ortofoto, ver Anexo 5_Villamaría, en riesgo alto se ubican 109 viviendas y en riesgo muy alto, 63 viviendas. El riesgo se

presenta en esta cabecera municipal por la ocupación de los drenajes que no tienen ninguna faja de protección dentro del perímetro urbano de la cabecera municipal, especialmente en la margen izquierda del Río Chinchiná en el sector de Santa Ana, y en donde se une el drenaje que viene de La Florida en el sector de Pintucales con el Río Chinchiná. También se localizan las viviendas sobre la quebrada, La Diana en el sector central de Villamaría, y en el occidente, viviendas localizadas directamente sobre el drenaje del barrio Ciudad Jardín.

La información sobre la modelación se presenta en el Anexo 4_Villamaria. Una vez determinada la posibilidad de disminuir bien sea la amenaza o la exposición en estos sectores por medio de obras de mitigación y/o prevención, se procederá a re-categorizar dichas zonas como de riesgo Mitigables o No Mitigables de acuerdo a los lineamientos exigidos por Corpocaldas. En el Anexo 6_Villamaria, se adjuntan unas recomendaciones generales para el manejo de las zonas de riesgo alto y muy alto por inundaciones.

20.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Villamaría

Los centros poblados de desarrollo restringido a estudiar en el municipio de Villamaría son los caseríos: Nueva Primavera, Llanitos, Gallinazo, Río Claro Nuevo y Antiguo y la Inspección Municipal de Policía de Los Cuervos. Para estos centros poblados no se contó con información del Sisben, entonces la vulnerabilidad se hizo de manera indicativa directamente en campo.

20.5.1. Centro Poblado Nueva Primavera

El caserío Nueva Primavera del municipio de Villamaría se localiza al suroccidente de su cabecera municipal, sobre la margen derecha del río Chinchiná, y se conecta mediante la vía que va paralela a este río desde la cabecera municipal de Villamaría en dirección a la cabecera municipal de Chinchiná, en la Figura 20.5 se observa una panorámica general de este caserío, por estar localizado sobre las terrazas antiguas del río Chinchiná tiene un relieve plano en casi toda su extensión y solo hacia el oriente se inclina la pendiente.

En el caserío Nueva Primavera se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano una serie de terrazas (Qt) formadas por depósitos de flujos de escombros volcániclasticos y fluviales a la actividad del Volcán Nevado del Ruiz, se pueden definir varios niveles de terraza, como se observan en la Figura1, estas terrazas están suprayaciendo los depósitos de flujos piroclásticos (Qto) y el

basamento metamórfico del Complejo Cajamarca (Pz), estas dos últimas unidades no afloran en este sector. En el límite sur-occidental y sur afloran depósitos coluviales (Qco) sobre la pendiente que limita este sector del centro poblado.

En la Figura 20.5, se observa la margen izquierda de Río Chinchiná donde se localiza el caserío Nueva Primavera, el sector Nororiental del centro poblado, donde está la cancha de fútbol se localiza la terraza inferior, y el mayor número de viviendas del centro poblado se ubica sobre una terraza más elevada que tiene una dirección hacia el E-SE (a la derecha en la Figura 20.5). El caserío está localizado a una altura mayor de 50 m, con respecto al nivel actual del Río Chinchiná.



Figura 20.5. Panorámica del centro poblado Nueva Primavera (Noviembre 2013) localizado en la margen izquierda del Río Chinchiná. Dirección de la panorámica N60°. En primer plano el centro poblado, al fondo se observa el cañón del Río Chinchiná y la vía antigua de Chinchiná a Manizales.

La unidades geológicas en el caserío corresponden a los depósitos de terrazas (Qt) en la parte central y occidental del caserío y depósitos coluviales (Qco) hacia el suroccidente y sur en el piedemonte contiguo a la de terrazas.

Depósitos de Terrazas (Qt)

Los depósitos de terrazas están formados por una secuencia de flujos de escombros, ver Figura 20.6, izquierda. Los depósitos forman capas métricas, lenticulares y pueden ser matriz o clasto-soportados, con bloques con tamaños máximos métricos, sub-redondeados a sub-angulares, ver Figura 20.6, derecha,

mega-bloques, y la matriz es arena media a gruesa, formada principalmente por cenizas volcánicas re trabajadas de los depósitos piroclásticos antiguos correlacionables con los descritos en varias cabeceras municipales y centros poblados en la parte central del departamento de Caldas. La Composición de los fragmentos de la armazón de los depósitos son principalmente volcánicos, fragmentos de lavas andesíticas, y en menor proporción fragmentos ígneos plutónicos, metamórficos y meta-sedimentarios.

Geomorfológicamente los depósitos forman diferentes niveles de terrazas de acuerdo con la variación de la posición del apilamiento de los depósitos a medida que se iba ocupando el espacio de acomodación de la cubeta aluvial, como se ve en la Figura 20.6 en la margen izquierda del Río Chinchiná.



Figura 20.6. **Izquierda:** Afloramiento de los depósitos de flujos de escombros, pertenecientes a la terraza inferior en la entrada NE del centro poblado. **Derecha:** Mega-bloques al tope de la terraza superior en la parte central del centro poblado.

Depósitos Coluviales (Qco)

En el límite sur-occidental y sur del perímetro del centro poblado, cuando cambia la pendiente topográfica se observan una serie de coluviones discontinuos, que se observan en la carretera que conduce a la Inspección de Policía Los Cuervos, en la Figura 20.7 izquierda, se muestra la disposición de los depósitos en la parte más pendiente, y en la fotografía de la Figura 20.7, derecha, se muestra en detalle el depósito formado por mezcla de materiales como suelo, cenizas de los depósitos piroclásticos antiguos, y fragmentos angulares del basamento del área.



Figura 20.7. **Izquierda:** Límite urbano sur-occidental del caserío Nueva Primavera donde se localizan los depósitos coluviales sobre la mayor pendiente. **Derecha:** Detalle del depósito coluvial.

Observaciones

La vulnerabilidad física del caserío Nueva Primavera fue extraída de la ortofoto, ver Figura 20.8, y durante entrevistas con la gente durante el trabajo de campo. La mayoría de casas son unifamiliares, y son propias pagada, el número de cuartos varía entre 1 y 4 cuartos y habitan entre 1 y 5 personas, las viviendas tienen paredes mixtas, de material y adobes, los pisos son principalmente en gravilla y arena y tienen alturas principalmente entre 0 y 3 m. Las características socioeconómicas, la mayoría de los habitantes tiene salud subsidiada por el Sisben, el nivel de educación es primario, pero con un importante porcentaje sin ningún nivel, ingresos muy bajos, y las edades muy variables predominando los jóvenes y adultos.

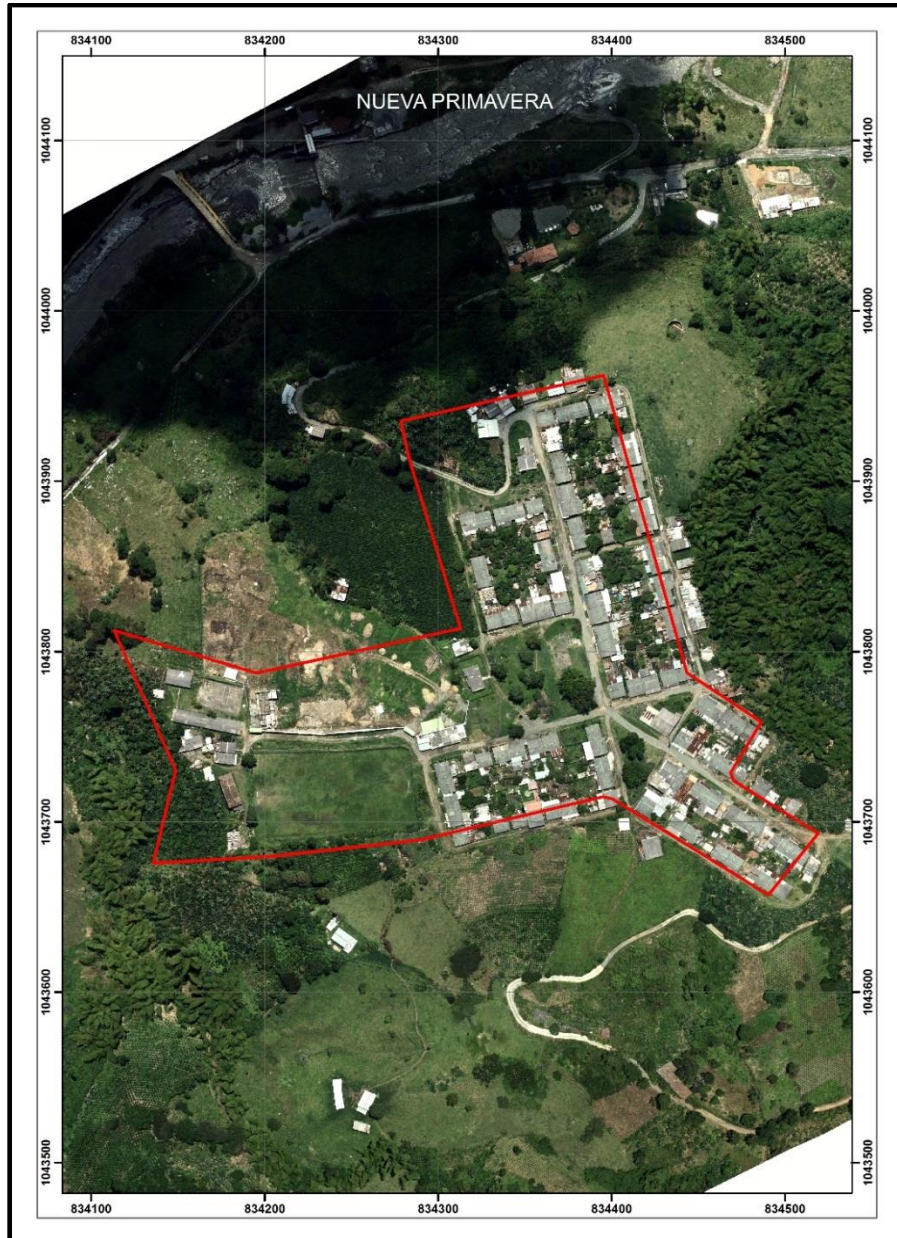


Figura 20.8. Ortofoto del caserío Nueva Primavera

En el caserío Nueva Primavera, es necesario adelantar también acciones estructurales que mejoran las condiciones de su habitantes como la educación, ya que mejorando este aspecto junto con las otras condiciones de las construcciones físicas, y las variables sociales y económicas precarias observadas, mejoraría la resiliencia para eventos de eventos de flujos de escombros relacionados con la actividad del Volcán Nevado del Ruiz por lahares en el Río Chinchiná y que

pueden afectar las comunicaciones de este caserío con las cabeceras municipales de Villamaría y Chinchiná.

Para el centro poblado de Nuevo Primavera no se presentan amenazas por remoción en masa ni por inundaciones, el mapa de amenaza potencial volcánica del Volcán Nevado del Ruiz¹ y la ortofoto tomada en este proyecto muestra que el caserío se localiza a una distancia de 140 m en la horizontal y aproximadamente a 55 m en la vertical con respecto a la posición actual del cauce principal del Río Chinchiná, por lo cual se determinó que la amenaza por lahares para el centro poblado no existe (ver Figura 20.9). Sin embargo, es importante tener en cuenta que hay proyectado un desarrollo turístico en este sector en la terraza más baja como se observa en la Figura 20,9 hacia el suroeste en dirección al Río Chinchiná, se ve el sector explanado donde se ejecutarán las obras, las cuales estarían siendo ubicadas dentro de la zona de amenaza por lahares tipo 2 (evento de 1845 del mapa de amenazas del Volcán Nevado del Ruiz, ver informe del centro poblado de Río Claro), aumentando sin necesidad la vulnerabilidad del parador turístico.

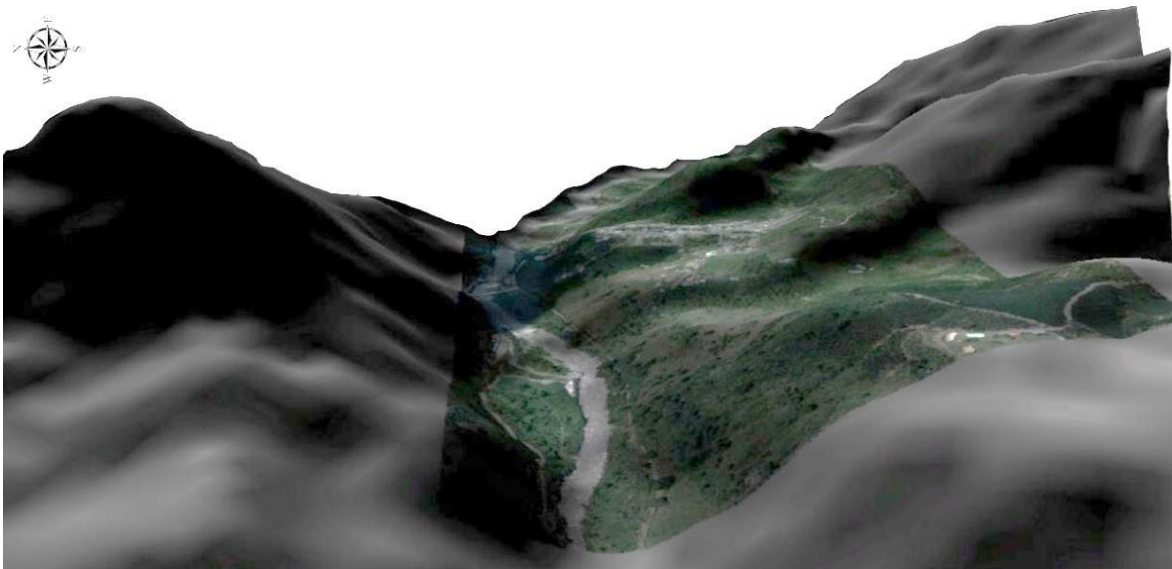


Figura 20.9. Modelo Digital (SRTM a 30 m de la Nasa) con la ortofoto del sector de Nueva Primavera. Nótese la localización actual del Río Chinchiná en el centro del modelo y el centro poblado ubicado en las terrazas de su margen izquierda.

¹ http://www.sgc.gov.co/Manizales/Imagenes/MAPA_AMENAZA_VOLCAN_RUIZ_2012.aspx

20.5.2. Centro Poblado Llanitos

El caserío Llanitos del municipio de Villamaría se localiza al sur de su cabecera municipal, por una carretera parcialmente destapada en buen estado. En la Figura 20.9 se observa una panorámica general de este caserío, que tiene un relieve ondulado, que forma parte de la vertiente norte del Río Claro. En la parte inferior izquierda de la Figura 20.9 se ubica la carretera que conduce hacia Villamaría y que lleva al centro del poblado, donde se localiza la cancha de fútbol, este sector central tiene una topografía plana que fue formada por el relleno del área por los depósitos de flujos piroclásticos. El relieve cambia drásticamente en los alrededores del caserío y el uso del suelo es principalmente ganadería y café.



Figura 20.9. Fotografía aérea del centro poblado de Llanitos (2012), dirección de toma de la fotografía N140°².

En cuanto a la geología, en el centro poblado de Llanitos se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano un recubrimiento de una secuencia de depósitos de flujos piroclásticos (Qto), suprayaciendo principalmente los diferentes niveles de meteorización del basamento meta-volcánico del Complejo Quebradagrande (Kiqd) compuesto por meta-diabasas y meta-basaltos, los niveles de meteorización del basamento meta-volcánico sólo se observaron en el sector Nor-oriental del centro poblado en pequeños drenajes a la entrada de Llanitos.

² Tomada de <http://rioclaroturistico.blogspot.com/2012/06/paisajes-de-la-region-cafetera-de.html>

Complejo Quebradagrande (Kiqd)

El Complejo Quebradagrande está compuesto en esta área principalmente por el miembro meta-volcánico que incluye paquetes gruesos de meta-basaltos y meta-diabasas, usualmente tienen un metamorfismo dinámico sobre-impuesto que define en sectores planos de foliación. En la Figura 20.10 se muestra el drenaje oriental donde aflora esta unidad y una foto de detalle de la textura volcánica de los bloques. Esta unidad forma el basamento del área de la Vereda Llanitos.



Figura 20.10. Izquierda: Drenaje Oriental en Llanitos donde aflora el miembro meta-volcánico del Complejo Quebradagrande. **Derecha:** Detalle del bloque de meta-diabasa masiva.

Depósitos de Flujos Piroclásticos (Qto)

Es la unidad litológica que aflora en toda la extensión del centro poblado de Llanitos, se observó su disposición en diversos cortes de la parte central del poblado, principalmente en la cancha de fútbol, y en el sector oriental, ver Figura 20.11.

Por ser tan plano el área del centro poblado sólo se observó el depósito de flujo piroclástico (Qto) superior, y que en el centro poblado de Llanitos puede alcanzar un espesor hasta de 3,5 m, ver Figura 20.11 izquierda atrás donde se observa la disposición del depósito cubriendo la topografía, corresponde a un depósito relacionado con una corriente de densidad piroclástica muy diluida correlacionable con el Depósito Volcánico de La Cabaña (edad: ~0,89 Ma) descrito por Borrero et al. (2005), es deleznable, masivo, de color café claro a café oscuro, aunque con pequeñas variaciones internas en el tamaño de grano, variando de limo a arena

media. El depósito presenta una proporción de cristales entre un 40 y 60% y con una asociación mineralógica de cuarzo, anfíbol, plagioclasa, muscovita y biotita, y fragmentos de pómez.

En varios sectores se observaron lentes centimétricos de poca longitud de una capa compuesta por fragmentos pumáceos, con tamaño de grano lapilli y de composición andesítica, ver Figura 20.11, izquierda abajo.

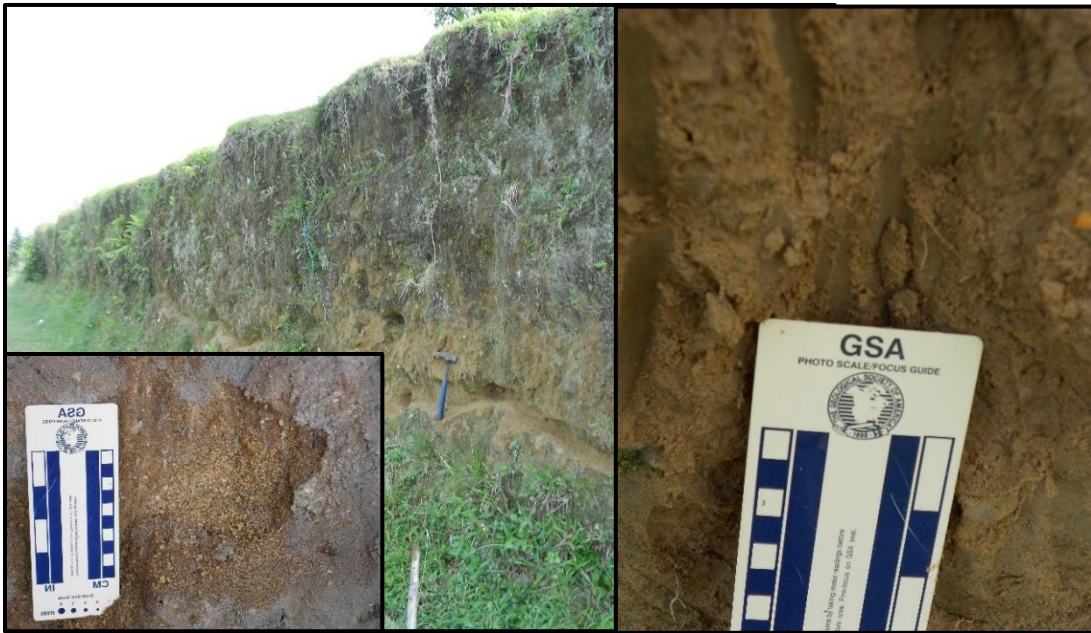


Figura 20.11. Perfil geológico de los depósitos de flujos piroclásticos del centro poblado de Llanitos, **a la izquierda atrás:** corte en la cancha de fútbol de hasta 2,2 m de altura donde se observa un solo nivel de los depósitos **a la derecha:** detalle del tamaño de grano fino del depósito, **izquierda abajo:** detalle de un lente de lapilli pumáceo localizado en la parte inferior del depósito.

Observaciones

La vulnerabilidad física del caserío Llanitos fue extracta de la ortofoto, ver Figura 20.12, y durante entrevistas con los habitantes durante el trabajo de campo. La mayoría de casas son unifamiliares, y son propias pagadas, el número de cuartos varía entre 1 y 2 cuartos y habitan entre 1 y 5 personas, y las viviendas tienen paredes mixtas, de material y adobes y en bahareque, los pisos son principalmente en gravilla y arena y tienen alturas principalmente entre 0 y 3 m y en el sector central algunas casas alcanzan hasta 6 m. Las características

socioeconómicas, la mayoría de los habitantes tiene salud subsidiada por el Sisben, el nivel de educación es primario, ingresos muy bajos, y las edades muy variables predominando los jóvenes y adultos.

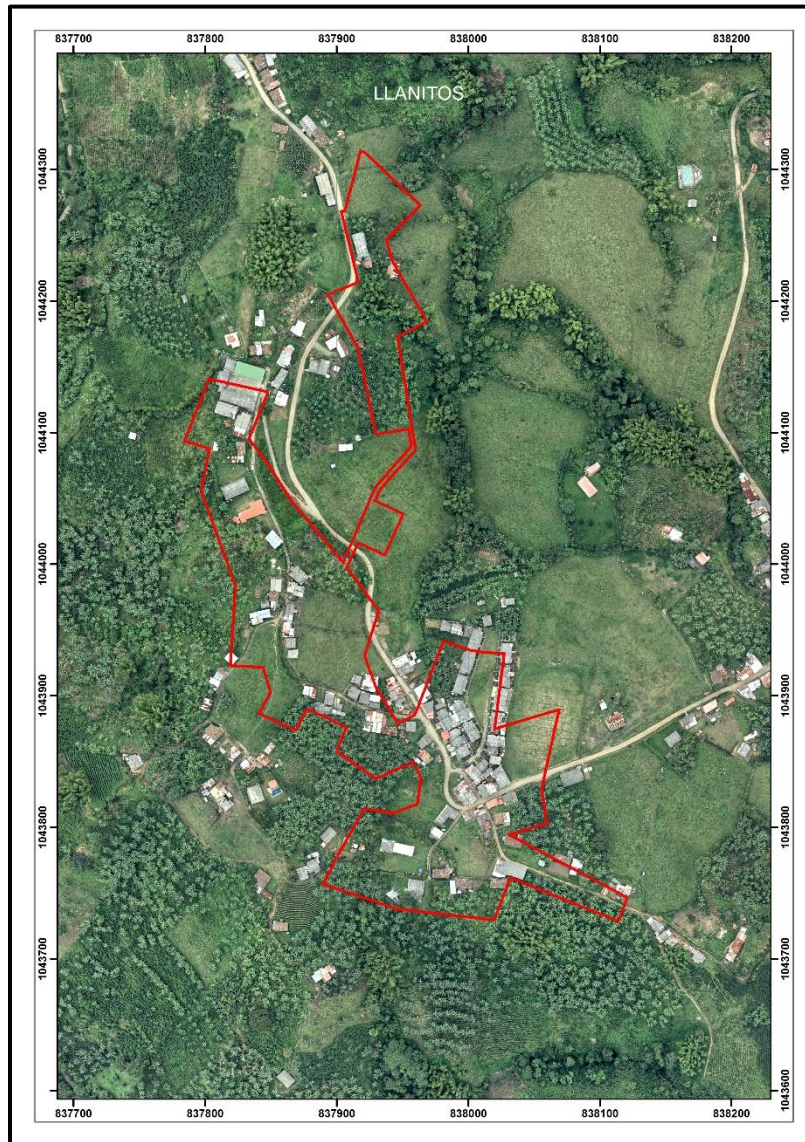


Figura 20.12. Ortografía del Caserío Llanitos.

En la Figura 20.12 se observa cómo debido al relieve ondulado suave no se encuentran procesos de remoción en masa dentro del perímetro del centro poblado, y los drenajes de muy bajo orden que cruzan el centro poblado y que tiene muy poco caudal no presentan amenazas para las viviendas, como se observa en la Figura 20.13.



Figura 20.13. **Izquierda** Drenaje en la entrada oriental del centro poblado. Dirección de la fotografía N50°. **Derecha**, Drenaje en la parte central del centro poblado cuyo cauce aún tiene una faja de protección con vegetación arbustiva. Dirección de la fotografía N310°.

En el caserío de Llanitos, es necesario adelantar también acciones no estructurales que mejoran las condiciones de su habitantes como la educación, ya que mejorando este aspecto junto con las otras condiciones de las construcciones físicas, y las variables sociales y económicas precarias observadas, mejoraría la resiliencia para eventos de eventos de remoción en masa que se pueden presentar en la vía que conduce al Destierro y para los eventos de escombros relacionados con la actividad del Volcán Nevado del Ruiz y afectarían el Río Claro y que pueden afectar las comunicaciones de este caserío con otros centros poblados del municipio de Villamaría.

20.5.3. Centro Poblado Gallinazo

El caserío Gallinazo del municipio de Villamaría se localiza al sureste de su cabecera municipal, por una carretera parcialmente destapada en buen estado desde el Barrio La Enea de Manizales, en la Figura 20.14 se observa una panorámica general de este caserío, que se ubica en la vertiente norte de la quebrada California (algunos habitantes la llaman Quebrada La María). En la fotografía superior de la Figura 20.14 se observa el sector donde se ubica el centro poblado, mostrando el relieve suave ondulado, al fondo se observan los domos volcánicos. En la fotografía inferior de la Figura 20.14 se muestra en mayor detalle el área del centro poblado localizado en la margen derecha de la quebrada California, y cuyo límite norte es el puente de la Quebrada Gallinazo, existen varias drenajes de menor tamaño que cruzan el centro poblado en dirección NE-SW, siendo el más importante el que localiza en el límite sureste del centro

poblado en la salida hacia Termales El Otoño, ver Figura 20.15. Estos drenajes aledaños al caserío han presentado eventos extremos, como el que sucedió en el Río Chinchiná el 6 de diciembre de 2011, donde un flujo de escombros arrasó el puente en el sector de Gallinazo.



Figura 20.14. Arriba: Panorámica del centro poblado de Gallinazo (Noviembre 2013). Dirección de la Fotografía N75°. Abajo: en primer plano la quebrada California, y los diversos niveles demarcados por los flujos de escombros (Qfle) que rellenan la llanura aluvial donde se localiza el centro poblado Gallinazo.

En cuanto a la geología del centro poblado Gallinazo, en este se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano una serie de depósitos de flujos de escombros y coluviales (Qfle) relacionados con el relleno de una cubeta de sedimentación aluvial que produjo el relleno de La Enea.



Figura 20.15. Drenajes subsidiarios a la Quebrada California en el sector de Gallinazo, **Izquierda:** Quebrada Gallinazo al Noreste del centro poblado en la vía al Barrio La Enea, mostrando flujos de escombros recientes sobre su margen derecha, foto mirando aguas arriba. **Derecha:** Drenaje menor al Sureste del centro poblado en la salida a Termales El Otoño.

Depósitos de Flujos de Escombros (Qfle)

Esta unidad se encuentra rellenando el valle de la quebrada California y otros tributarios del Río Chinchiná en los sectores de Termales el Otoño y la vereda Gallinazo y continúa hacia el aeropuerto La Nubia y el barrio La Enea y suprayace el basamento metamórfico del complejo Cajamarca.

Los eventos de esta unidad no pudieron ser diferenciados en campo por la gran cobertura vegetal, pero la mayoría presenta características muy similares en cuanto a su composición y a la disposición, ver Figura 20.16.

En general los depósitos de flujos de escombros que conforman la secuencia denominada Qfle, presentan como características: capas métricas, lenticulares de depósitos que varían de matriz a clasto soportados, presentando una mayor tendencia a ser matriz soportados en una relación promedio de matriz: fragmentos de 55:45, los fragmentos son sub-angulares a sub-redondeados, Los fragmentos presentan esfericidad media, varían de sub-redondeados a sub-angulares, con tamaños que van desde gránulos hasta mega-bloques (Figura 20.16).



Figura 20.16. Izquierda: Secuencia de los depósitos de flujos de escombros con depósitos de tamaño de grano fino con abundante materia orgánica hacia la base, salida hacia Termales El Otoño. **Derecha:** Detalle de los depósitos de la parte baja de la foto de la izquierda. **Abajo:** Tamaños métricos de los bloques de los depósitos de flujos de escombros.

Los fragmentos son de composición volcánica, lavas andesíticas a dacíticas en un 70%, que varían de porfiríticas a afaníticas, de colores verdes y grises; adicionalmente se encuentran rocas ígneas plutónicas y metamórficas en un 28% y cuarzo lechoso en un 2%. Los depósitos son muy mal seleccionados y caóticos (Figura 20.16). La matriz de los depósitos es de origen volcánico, variando de tamaño de arena media a guijarrosa. El espesor aproximado del conjunto de depósitos que forman esta unidad es de 90 m de acuerdo con el trabajo de Aristizábal y Echeverry (2001).

En el área de Gallinazo entre los depósitos de flujos de escombros se observan capas sub-métricas lenticulares de tamaño de grano fino, limosas con alto contenido de material vegetal (pantanos antiguos), lo cual los hace

correlacionables con depósitos que se localizan en el Barrio Lusitania de Manizales, ver Figura 20.16

Observaciones

Para una verdadera zonificación de la amenaza por inundaciones de este centro poblado que es la principal amenaza observada, es necesario contar con una topografía detallada, como las generadas con las imágenes LIDAR en este proyecto lo cual permitirá correr el modelo Tetis. Entre tanto se debe monitorear la quebrada California y la quebrada Gallinazo, ya que actualmente se evidencia una tendencia a invadir los cauces de los drenajes menores, y a ampliar las viviendas como se observó en la margen derecha de la quebrada California, ver Figura 20.17.



Figura 20.17. Ejemplos de construcciones cerca a los drenajes en el centro poblado de Gallinazo. **Izquierda:** Casa directamente sobre la margen derecha del drenaje a la salida a Termal del Otoño. **Derecha:** Ampliación de viviendas en la margen derecha de la Quebrada California antes del puente que da acceso al caserío.

La vulnerabilidad física del caserío Gallinazo fue evaluada mediante entrevistas con los habitantes durante el trabajo de campo. La mayoría de casas son unifamiliares, y son propias pagadas, el número de cuartos varía entre 1 y 4 cuartos y habitan entre 1 y 5 personas, y las viviendas tienen paredes mixtas, de material y adobes y, los pisos son principalmente en gravilla y arena y techos de eternit o zinc, con alturas principalmente entre 0 y 3 m y en el sector central algunas casas alcanzan hasta 6 m., ver Figura 20.16. En las características

socioeconómicas se destacan que la mayoría de los habitantes tiene salud pagada por ser empleado, beneficiario o pensionado, el nivel de educación es primario, los ingresos por familias son muy bajos menores aun salario mínimo, y las edades muy variables predominando los adultos y los jóvenes.

En el caserío Gallinazo, es necesario adelantar también acciones no estructurales que mejoran las condiciones de su habitantes como la educación, ya que mejorando este aspecto junto con las otras condiciones de las construcciones físicas, y las variables sociales y económicas precarias observadas, mejoraría la resiliencia para eventos de eventos de remoción en masa que se pueden presentar en la vía que conduce al Destierro y para los eventos de escombros relacionados con la actividad del Volcán Nevado del Ruiz y afectarían el Río Claro y que pueden afectar las comunicaciones de este caserío con otros centros poblados del municipio de Villamaría

20.5.4. Caserío Río Claro Antiguo

El caserío Río Claro Antiguo del municipio de Villamaría se localiza al suroccidente de su cabecera municipal, sobre la margen derecha del río Chinchiná, y se conecta mediante la vía que va paralela a este río desde la cabecera municipal de Villamaría en dirección a la cabecera municipal de Chinchiná, en la Figura 20.18 se observa una panorámica general de este caserío, por estar localizado sobre las terrazas del río Chinchiná tiene un relieve plano en casi en toda su extensión y solo hacia el oriente se inclina la pendiente. Pero, este sector no debería existir ni menos tener población, ya que fue declarado área de desastre durante la erupción del 13 de noviembre de 1985 del Volcán nevado del Ruiz, pero se describe como centro poblado de Villamaría, ya que en él aún viven 17 familias, que aunque fueron trasladadas al Caserío Río Claro Nuevo en 1986, volvieron a habitar la zona con el patrocinio de las autoridades y políticos locales.

En el centro poblado de Río Claro se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano una serie de terrazas (Qt) formadas por depósitos de flujos de escombros asociados a la actividad del Volcán Nevado del Ruiz, se pueden definir hasta cinco niveles de terraza que están suprayaciendo el basamento metamórfico del Complejo Cajamarca (Pz).

En la Figura 20.18, se muestra la margen izquierda de Río Claro donde se localiza el centro poblado de Río Claro en los dos niveles de terraza más superiores. Terrazas depositadas discordantemente sobre el basamento metamórfico en la zona más pendiente al occidente del centro poblado.



Figura 20.18. Fotografía del centro poblado de Río Claro Antiguo (Noviembre 2013). Dirección de la Fotografía N290°. En primer plano el Río Claro, y en su margen izquierda el centro poblado de Río Claro Antiguo, obsérvense los diferentes niveles de terrazas aledañas al cauce actual.

Complejo Cajamarca (Pz)

En el centro poblado de Río Claro antiguo aflora el basamento metamórfico del Complejo Cajamarca compuesto por paquetes gruesos cuarzo-micáceos muy cizallados, ver Figura 20.19. Los esquistos se presentan medianamente meteorizados definiendo el Nivel II de meteorización.



Figura 20.19. Detalle de los esquistos cuarzo-micáceos del Complejo Cajamarca localizados en la entrada sur-occidental del centro poblado.

Depósitos de Terrazas (Qt)

Los depósitos de terrazas están formados por una secuencia de flujos de escombros, la mayoría relacionados con lahares derivados de la actividad del Volcán nevado del Ruiz, ya que la composición de los fragmentos es mayoritariamente volcánica. Los depósitos forman capas métricas, lenticulares pueden ser matriz o clasto-soportados, con bloques con tamaños máximos métricos, sub-redondeados, y la matriz es arena gruesa a guijarrosa. Geomorfológicamente los depósitos forman diferentes niveles de terrazas de acuerdo con la variación de la posición del apilamiento de los depósitos a medida que se va ocupando el espacio de acomodación de la cubeta aluvial, como se ve en la Figura 20.20 sobre la margen izquierda del Río Claro. Estos depósitos volcanoclásticos definen la amenaza potencial en esta zona, la cual fue medianamente devastada por el lahar de la erupción del 13 de noviembre de 1985 del Volcán Nevado del Ruiz.



Figura 20.20. Detalles de los diferentes niveles de terraza, agrupadas en inferiores y superiores en la margen izquierda de Río Claro. Dirección de la Fotografía N290°. Los flujos de escombros relacionados con la erupción del 13 de noviembre de 1985 subieron hasta la iglesia en la parte central del centro poblado.

Observaciones

Amenaza por Lahares

El mapa de amenaza potencial volcánica del Volcán nevado del Ruiz³ muestra para el centro poblado de Río Claro dos áreas con amenazas altas por lahares de acuerdo con los eventos definidos en el mapa, que tienen que ver con las erupciones históricas de 1985 y 1845, en la Figura 20.21 se muestran las áreas amenazadas:

- Amenaza alta, evento tipo 1985 (tipo 1 en la Figura 20.21): Para un evento similar al ocurrido el 13/11/1985, definido por la presencia de depósitos laháricos antiguos en los valles de ríos comprendidos en el área de influencia del Volcán, como los depósitos de terrazas (Qt) descritos arriba. Ingeominas indica que la posibilidad de ocurrencia de este tipo de evento a lo largo de estos mismos ríos durante fases eruptivas de alguna importancia en el Volcán Nevado del Ruiz es muy alta (100%).

³ http://www.sgc.gov.co/Manizales/Imagenes/MAPA_AMENAZA_VOLCAN_RUIZ_2012.aspx

- Amenaza alta, evento tipo 1845 (tipo 2 en Figura 20.21): Para el caso de un evento eruptivo de vastas proporciones, de magnitud similar o mayor al de 1845. Ingeominas ha evaluado la zona de amenaza máxima suponiendo flujos de lodo de 50 m de altura sobre el nivel del cauce, con dimensiones de 2.5 a 3 veces mayores que los ocurridos el 13 de noviembre de 1985.



Figura 20.21. Áreas de Amenaza alta por lahares para el centro poblado Río Claro⁴. Áreas definidas con base en el mapa de Amenaza del Volcán Nevado del Ruiz, Tipo 1 relacionado a un evento similar a la erupción del 13 de noviembre de 1985. Tipo 2 relacionado a un evento Tipo 1845⁵.

También en el sector oriental la parte central del centro poblado hubo hace siete años un deslizamiento que afectó el sector de la Iglesia, ver Figura 20,20. Entonces fuera de la amenaza alta por lahares, el centro poblado también tiene amenaza alta por deslizamientos.

Es imperativo que en todo el perímetro del centro poblado se continúe la declaratoria de área de riesgo alto no mitigable por lahares relacionados a la

⁴ fotografía en dirección sureste tomada de <http://rioclaroturistico.blogspot.com/2012/06/paisajes-de-la-region-cafetera-de.html>

⁵ Mapa base y memoria disponible en: http://www.sgc.gov.co/Manizales/Imagenes/Mapas-de-Amenaza/VNR/Memorias_Nevado_del_Ruiz.aspx

actividad del Volcán Nevado del Ruiz, ya que desde 1985 se tomaron las medidas para reubicar toda la población en el centro poblado Río Claro Nuevo, pero aún persisten 17 familias en ocupar este espacio, además es un pésimo precedente como percepción del riesgo y más ahora que se está implementando Río Claro como corredor turístico⁶, También se le debe aclarar a las autoridades eclesiásticas, que no deberían por ninguna razón reconstruir la iglesia, como lo han hecho en dos ocasiones, ya que esto no hace sino aumentar la vulnerabilidad de la población, porque los oficios religiosos atraerían más personas a una zona con amenaza alta múltiple, por actividad volcánica y por remoción en masa.

20.5.6 Caserío Río Claro Nuevo

El caserío Río Claro Nuevo del municipio de Villamaría se localiza al suroccidente de su cabecera municipal, sobre la margen derecha del río Chinchiná, y se conecta mediante la vía que va paralela a este río desde la cabecera municipal de Villamaría en dirección a la cabecera municipal de Chinchiná, se localiza en la parte alta de un remanente del depósito de flujo piroclástico de Río Claro-Molinos, en la Figura 20.22, se observa una panorámica general de este caserío, donde su perímetro está delimitado solo a la parte alta de la meseta, la cual tiene una ligera inclinación hacia el suroeste.

En cuanto a la geología, en el centro poblado Río Claro Nuevo se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano un recubrimiento de una secuencia de depósitos de flujos piroclásticos (Qto), que suprayacen el depósito de flujo piroclástico de Río Claro-Molinos. (Qfpc)

En la Figura 20.22, se muestra la meseta donde se localiza el centro poblado, esta constituye un remanente de la parte más densa del flujo piroclástico que relleno los valles aledaños al Volcán nevado del Ruiz, y ahora se observan solo mestas aisladas paralelas a los drenajes mayores de los ríos Claro, Molinos y Chinchiná. Este centro poblado fue el resultado del traslado del centro poblado Río Claro Antiguo, afectado por los lahares de la erupción del 13 de Noviembre de 1985 del Volcán Nevado del Ruiz.

⁶ <http://rioclaroturistico.blogspot.com/2012/06/paisajes-de-la-region-cafetera-de.html>.



Figura 20.22. Fotografía aérea oblicua del centro poblado de Río Claro Nuevo (2012) tomada en dirección aproximada N60°. ⁷

Depósito de Flujo Piroclástico de Río Claro-Molinos (Qfpc)

El depósito de flujo piroclástico de Río Claro- Molinos, fue definido informalmente como Ignimbrita de Río Claro-Molinos por Grand y Handszer (1989). El depósito es un flujo piroclástico con fragmentos de pómez, bloques y escoria en una matriz con tamaño de grano arena fina a guijarrosa, cristalovítrea de composición andesítica, el depósito es en general mal calibrado, con un rango de tamaños de grano que van desde unos pocos micrones hasta los 0.4 m, ver Figura 20.23, izquierda, y con un espesor de hasta 350 m en el centro de los valles, es masivo y en sectores presenta zonas de concentración de los tamaños más gruesos de la pómez o de los bloques, ver Figura 20.23 derecha. El grado de soldamiento es variable, pero se observa en algunos sectores un alto grado. Este depósito probablemente se originó en el Volcán Nevado del Ruiz en un evento eruptivo de hace 0,89 Ma (cf. Schaefer et al., 1993) y que estaría asociado a la formación de una caldera, donde se construyó el edificio actual de este volcán.

⁷ Tomada de <http://rioclaroturistico.blogspot.com/2012/06/paisajes-de-la-region-cafetera-de.html>



Figura 20.23. Izquierda: Talud a la entrada de Río Claro Nuevo, mostrando el aspecto del depósito de flujo piroclástico de Río Claro- Molinos. (Dirección de la fotografía N95°). **Derecha:** Detalle del depósito de flujo piroclástico mostrando una zona de concentración de pómez.

Depósitos de Flujos Piroclásticos (Qto)

Es la unidad litológica que aflora en toda la extensión del centro poblado de Río Claro Nuevo suprayaciendo directamente los depósitos de la parte densa del depósito de flujo piroclástico de Río Claro-Molinos, se observó su disposición en diversos cortes de la parte central del poblado, ver Figura 20.24.

Por ser tan plana el área del centro poblado sólo se observó el depósito de flujo piroclástico (Qto) superior, el cual en el centro poblado de Río Claro Nuevo puede alcanzar un espesor hasta de 5 m. Como se muestra en la Figura 20.24 el depósito cubre la topografía, e infrayace un horizonte húmico de 0,6 m y corresponde a un depósito relacionado con una corriente de densidad piroclástica muy diluida correlacionable con el Depósito Volcánico de La Cabaña (edad: ~0,89 Ma) descrito por Borrero et al. (2005), es deleznable, masivo, de color café claro a café oscuro, aunque con pequeñas variaciones internas en el tamaño de grano, variando de limo a arena media. El depósito presenta una proporción de cristales entre un 40 y 60% y con una asociación mineralógica de cuarzo, anfíbol, plagioclasa, muscovita y biotita, y fragmentos de pómez.



Figura 20.24. Perfil geológico de los depósitos de flujos piroclásticos del centro poblado de Llanitos, **Izquierda:** corte en la vía de acceso a la parte más alta, con la cancha de fútbol de hasta 1,8 m de altura donde se observa un solo nivel de los depósitos a **la derecha:** detalle del tamaño de grano fino del depósito, y presencia de crotovinas (nidos de insectos de formas redondeadas).

La ubicación de estos depósitos de flujos piroclásticos (Qto) sobre el depósito de flujo piroclástico de Río Claro-Molinos (Qfpc) permite confirmar la edad que había propuesto Borrero et al. (2005), ya que solo en este punto se ha logrado identificar esta relación.

Observaciones

Debido al intenso desarrollo urbanístico que ha tenido este centro poblado y al ocuparse toda la zona plana, han comenzado a observarse deslizamientos sobre las ladera de pendientes muy altas, como se observa en el sector suroccidental en la Figura 20.22., aunado a esto, está la disposición de basuras y escombros en los límites de la parte plana, lo cual en un futuro puede aumentar el número y el volumen de los eventos de remoción en masa.

La vulnerabilidad física del caserío Río Claro Nuevo fue evaluada mediante entrevistas con los habitantes durante el trabajo de campo. La mayoría de casas son unifamiliares, y son propias pagadas, el número de cuartos varía entre 1 y 4 cuartos y habitan entre 1 y 5 personas pero no de forma permanente, y que existe un 60% son usadas como casas de recreo por parte de los habitantes de la cabecera municipal de Chinchiná, y las viviendas tienen paredes de material y adobes y, los pisos son principalmente en baldosa, ladrillo o tableta de gres y techos de eternit ver Figura 20.25, con alturas principalmente entre 0 y 3 m y en el sector central algunas casas alcanzan hasta 6 m. En las características socioeconómicas se destacan que la mayoría de los habitantes tiene salud pagada por ser empleado, beneficiario o pensionado, el nivel de educación es primario, los

ingresos de las familias que viven permanentemente son muy bajos menores a un salario mínimo, y las edades muy variables predominando los adultos y los jóvenes.



Figura 20.25. Izquierda: Parte central del caserío Río Claro. **Derecha:** Típica vivienda en el caserío.

El caso de Río Claro Nuevo es un ejemplo de mal uso de una zona receptora de los damnificados de la erupción del 13 de noviembre de 1985, ya que perdió totalmente el objetivo con el que fue creado, y ahora es más un sitio de recreo para otras personas que no fueron afectadas en esta erupción, tal vez por esa razón es que se intenta poblar de nuevo el caserío Río Claro Antiguo ya que resulta más beneficioso a los damnificados vender sus propiedades en este caserío.

Por tal razón necesario adelantar también acciones no estructurales que mejoren la resiliencia para eventos de eventos de remoción en masa que se pueden presentar tanto en los sectores pendientes que rodean totalmente este caserío como en la vía que conduce al caserío Río Claro Antiguo, también se debería mejorar la resiliencia por los eventos de flujos de escombros relacionados con la actividad del Volcán Nevado del Ruiz y afectarían el Río Claro y que por lo pueden afectar las comunicaciones de este caserío con otros centros poblados del municipio de Villamaría y con la cabecera municipal.

20.5.6. Inspección de Policía Municipal Los Cuervos

La Inspección de Policía Los Cuervos del municipio de Villamaría se localiza al suroccidente de su cabecera municipal, en la parte alta del sector donde se localiza el caserío Nueva Primavera. Este centro poblado se localiza en una cuchilla bifurcada, con la parte donde se localizan la mayoría de viviendas con una

orientación E-W, ver fotografía de la izquierda en la Figura 20.26, y luego hacia el oriente la cuchilla toma dos direcciones, una hacia el norte y otra hacia el sureste, en la cuchilla con dirección N-S, es donde localizan un mayor número de viviendas en el sector, ver fotografía de la derecha en la Figura 20.26. El perímetro de este centro poblado está delimitado solo a la parte alta y plana de las cuchillas.

En cuanto a la geología, en la Inspección de Policía Municipal Los Cuervos se presenta un basamento de gabros que forman parte del Stock Chinchiná- Santa Rosa (Kach) que forman parte del Complejo Arquía (Kia) y se observaron los niveles I y II de meteorización. Este basamento está suprayacido a manera de parches discontinuos por depósitos de flujos piroclásticos (Qto) correlacionables a los descritos en los centros poblados de Llanitos y Río Claro Nuevo.



Figura 20.26. Panorámicas del sector occidental (**Izquierda**) y del sector Norte (**Derecha**) del centro poblado Los Cuervos. (Noviembre 2013).

Stock de Chinchiná-Santa Rosa (Kach)

Los gabros que forman parte del Stock de Chinchiná-Santa Rosa (Kach) que afloran en el centro poblado Los Cuervos forman parte de El Complejo Arquía (Kia), situado entre las Fallas Silvia-Pijao y Cauca-Almaguer (Moreno et al., 2008). Dentro de las unidades litológicas incluidas dentro del Stock de Chinchiná-Santa Rosa se localiza esta unidad que corresponde geoquímicamente a gabros y modalmente a meta-gabros con distintos grados de deformación, desde meta-gabros cataclásticos hasta protomilonitas y milonitas meta-gabroicas de acuerdo con Gómez et al. (2004): Por estas características, probablemente algunos autores la denominaron Anfibolita Saussurítica (ver discusión en Moreno et al., 2008). En el centro poblado afloran los niveles de meteorización I y II de este meta-gabro, ver Figura 20.27, perfil propuesto de meteorización.


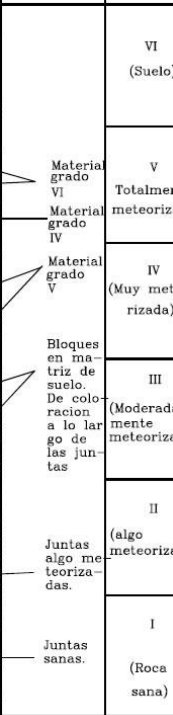

PROPUESTA	PERFIL	DETALLES	GRADO (material)	PERMEABILIDAD	DESCRIPCION
NIVEL I		<p>Material grado VI</p> <p>Material grado IV</p> <p>Material grado V</p> <p>Bloques en matriz de suelo. De coloración a lo largo de las juntas</p> <p>Juntas algo meteorizadas.</p> <p>Juntas sanas.</p>	VI (Suelo)	BAJA	Arena y arcilla sin textura de roca, espesor variable de 0 a 6 metros. Las capas superficiales pueden contener raíces y materia orgánica.
			v Totalmente meteorizada	BAJA	Arenas, arcillas y gravas. Se observan algunas estructuras heredadas de la roca.
			IV (Muy meteorizada)	MEDIA	Material de transición (espesor variable a muy delgado). Predominan las Arenas y gravas arcillosas. Aparecen muy claras las discontinuidades y bloques aislados de roca.
			III (Moderadamente meteorizada)	ZONA DE PERMEABILIDAD ALTA Y CONCENTRACION DE CORRIENTES DE AGUA	Aparecen bloques grandes de roca en matriz de arena y grava arcillosa.
NIVEL II		<p>Juntas algo meteorizadas.</p>	II (algo meteorizada)	<p>SUPERFICIE LIMITE</p> <p>COMUNMENTE PARA DESLIZAMIENTOS</p>	Roca con decoloración o descomposición de las discontinuidades. Se pueden separar los bloques pero son difíciles de romper.
			I (Roca sana)		No aparece decoloración o descomposición de las discontinuidades. Se pueden separar los bloques pero son difíciles de romper.
NIVEL III		Juntas sanas.	I (Roca sana)		No aparece decoloración o descomposición de las discontinuidades. Se pueden separar los bloques pero son difíciles de romper.

Figura 20.27. Perfil de meteorización para las rocas ígneas del stock de Chinchiná-Santa Rosa aflorantes en el centro poblado Los Cuervos, modificado de Suárez (2001).

El Nivel I de meteorización aflora en la parte occidental y media del centro poblado Los Cuervos, debido al espesor de la cubierta piroclástica (Qt₀), y corresponde a la parte más alta del perfil de meteorización del basamento metamórfico y puede tener espesores métricos de color rojizo y con tamaño de grano limo arenoso y permeabilidad media (Figura 20.28, izquierda). En el nivel II de meteorización se observó solamente en el sector más occidental, en los alrededores de la cancha de fútbol, en este nivel se reconocen aún las texturas y estructuras de la metagabro del Stock de Chinchiná-Santa Rosa (Figura 20.28, derecha) y presenta una textura moteada por la alteración.



Figura 20.28. Niveles I (**Izquierda**) y II (**Derecha**) de Meteorización de los gabros del Stock de Chinchiná-Santa Rosa (alto de la fotografía: 0,6 m).

Depósitos de Flujos Piroclásticos (Qto)

Es la unidad litológica que aflora casi exclusivamente en la parte oriental del centro poblado, ver Figura 20.29, izquierda, ya que en la parte central se acuña rápidamente y solo alcanza espesores sub-métricos, ver Figura 20.29, derecha.



Figura 20.29. **Izquierda:** Perfil geológico de los depósitos de flujos piroclásticos donde alcanzan los 3 m de espesor. **Derecha:** detalle del depósito de flujo piroclástico discordante sobre el nivel I de meteorización del basamento de gabros, con un espesor de 0,5 m.

Los depósitos de flujos piroclásticos (Qto) en el centro poblado corresponden al nivel superior de los depósitos descritos en el centro del departamento de Caldas, y puede alcanzar un espesor hasta de 3,5 m (ver Figura 20.29 izquierda), corresponde a un depósito relacionado con una corriente de densidad piroclástica

muy diluida correlacionable con el Depósito Volcánico de La Cabaña (edad: ~0,89 Ma) descrito por Borrero et al. (2005), es deleznable, masivo, de color café claro a café oscuro, aunque con pequeñas variaciones internas en el tamaño de grano, variando de arena media a limo. El depósito presenta una proporción de cristales entre un 40 y 60% y con una asociación mineralógica de cuarzo, anfíbol, plagioclasa, muscovita y biotita, y fragmentos de pómez.

Amenaza por Remoción en Masa

Los deslizamientos observados en el centro poblado afectan casi exclusivamente los depósitos de flujos piroclásticos y los niveles I y II de meteorización de los gabros del Stock de Chinchiná-Santa Rosa. Se encontró un deslizamiento en el sector más occidental del centro poblado afectando la zona deportiva, la conducción de un acueducto que cruza el cuerpo del deslizamiento, dos viviendas muy cercanas en la parte sur y la carretera veredal que conduce a San Julián (ver Figura 20.30) Se considera necesario una intervención pronta con un muro de gaviones en el cuerpo del deslizamiento para impedir la continuidad del movimiento, un perfilado de la sección del deslizamiento y las obras complementarias como un canal central y canales laterales complementados con drenes y trincheras filtrantes para recoger las aguas superficiales, sub-superficiales, subterráneas y de escorrentía para una adecuada regulación y manejo del agua, que fue el principal disparador de este evento.



Figura 20. 30. Arriba. Panorámica general del deslizamiento complejo sobre el talud occidental de la zona deportiva del centro poblado Los Cuervos. **Abajo:** Detalle del deslizamiento, dirección de la fotografía N280°.

Para una verdadera zonificación de la amenaza por remoción en masa en este centro poblado que es la principal amenaza observada, es necesario contar al menos con una ortofoto, que permita establecer el área de influencia de los procesos erosivos que se localizan en el límite del perímetro urbano.

La vulnerabilidad física de la Inspección de Policía Municipal Los Cuervos fue evaluada mediante entrevistas con los habitantes durante el trabajo de campo. La mayoría de casas son unifamiliares, y son propias pagadas, el número de cuartos varía entre 1 y 2 cuartos y habitan entre 1 y 5 y las viviendas tienen paredes de

bahareque y material y, los pisos son principalmente en arena o gravilla y techos de teja de barro y algunos en eternit, ver Figura 20.26, con alturas principalmente entre 0 y 3 m y en el sector central algunas casas alcanzan hasta 6 m. En las características socioeconómicas se destacan que la mayoría de los habitantes tiene salud subsidiada por el Sisben, el nivel de educación es primario, los ingresos de las familias son muy bajos menores a un salario mínimo, y las edades muy variables predominando los adultos y los jóvenes.

En la Inspección de Policía Los Cuervos es necesario adelantar también acciones no estructurales que mejoran las condiciones de su habitantes como la educación, ya que mejorando este aspecto junto con las otras condiciones de las construcciones físicas, y las variables sociales y económicas precarias observadas, mejoraría la resiliencia para eventos de eventos de remoción en masa que se pueden presentar en la periferia del centro poblado como en la vía que comunica con el caserío Nueva Primavera o con la cabecera municipal de Chinchiná.

BIBLIOGRAFIA

Aristizábal, M. y Echeverry L.M., 2001. Volcán Tesorito, Geología detallada a escala 1:2.000 y Modelo evolutivo. Trabajo de grado Programa de Geología y Minas, Universidad de Caldas, 120 p

Borrero, C.A., Ospina, J.C. y Parra, Y.A., 2005. El Depósito Volcánico de La Cabaña, evidencia de Vulcanismo Freatomágmatco sobre el flanco centro-occidental de la Cordillera Central, Colombia. Geología Colombiana 30: 15-32.

Gómez, A. de J., Ossa, C.A. y Toro, L.M., 2004. Geoquímica de las rocas del Stock Chinchiná - Santa Rosa. Boletín de Geología UIS, 26(2): 67-78.

Moreno, M., Gómez, A. de J., Toro, L.M., 2008. Proveniencia del material clástico del Complejo Quebradagrande y su relación con los complejos estructurales adyacentes. Boletín de Ciencias de la Tierra Número 22, Edición Especial: 27-38.

Grand, M. y Handszer, A. 1989. Naturaleza y Dinámica de un Flujo Piroclástico en la Zona de Nereidas, Departamento de Caldas. Trabajo de Grado Geología Universidad de Caldas. 193 p.

Moreno, M., Gómez, A. de J., Toro, L.M., 2008. Proveniencia del material clástico del Complejo Quebradagrande y su relación con los complejos estructurales adyacentes. Boletín de Ciencias de la Tierra Número 22, Edición Especial: 27-38.

Schaefer, S.J. Sturchio, N.C. Murrell, M.T. and Williams, S.N. 1993. Internal ²³⁸U-series systematics of pumice from the November 13, 1985, eruption of Nevado del Ruiz, Colombia, Geochimica and Cosmochimica Acta Vol. 57: 1215-1219.

Suárez, J. 2001. Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas Tropicales. Disponible en <http://www.erosion.com.co/>