

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**

18. MUNICIPIO DE PACORA

Manizales, 2013 - 2014

CONTENIDO

18. Municipio de Pácora	3
18.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa	3
18.1.1. Localización y Drenaje Superficial	3
18.1.2. Uso y Cobertura.....	3
18.1.3. Geología	4
18.1.4. Pendiente.....	4
18.1.5. Curvatura	5
18.1.6. Aspecto.....	5
18.1.7. Relieve Interno.....	5
18.1.8. Índice de Humedad.....	6
18.1.9. Puntos Críticos.....	6
18.1.10. Zonificación de Susceptibilidad.....	7
18.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos	9
18.1.12. Factor detonante por umbral lluvia.....	10
18.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa.....	11
18.2. Zonificación de Amenaza por Inundación	12
18.3. Zonificación de Vulnerabilidad	17
18.4. Zonificación de Riesgo.....	19
18.4.1. Riesgo por Remoción en Masa.....	19
18.4.2. Riesgo por Inundaciones	20
18.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Pácora ..	22
18.5.1. Centro Poblado Castilla	22
18.5.2. Centro Poblado de San Bartolomé	29
BIBLIOGRAFIA	38

18. Municipio de Pácora

En el municipio de Pácora se tomaron imagen LIDAR y ortofotosemi-cartográfica de la cabecera urbana y Ortofotosemi-cartográfica para los corregimientos de San Bartolomé y Castilla.

18.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa

18.1.1. Localización y Drenaje Superficial

El municipio de Pácora, y más específicamente su cabecera urbana, se localiza en la parte norte del departamento de Caldas; el Anexo 1, Mapa 18.1, presenta la ortofoto tomada en este proyecto para la cabecera municipal.

El Mapa 18.1 muestra que en la zona de la cabecera urbana el drenaje superficial es abundante, con un patrón dendrítico erosional, característico de rocas resistentes y relieves con pendientes empinadas. La red hidrográfica local está constituida por una corriente principal conocida como la Quebrada Pácora la cual fluye en sentido N-S con un cauce lineal probablemente controlado estructuralmente. Los drenajes de primer, segundo y tercer orden fluyen en sentido E-W. Se debe anotar que al atravesar la Zona urbana, cinco de estas corrientes (Manantiales, Peñitas, Roberto Alzate, Olletas y Lavaderos) están cubiertas o corren por tramos en box couverts y canales debajo de las construcciones lo que dificulta su cartografía.

18.1.2. Uso y Cobertura

Como se muestra en Anexo 1, Mapa 18.2 el patrón de Uso y Cobertura de la cabecera municipal está determinado por una zona central netamente urbanizada con una periferia que todavía conserva rasgos semi-rurales en la cual predominan las coberturas de Pastos (17.6 Ha) y cultivos semi-limpios (26.93 Ha). La parte urbanizada presenta un patrón concéntrico en el cual se observa un núcleo central densamente construido correspondiente a la categoría denominada en este proyecto como Urbano I (14.36 Ha), rodeado por franjas concéntricas pertenecientes a las categorías Urbano II (19.3 Ha) y Urbano III (15.3 Ha) respectivamente; estas últimas corresponden a las áreas hacia las cuales se está expandiendo la cabecera. En cuanto a la malla vial se encontró que el 89,2% de las vías se halla pavimentado, con un 10.8% aun destapadas ubicadas especialmente en la zona perimetral correspondiente a nuevos desarrollos urbanos.

18.1.3. Geología

En el Anexo 1, Mapa 18.3 se observa cómo el casco urbano de Pácora se halla asentado sobre rocas gabroicas (Kg) de edad cretácea pertenecientes al denominado Complejo Ofiolítico de Pácora por Álvarez (1987) en Moreno, M. *et al* (2008), las cuales también constituyen la porción este de la cabecera sobre la vertiente oriental de la Quebrada Pácora. Las rocas ultramáficas (Kus) pertenecientes a este mismo complejo afloran en las partes más altas de las cuchillas de la vertiente occidental, y como depósitos coluviales sobre los gabros.

Suprayaciendo el nivel I y II de meteorización del basamento ígneo se hallan remanentes de depósitos de cenizas arcillo-limosas y flujos piroclásticos (Qto), los cuales afloran especialmente en la zona baja de la cabecera entre la carrera 4 y la Quebrada Pácora y en las partes altas de las cuchillas en ambas vertientes. Los depósitos cuaternarios también están constituidos por depósitos coluviales (Qco) provenientes de fenómenos de remoción en masa, algunos de los cuales presentan tamaños considerables como los que se encuentran cubriendo la parte baja de la vertiente oriental de la Quebrada Pácora. Igualmente se observan depósitos aluviales principalmente de la Quebrada Pácora en los cuales se diferencian al menos dos niveles de terrazas uno inferior clastosoportado y otro superior matrizsoportado, los cuales ocupan principalmente la margen derecha de dicha quebrada.

18.1.4. Pendiente

El mapa de pendientes de la cabecera urbana se generó a partir del DTM obtenido a partir de la imagen LIDAR, del cual se clasificó de acuerdo a los siguientes quiebres naturales del histograma: de 0° a 11°, 11° a 21°, 21° a 30°, 30° a 42° y de 42° a 82° como se muestra en el Anexo 1, Mapa 18.4.

Según esta clasificación se puede observar como la mayor parte del casco urbano se halla asentado sobre pendientes bajas a muy bajas en los rangos de 0 a 21°, bien sea por que este se halla construido sobre los remanentes de la cubierta de cenizas y flujos piroclásticos que suavizaron la topografía original por que reflejan altos niveles de intervención antrópica por medio de sistemas constructivos (como el de cortes y llenos) que buscan disminuir la pendiente natural del terreno.

Los rangos mayores de pendientes (30 a 42° y 42 a 82°) se hallan hacia la parte alta de las cuchillas de la vertiente occidental y sobre casi toda la vertiente oriental que evidentemente tiene una topografía mucho más empinada y que muestra menos intervención. Estos rangos de pendientes igualmente se observan muy localizados en la zona urbanizada y corresponden a taludes cortos y casi verticales

de origen antrópico - como parte del sistema constructivo y natural principalmente en las orillas de las quebradas.

18.1.5. Curvatura

El mapa de curvatura se obtuvo a partir del DTM generado a partir de la imagen LIDAR y se muestra en el Anexo 3, Mapa 18.5.

El mapa de curvatura muestra valores intermedios (-18 a 9) para la zona central construida. Los valores más bajos que reflejan la mayor concavidad de las geoformas, se ubican hacia la periferia en la zona surcorrespondiendo a las cuchillas naturales divisorias de las quebradas Roberto Alzate, Olletas, Lavaderos y El Paseito en la vertiente occidental y Agrario, Montebonito y El Aguila en la vertiente oriental. En la zona norte una pequeña zona cerca al sector de Moraga también presenta estas características.

En la zona norte y especialmente en la vertiente oriental de la Quebrada Pácora se concentran los valores positivos correspondientes a la mayor convexidad especialmente en las zonas bajas de las laderas y demarcando los cauces de los drenajes.

18.1.6. Aspecto

Este mapa se realiza a partir del DTM de la imagen LIDAR y para la zona urbana del municipio de Pácora evidencia dos patrones muy definidos que tienen como eje la Quebrada Pácora. El primero corresponde al sector occidental de la cabecera donde se observa el predominio de laderas orientadas en sentido N-NE (0 a 67.5) y S-SE (112 a 202.5). El segundo despliega laderas con orientación predominante S-SW (157.5 a 247.5) y N-NW (0 a 337.5). Estos patrones reflejan la morfología predominante en la cabecera correspondiente a cuchillas alargadas, muy pendientes disectadas por drenajes largos orientados en sentido E-W (Ver Anexo 3, Mapa 18.6).

18.1.7. Relieve Interno

Este mapa construido a partir del DTM de la imagen LIDAR en ArcGIS, permite evidenciar las mayores variaciones en el relieve, en este caso de la zona urbana de Pácora y sus alrededores. El Anexo 3, Mapa 18.7 muestra que tanto en la parte central de la zona urbanizada como en la zona de terrazas de la Quebrada Pácora y la parte baja de la vertiente en el sector del matadero y El Paseíto se presenta un relieve con relativamente bajo nivel de variación oscilando en un rango de 0 – 1.75. Los rangos que evidencian variación moderada (1.7 – 2.63) en el relieve predominan hacia las zonas medias de ambas vertientes con una mayor

homogeneidad en la vertiente occidental. La mayor variabilidad en el relieve es representada por los rangos de 2.63-3.95 y 3.95 -16.0, los cuales se encuentran igualmente hacia la zona media de la vertiente occidental y demarcando la parte baja de las laderas y los drenajes de la vertiente oriental. Se debe anotar que estos rangos coinciden con los de mayor valor de las pendientes.

En este mapa se observa como para Pácora la mayor variación en el relieve se presenta en las zonas muy afectadas por procesos erosivos y de remoción en masa como es la vertiente oriental de la Quebrada Pácora y las partes altas de las quebradas Roberto Alzate y Lavaderos.

18.1.8. Índice de Humedad

El Anexo 1, Mapa 18.8 muestra el resultado del cálculo de índice de humedad para la cabecera urbana del municipio de Pácora. Las áreas donde se presentan los mayores valores de acumulación de humedad se pueden observar en los sectores relativamente planos de la cabecera ubicados alrededor de la plaza central, Cementerio y estadio de fútbol, así como en los depósitos y terrazas en ambos márgenes de la quebrada Pácora y el polideportivo, en el cual se evidencia procesos de explanación.

18.1.9. Puntos Críticos

Este mapa presenta los puntos críticos definidos directamente en campo y mediante interpretación geomorfológica tanto de la ortofoto como del DTM. Estos sectores se clasificaron como de criticidad máxima y media por remoción en masa e inundación que afectan partes del casco urbano con énfasis en los ubicados dentro del perímetro oficial.

En Pácora los puntos más críticos por remoción en masa dentro del perímetro urbano se encuentran en el sector del Alto del Humo, en la salida hacia el corregimiento de Castilla, las vertientes de la cuchilla sobre la cual se asienta el Barrio San Antonio y la parte baja de la ladera en la Zona de La Playita (ver Anexo 1, Mapa 18.9 y Anexo 2.18). Por fuera del perímetro urbano se encuentran también sectores de criticidad máxima los cuales debido al tamaño y volumen de material involucrado representan una seria amenaza para la parte baja del casco urbano. Sobre la porción norte de la vertiente oriental se encuentran varios procesos erosivos activos los cuales involucran flujos de suelo y escombros ladera abajo (especialmente en épocas lluviosas) los cuales pueden descender súbitamente y causar represamientos a la altura del estadio y plaza de ferias. 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 (Barrio Popular y Fernando Gaviria) donde no hay adecuación de laderas, confinamiento de llenos, pavimentación de víaso sistemas de recolección de aguas de escorrentía y agua lluvias.

En cuanto a las zonas de criticidad máxima por inundación, en campo se evidenciaron sitios críticos como son la vertiente de la Quebrada Manantiales y especialmente de la Quebrada Olletas-Lavaderos cuyas cuencas se hallan muy denudadas y deterioradas debido al sobrepastoreo, presentan socavación lateral y de orillas y evidencias de la ocurrencia de flujos torrenciales en el pasado, los cuales han afectado la zona construida. En Marzo9 del 2011 un flujo torrencial bajo por la Carrera 3A destruyendo una vivienda y causando 4 muertes y daños considerables en el sector. El otro sitio de criticidad máxima se ubica principalmente en la orilla derecha de la QuebradaPácora a la altura del sector La Playita donde algunas casas se han visto afectadas por crecientes que superan el nivel actual de las terrazas.

18.1.10. 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 Pácora se presenta en la Figura 18.1

AHP Analytic Hierarchy Process (EVM multiple inputs)
K. D. Goepel Version 08.05.2013 <http://bpmsg.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: 1,02051E-10

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Uso y Cobertura		23,6%	2
2	Geología		17,2%	3
3	Pendientes		43,2%	1
4	Curvatura		3,0%	6
5	Relieve relativo		8,0%	4
6	Ind_Humedad		5,0%	5
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 18.1 Matriz AHP para la zonificación de susceptibilidad a remoción en masa en la cabecera del municipio de Pácora

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 SIG Ilwis se observan en la Tabla 18.1.

Tabla 18.1. Combinación y peso de factores usados en la modelación de Susceptibilidad en la cabecera de Pácora

Factor	Peso	Carácter
Pendientes	0.41	+
Uso Urbano	0.19	+
Geología	0.21	+
Relieve interno	0.10	+
Curvatura	0.05	+
Índice de Humedad	0.05	-

El mapa resultado se presenta en el Anexo 1, Mapa18.10, puede observarse como la clase de **Susceptibilidad Baja** ocupa un total de 14.5 Ha. y representa el 13%

del total del área urbana. Esta clase se encuentra concentrada hacia la parte baja de la cabecera coincidiendo con las zonas de menor pendiente que corresponden en parte a los depósitos dejados por la Quebrada Pácora y también con intervenciones antrópicas que han modificado el terreno para adecuarlo a procesos constructivos como en la plaza principal, la zona del estadio y la unidad deportiva Elías Mejía en la esquina suroriental de la cabecera. La categoría **Susceptibilidad Media** constituye la clase más representativa en la cabecera ocupando el 52% del terreno (57,3 Ha) y se halla distribuida por toda el área urbana con predominio en la zona Centro, Noreste en los sectores de Moraga y Barrio Lucía Duque y Suroeste en el Barrio Peñitas, El Carmen y El Paseito. Finalmente la clase de **Susceptibilidad Alta** con un 34% ocupa 37,4 Ha y se encuentra ubicada preferencialmente en el sector Noroeste hacia el sector alto el Humo y salida al corregimiento de Castilla, parte alta de la cuenca de la quebrada Peñitas hacia el monumento a Cristo Rey, y las laderas de la quebrada Roberto Alzate y Lavaderos. En la zona centro se encuentra en los alrededores de la quebrada La Chucha, las laderas entre la plaza central, sectores de la Carrera 3 entre calles 8 a 12 y hacia el sureste en el barrio San Antonio y alrededores.

18.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos

Como se estableció en la metodología general, la interpretación de fenómenos de remoción en masa con diferentes grados de actividad fue denominada como mapa de Persistencia. Para Pácora dicho mapa se presenta en el Anexo 1, Mapa 18.11, y en él se observa cómo, a través del tiempo, los fenómenos de remoción en masa en la cabecera de este municipio se han concentrado en dos franjas una al Centro-Este y otra al Oeste. Estos fenómenos de diferentes tamaños y grados de actividad se han ubicado principalmente en las vertientes de las quebradas que atraviesan la cabecera de Oeste a Este. Hacia la zona oeste dichos fenómenos son de tipo traslacional y flujos de suelo no muy profundos. En la parte sur también se observan evidencias de procesos de profundización de cauces (cárcavas) que han ocurrido en la cobertura de cenizas que se encuentran en este sector de la cabecera. En la zona Este los deslizamientos son de tipo flujo de lodo en la cobertura de cenizas y niveles I y II de las rocas ultrabásicas y de mayor magnitud debido a la mayor pendiente de esta vertiente.

El máximo nivel de actividad encontrado corresponde a procesos tipo E4 y E5 correspondiente a eventos con moderado a fuerte avance y se ubican principalmente en el sector Noroeste en el Alto del Humo, Planta de Agua, parte baja del Estadio y laderas de la quebrada Lavaderos. En la vertiente oriental en el sector del barrio San Antonio y la parte baja de la Quebrada Agrario. A pesar de encontrarse fuera del perímetro urbano el proceso ubicado al frente del estadio también se considera un proceso tipo E5 por su magnitud y la actividad que

presenta, la cual como se ha explicado en este informe puede llegar a afectar la parte noreste del municipio.

18.1.12. Factor detonante por umbral lluvia

En el Anexo 1, Mapa 18.12, se muestra el mapa de factor detonante por umbral lluvia para la cabecera del municipio de Pácora. Este mapa se construyó reclasificando los factores cobertura, suelos y pendientes y asignándoles nuevos pesos de acuerdo con la susceptibilidad de cada factor con respecto a los umbrales de lluvias encontrados para el municipio con un periodo de retorno de 15 años. Estos factores y pesos se muestran en la Tabla 18.2.

El mapa muestra mayor incidencia por el disparador de umbral de lluvias en diversos sectores de la cabecera. Hacia el Norte en el sector del Cementerio y los Barrios Sesquicentenario y Moraga donde se aprecian explanaciones o taludes de inclinación moderada; muchos de ellos originados en modificaciones antrópicas como los que se encuentran en el relleno llevado a cabo en el primer barrio para adecuar el terreno para una cancha deportiva y nuevas urbanizaciones. Una situación similar se presenta al noroeste en el sector entre el tanque de agua y el acueducto, ya que este sector ha sido nivelado con el fin de establecer futuras construcciones.

Tabla 18.2. Pesos de los factores para los mapas de factores del mapa factor detonante por umbral de lluvias para el casco urbano de Pácora

		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	Kg, Kus	2
			Qto/Qco	6
		Qar	7	
ea	Bosque	6		

Pasto			
Cultivo semi-limpio y limpio		LLUVIAS tr-15	6
Rastrojo		129-134 mm	7
Vía Destapada			
Botadero			
Río			
Suelo desnudo	8		

Igualmente se observa mayor incidencia en la zona baja en los depósitos aluviales de la quebrada Pacora.

18.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa

Del cruce entre la Zonificación de Susceptibilidad, el mapa de Persistencia y el mapa detonante por umbral lluvias se obtuvo el mapa de Amenaza actual por fenómenos de remoción en Masa para la cabecera del municipio de Pácora que se presenta en el Anexo 1, Mapa 18.13.

Los sectores identificados como de **Amenaza Alta** están relacionados primordialmente con la inadecuada intervención antrópica manifiesta, por ejemplo, en la ocupación inadecuada de laderas muy empinadas, practicando cortes muy verticales y de gran elevación en los cuales no se hace manejo de aguas superficiales. Estos asentamientos, generalmente precarios, se hacen con sistemas constructivos muy pobres y sin adecuados sistemas de acueducto y alcantarillado, recolección de aguas lluvias, calles y escalas sin pavimentar y sin conducción de aguas de escorrentía. Estos casos se encuentran primordialmente en el sector del Alto del Humo, donde el asentamiento se da sobre un coluvión que además presenta un alto nivel freático. Igualmente en el sector del Cerro de la Virgen y Barrio San Antonio.

Otro caso lo constituye el sector del Barrio Popular el cual se haya construido sobre un depósito de coluvión y en el cual las calles (sentido E-W) no se hayan pavimentadas ni tienen adecuado manejo de aguas de escorrentía. Igualmente las casas no presentan capturas de aguas lluvias lo cual puede llevar a la saturación y desestabilización del terreno que además no está confinado.

Hacia el Noreste en el sector del cementerio y el estadio y al Sur en el sector de El Paseito se presentan problemas de socavación lateral por parte de la Quebrada Pácora, la cual puede llegar a comprometer estas estructuras además de puentes

y vías. La amenaza alta por remoción en masa igualmente se presenta en las vertientes medias y bajas de las quebradas que entran a la cabecera, especialmente las de las quebradas Roberto Alzate, Olletas y Lavaderos debido a la alta degradación de las cuencas evidenciada por la deforestación y el sobrepastoreo excesivo que se encontró en las mismas.

18.2. Zonificación de Amenaza por Inundación

La cabecera municipal del municipio de Pácora, posee varias corrientes, una de las principales se denomina Quebrada Pácora y cruza la cabecera en sentido sur norte, con nueve afluentes que también cruzan los tramos de la cabecera municipal. La mayoría de estos cauces han sido intervenidos en las zonas donde cruzan la cabecera municipal, en su mayoría con tramos discontinuos de box culvert con secciones y características físicas diferentes.

La localización de estas corrientes se realizó utilizando la cartografía del proyecto, levantamientos no detallados en campo del grupo de trabajo y la cartografía de otros estudios. Para determinar la zonificación de la amenaza por inundación fue necesario realizar estudios hidrológicos e hidráulicos, sobre las corrientes que cruzan la cabecera municipal.

De acuerdo con los resultados de campo, el casco urbano del municipio de Pácora está atravesado en sentido oeste-este por varias quebradas que de Norte a Sur se denominan: La Chucha, Manantiales, Peñitas, Roberto Alzate, Olletas, Lavaderos, El Paseito y La Carcel las cuales desembocan en la Quebrada Pacora que a su vez fluye de Sur a Norte.

La mayoría de estas quebradas no están canalizadas y solo las que atraviesan la parte antigua y central del casco urbano (Manantiales, Peñitas y Roberto Alzate) presentan 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.

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 el caso particular de la cabecera municipal de Pácora, para este proyecto se dividieron las corrientes en quince sub-cuencas debido a que las corrientes presentan una jerarquía importante, las que tienen nombre conocido se asociaron a algunas de las sub-cuencas establecidas, ver Tabla 18.3. Las sub-cuencas están localizadas en diferentes zonas dentro de la cabecera urbana y la quebrada

Pácora (corriente principal), algunas de éstas deben ser evaluadas de forma independiente con el fin de caracterizar los diferentes tramos de interés dentro de este cauce (ver Figura 18.2).

Se estimaron los caudales aplicando metodologías empíricas dado el tamaño de las sub-cuencas estudiadas. En archivo digital adjunto se encuentran las memorias de cálculo con todos los métodos aplicados. La tabla 18.3 muestra los resultados obtenidos para las sub-cuencas de la cabecera municipal de Pácora.

Tabla 18.3. Caudales estimados para las sub-cuencas de la cabecera municipal de Pácora.

Nombre	Área (Km ²)	PPT 15 (mm)	PPT 100 (mm)	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 Q. La Chucha	1.38	130.65	191.45	0.6	0.65	21.83	33.08	46.31
Sub-cuenca 2	0.33	131.76	193.66	0.6	0.65	5.55	8.34	11.68
Sub-cuenca 4	0.09	131.20	192.50	0.6	0.65	2.10	3.19	4.46
Sub-cuenca 5 Q. San Antonio	0.24	133.07	196.37	0.6	0.65	5.00	7.61	10.65
Sub-cuenca 6	0.05	133.00	195.86	0.6	0.65	1.35	2.07	2.90
Sub-cuenca 7 Q. Roberto Alzate	0.82	130.67	191.54	0.6	0.65	12.31	18.58	26.01
Sub-cuenca 8	0.68	134.95	200.31	0.6	0.65	11.57	17.54	24.55
Sub-cuenca 9 Q. El Águila	5.56	134.78	199.94	0.6	0.65	46.85	71.32	99.85
Sub-cuenca 10 Q. Lavadero-Olletas	7.39	130.15	190.80	0.6	0.65	55.01	83.43	116.80
Sub-cuenca 12 Q. Peñitas	0.49	129.57	189.21	0.6	0.65	7.89	11.81	16.53
Sub-cuenca 13 Q. Manantiales	0.78	128.24	186.47	0.6	0.65	11.75	17.37	24.32
Sub-cuenca 14	0.07	131.56	193.44	0.6	0.65	1.95	2.94	4.12
Sub-cuenca 15	0.08	132.00	194.27	0.6	0.65	1.57	2.36	3.30

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 la cabecera municipal de Pácora en el software HEC RAS, el cual requiere que se definan secciones transversales del cauce, el eje del río y las bancas.

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

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.

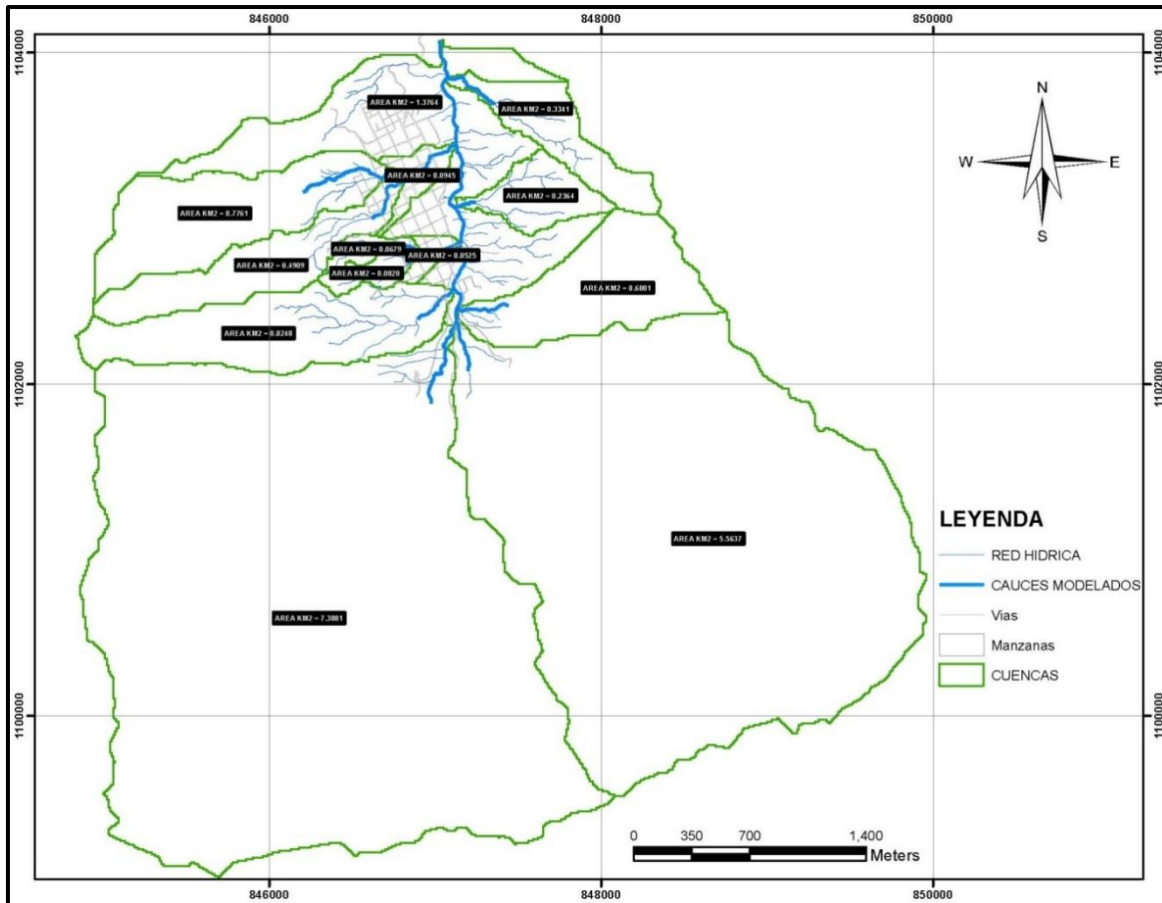


Figura 18.2. Cuencas hidrográficas de la cabecera municipal de Pácora.

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. Ver Anexo 6_Pácora, recomendaciones generales.

La combinación de los dos modelos permite zonificar la amenaza por inundación del municipio de Pácora combinando los mapas de velocidad y calado resultado de los modelos hidráulicos. La figura 18.3 muestra el modelo hidráulico del municipio de Pácora.

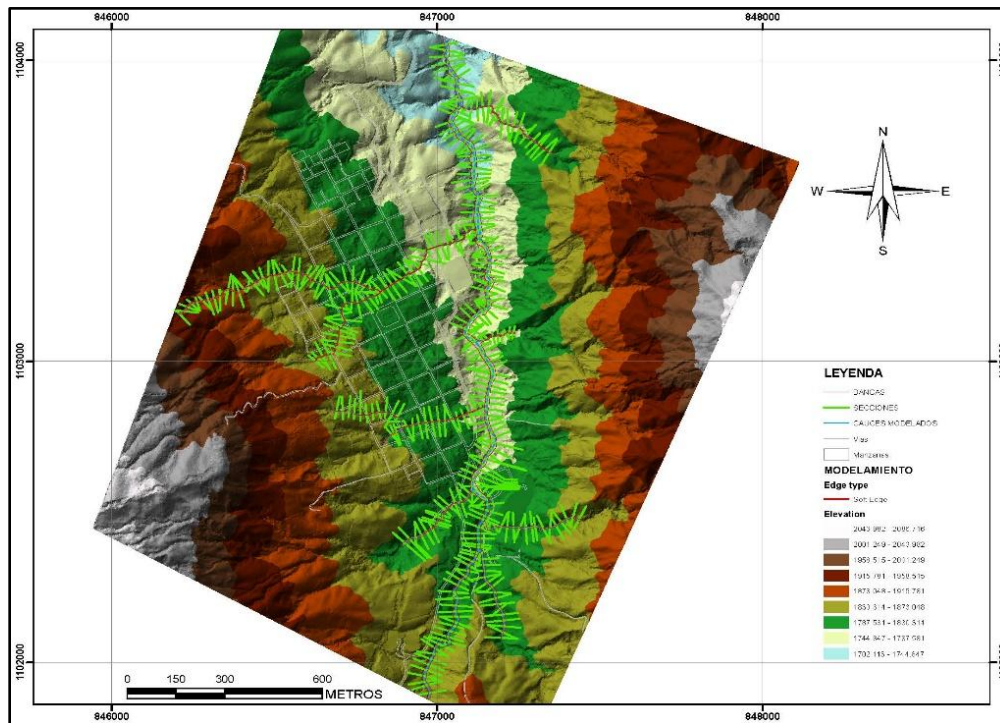


Figura 18.3.Modelo hidráulico de la cabecera municipal de Pácora.

La zonificación de amenaza por inundación, ver Figura 18.4 se realizó combinando y reclasificando los mapas de velocidad y calado, donde se muestra un predominio de amenaza alta a lo largo de los diferentes cauces y tramos canalizados en la cabecera municipal de Pácora.

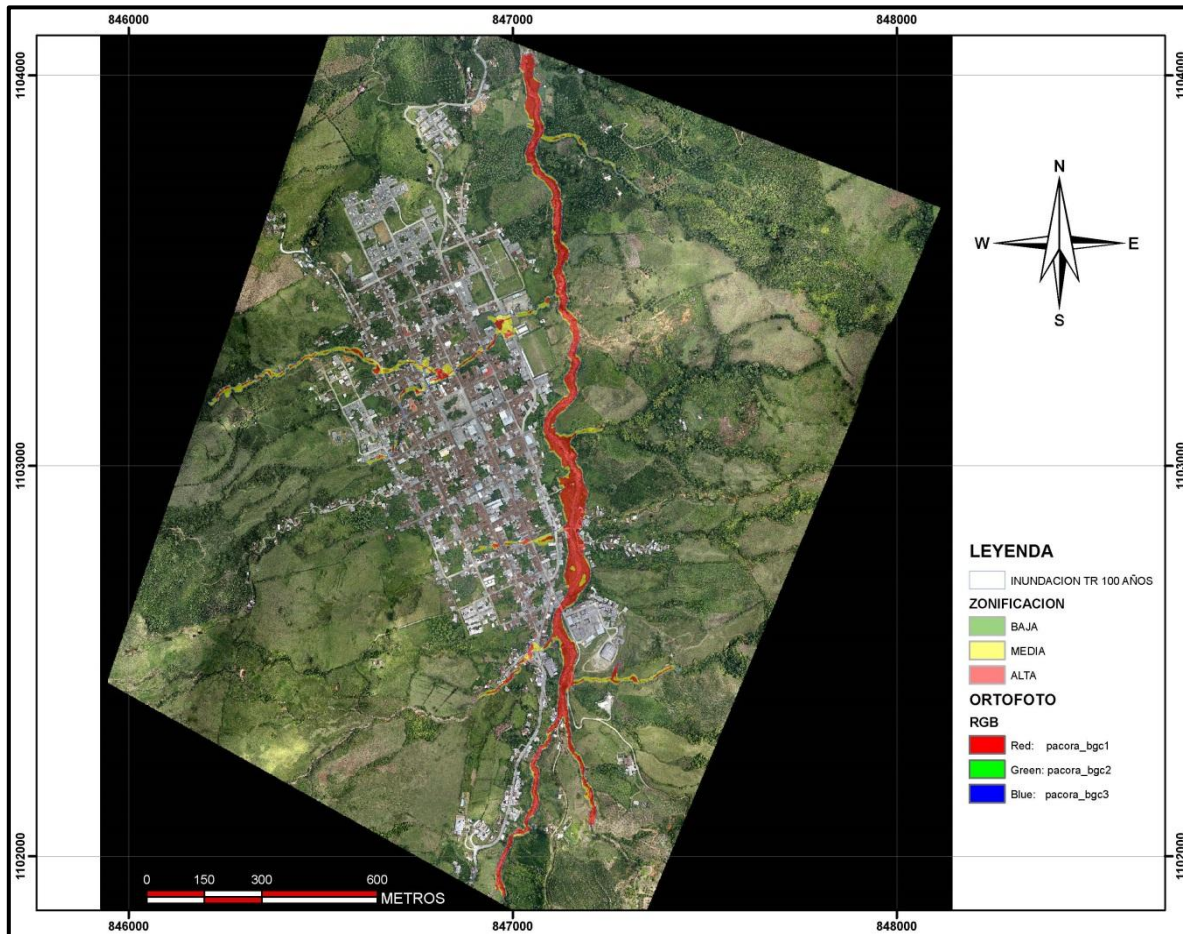


Figura 18.4. Zonificación de la amenaza por inundación en la cabecera municipal de Pácora.

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, semidistribuida 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 18.4 y en el Mapa 18.14 del Anexo 1 se muestran los resultados de la zonificación de la amenaza por inundación, la quebrada Pácora en toda su

extensión cuando cruza la cabecera municipal en su borde oriental de sur a norte, en ambos márgenes presenta amenaza alta por inundación.

De sur a norte, los tributarios que desembocan en la margen derecha de la quebrada Pácora y presentan amenaza por inundación son: amenaza alta la quebrada El Águila, y amenaza media con pequeños sectores con amenaza alta la quebrada Altobonito y dos pequeños drenajes localizados en el centro oriente y en el nor-oriente de la cabecera municipal, ver Figura 18.4.

Los tributarios de la margen izquierda de la quebrada Pácora, que cruzan la parte consolidada de la cabecera y presentan amenaza por inundación son los siguientes: Quebrada Lavaderos-Olleta localizada a la entrada sur del casco urbano presenta de acuerdo con los resultados de la modelación amenaza alta combinada con sectores con amenaza media, la quebrada Roberto Alzate presenta amenaza media con sectores de amenaza alta cuando se aproxima a la quebrada Pácora. Y al norte el sistema de drenaje más largo que atraviesa el casco urbano, quebradas Peñitas y Manantiales presenta amenaza media en la mayor parte de los drenajes con sectores en amenaza roja en la mayoría de sitios cuando pasan de estar canalizados en box culverts en las esquinas de las cuadras a canales abiertos principalmente por debajo de las construcciones de este sector noroccidental de la cabecera municipal de Pácora, ver Figura 18.4

18.3. Zonificación de Vulnerabilidad

Para llevar a cabo la zonificación de Vulnerabilidad inicialmente se localizaron los datos de las encuestas del Sisben en un **Mapa de Barrios** elaborado a partir de la nomenclatura manejada en ese sistema. Este mapa se presenta en el Anexo 1, Mapa 18.15.

De acuerdo con la metodología general establecida para la evaluación de la vulnerabilidad los factores Físico y Socio-económico se dividieron en indicadores y categorías, en la modelación en el software Ilwis, se establecieron pesos y carácter positivo o negativo dependiendo de si estas categorías contribuyen o no a aumentar la vulnerabilidad de los habitantes en los diferentes barrios de la cabecera. La Tabla 18.2 muestra los valores promedio (en porcentaje) para cada una de las categorías de vulnerabilidad para los diferentes Indicadores.

El **mapa de vulnerabilidad** obtenido a partir de la modelación en Ilwis para la zona urbana de Pácora se presenta en el Anexo 1, Mapa 18.16. Puede observarse cómo la categoría de Vulnerabilidad baja se da en un pequeño sector al Sureste del casco urbano y que de acuerdo a los datos del Sisben corresponde con el barrio 22 (ver mapa 18.16), donde en comparación con el resto de la cabecera el

porcentaje de población afiliado al sistema pago de salud es alto (59%) aunque los ingresos reportados sean bajos, con un alto porcentaje de propietarios de sus viviendas (52%) y de personas con educación secundaria y superior (61%); predominancia de población adulta (68%) y comparativamente una baja densidad de población (0.07 personas/m²). En la parte física predominan las viviendas en materiales mixtos (97%) y con alturas entre 3 y 6 m (1 a 2 pisos). Ver tabla 18.4

La **Vulnerabilidad Media** es la clase predominante en la cabecera y se encuentra en la parte centro (barrios 9, 10 y 12) Noreste (barrios 5, 8, 9 y 16) y Sur (barrios 15, 17, 18, 20 y 2) de la zona urbana. Son sectores donde un gran porcentaje (66%) de la población tiene régimen de salud subsidiada (Sisben), con ingresos bajos, tenencia de casa propia (44%) y alquilada (43%), con predominancia de escolaridad baja (79% entre primaria y secundaria), y con alto porcentaje (37%) de población en los grupos etáreos considerados vulnerables como son los niños menores de 13 y adultos mayores a 65 años. El índice de densidad de población es de 0,008 personas/m² y los indicadores físicos revelan que la tipología de vivienda es predominantemente en materiales mixtos (99%) con las alturas de las viviendas entre 6 y 12 m (1 a 3 pisos).

La categoría de **Vulnerabilidad Alta** se localiza predominantemente en la parte norte en los barrios 1, 3, 6, 7 y 11, sector centro (barrios 13 y 14) y al sureste barrio 23. En estos barrios se encontró predominio de afiliación a salud subsidiada (82%), ingresos muy bajos con el 99% de la población percibiendo menos de 1 salario mínimo y la menor proporción de vivienda propia (41%), niveles de analfabetismo altos (24%) y escolaridad muy bajos (47% solo primaria), con un muy alto porcentaje de población menor de 13 años (30%), y la más alta densidad de población para la cabecera (0.023 personas/m²). En lo físico también se observaron las condiciones más frágiles con casi el 98% de las viviendas en materiales mixtos en viviendas de 1 o más pisos (alturas entre 3 y 6 m). Ver Tabla 18.4.

Tabla 18.4. Valores promedio (porcentaje) de los indicadores de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de Pácora

Factores	VULNERABILIDAD		
	Baja	Media	Alta
SALUD			
Pagada	59	24	7
Subsidiada	29	66	82
Ninguna	12	10	11
INGRESOS			
< 1 SMLV	92	94	99

1 - 2 SMLV	7	4	1
> 2 SMLV	2	2	0
TENENCIA			
Propia	52	44	41
Arriendo	47	43	47
Otra	2	13	12
EDUCACIÓN			
Ninguna	12	18	24
Primaria	28	45	47
Secundaria	55	34	28
Superior	6	4	1
GRUPOS ETÁREOS			
Niños	25	24	30
Adultos	68	64	63
Mayores	7	12	7
DENS. POBLAC.			
Pers /m2	0,007	0,008	0,023
TIPOLOGÍA			
Mampostería	3	1	0
Bahareque	0	0	2
Mixto	97	99	98
ALTURAS			
VALOR en m	3-6 m	6-12 m	3-6 m

18.4. Zonificación de Riesgo

18.4.1. 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 Pácora se presenta en el Anexo 1 Mapa 18.17. Los sitios denominados como de *Riesgo Muy Alto* son aquellos donde coinciden los dos factores de Amenaza máxima por remoción en masa y Alta 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 Pácora el Riesgo **Muy Alto** se presenta de Norte a sur en los sectores Alto del Humo, talud en el Barrio Mirador (Cra 5 entre Calles 4 y 5), taludes inferiores de la

Planta del Acueducto, sectores del Barrio Peñitas, Ladera oriental de la Quebrada Pacora a la altura del estadio y parte baja del barrio La Milagrosa. 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 alcantarillado 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 (plantas de agua, electricidad, colegios, polideportivos etc.) incorporando obras de adecuación del terreno como perfilado de taludes, manejo de agua 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.

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 Pácora la mayoría de los sectores se pueden intervenir, por lo que el Riesgo se consideraría como Mitigable. Sin embargo existen dos sectores el Alto del Humo y la parte baja del sector La Milagrosa cuyo riesgo se consideró como No Mitigable y por lo tanto las acciones de reducción del riesgo deben incluir inicialmente procesos de reubicación de la población y posteriormente obras encaminadas a la estabilización de los taludes y cambios en el uso del suelo.

Con el fin de cuantificar la exposición se llevó a cabo un conteo de casas expuestas en cada barrio, en la Tabla 18.5 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_Pácora.

18.4.2. Riesgo por Inundaciones

El mapa de riesgo por inundaciones se hizo mediante el cruce del mapa de amenazas por inundaciones, Anexo 1, Mapa 18.14 con el mapa de vulnerabilidad

Anexo 1, Mapa 18.16, 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 18.2. En la Tabla 18.5 se muestran los cruces de amenaza y vulnerabilidad y las clases de riesgo resultante. Las zonas de riesgo medio se presentan en la quebrada Pácora en toda su extensión cuando cruza la cabecera municipal en su borde oriental de sur a norte, en ambas márgenes presenta riesgo medio por inundación y muy pequeños sectores con riesgo muy alto.

De sur a norte sobre, los tributarios que desembocan en la margen derecha de la quebrada Pácora y presentan riesgo por inundación son: riesgo medio en la quebrada El Águila, y riesgo bajo combinado con pequeñas zonas de riesgo medio en la quebrada Altobonito y en los dos pequeños drenajes localizados en el centro oriente y en el nor-oriente de la cabecera municipal, se presenta riesgo bajo, ver Figura 18.4.

Los tributarios de la margen izquierda de la quebrada Pácora, que cruzan la parte consolidada de la cabecera y presentan riesgo por inundación son los siguientes: Quebrada Lavaderos-Olleta localizada a la entrada sur del casco urbano presenta riesgo medio combinado con sectores con amenaza alta en su parte baja, y en la parte alta está combinado con riesgo bajo; la quebrada Roberto Alzate presenta riesgo medio combinado con sectores de riesgo alto sobre la parte más oriental del drenaje. Y al norte el sistema de drenaje de las quebradas Peñitas y Manantiales presenta riesgo medio combinado con riesgo alto en la parte media del sistema de drenaje, y en la parte alta y cuando desemboca en la quebrada Pácora presenta riesgo bajo.

La cuantificación de la exposición se hace mediante el conteo y medición de infraestructura afectada a partir de la ortofoto, ver Anexo 5_Pácora, en riesgo alto se ubican 46 viviendas y en riesgo muy alto, 9 viviendas. El riesgo se presenta en esta cabecera municipal por la ocupación de los drenajes sin ninguna faja de protección dentro del perímetro urbano de la cabecera municipal. Las viviendas se ubican principalmente en la margen derecha de la quebrada Pácora al frente de la desembocadura de la quebrada Roberto Alzate, también se ubican a lo largo de la quebrada Lavaderos- Olletas, en la quebrada Roberto Alzate y en los drenajes nortes en la cabecera municipal, quebradas Peñitas y Manantiales.

Para la información sobre la modelación hidrológica, ver Anexo 4_Pácora. 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_Pácora se adjuntan

unas recomendaciones generales para el manejo de las zonas de riesgo alto y muy alto por inundaciones.

Tabla 18.5. 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		

18.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Pácora

El análisis para el municipio de Pácora incluye los centros poblados de Castilla y San Bartolomé. Para ambos corregimientos se llevó a cabo la toma de ortofotos semi-cartográfica sobre la cual se presenta el análisis de riesgo por remoción en masa.

18.5.1. Centro Poblado Castilla

Catalogado por el DANE como Centro Poblado tipo Corregimiento. Se sitúa en la parte alta de una colina empinada al occidente de la cabecera urbana del municipio de Pácora, a la cual se accede desde el oriente por vía destapada desde la cabecera (16 km) o por el occidente a través de un carretable destapado (34 km) que se desprende de la ruta Manizales-Medellín en el sector La Felisa como se muestra en la Figura 18.2.

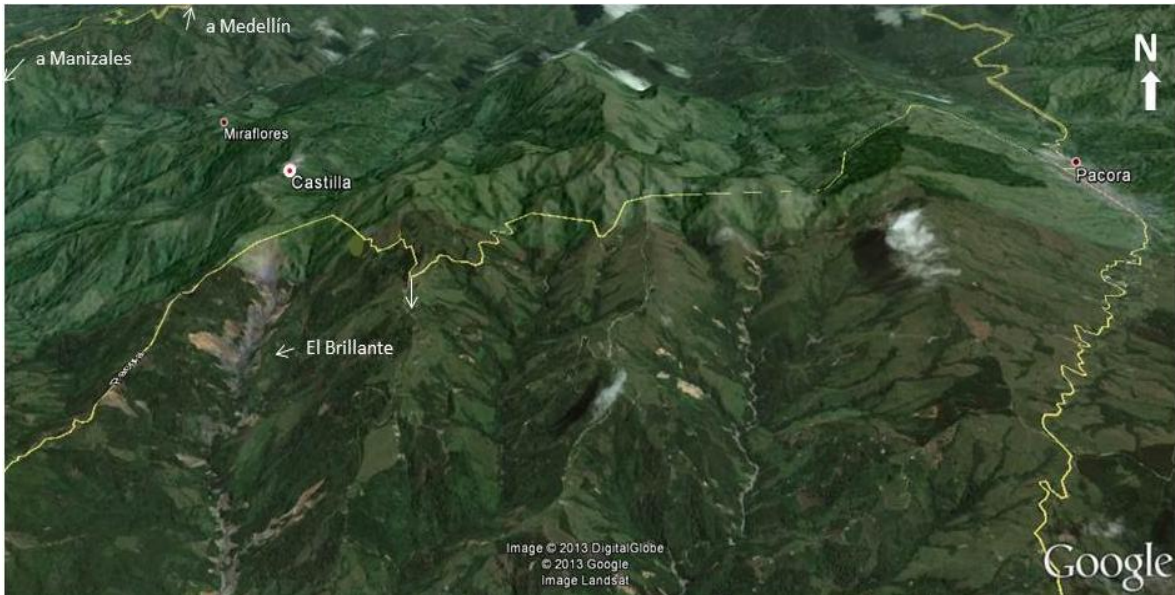


Figura 18.2. Esquema de localización del Corregimiento Castilla (Pácora)
(Imagen Google Earth 2013).

En el corregimiento las viviendas están nucleadas alrededor de la plaza principal con algunos desarrollos urbanísticos ubicados a lo largo de los ejes viales hacia el Alto de la Cruz al Norte y La Quebra al Sur (ver Figura 18.3).



Figura 18.3.Ortofoto (2013) con el límite aproximado del Corregimiento Castilla (Pacora).

Castillase haya asentado sobre una colina redondeada en sentido N-S con pendientes moderadas a empinadas especialmente en la vertiente occidental. En el sector afloran los niveles de Meteorización I y II del miembro sedimentario del Complejo Quebradagrande (Kqs) el cual se presenta como un material arcilloso, con coloraciones amarillo a ocre proveniente de la descomposición de lutitas, pizarras arcillosas y limolitas. Estas rocas se hayan suprayacidas por depósitos de caída/flujo piroclásticos de grano fino limo a areno-arcilloso, de colores pardo a ocre alcanzando espesores de hasta 10 m. Estos depósitos suavizan las pendientes y crean una morfología de colinas redondeadas con pendientes moderadas sobre las cuales se asienta la parte urbana del corregimiento con la vía principal ubicada en la cresta o parteaguas como se observa en la panorámica de la Figura 18.4.)



Figura 18.4. Configuración geomorfológica y geológico-estructural en el Corregimiento Castilla (Pacora) (Fecha foto: 22.05.2013)

El anterior conjunto de formaciones se hallan afectados por lineamientos con dirección Norte-Sur asociados al sistema de fallas de Romeral y específicamente al trazo de la Falla San Jerónimo, las cuales unos kilómetros hacia el sur en la vía a San Bartolomé, están implicadas en el proceso de remoción complejo y degradación severa conocido como El Brillante.

Desde el punto de vista de las amenazas por remoción en masa se llevó a cabo una interpretación de procesos erosivos encontrados con distintos grados de actividad, desde los procesos antiguos y que ya están estabilizados (E2) los cuales predominan en la vertiente occidental, probablemente asociados al trazo del lineamiento N-S que atraviesa el caserío, hasta los procesos denominados E4, los cuales están activos y su avance se constituye en una amenaza para la comunidad y sus bienes. En cuanto a la criticidad de estos procesos en el Corregimiento de Castilla se determinó un sitio de alta y otro de mediana criticidad los cuales se presentan en la Figura 18.3.



Figura 18.3. Mapa de Procesos Erosivos (E) y Sitios Críticos (CAS) en el corregimiento de Castilla(Pacora).

El sitio **CAS-1** (Coordenadas X: 839.448; Y:1'103601) fue determinado como el único sitio de criticidad Alta, se trata de un escarpe ubicado en la ladera suroeste del corregimiento el cual parece estar asociado a la traza del lineamiento N-S que atraviesa el caserío. Este corresponde a la cabecera de un pequeño drenaje en la cual se presenta una caída de suelo originada en la temporada invernal del 2010-2011 y que ha presentado retroceso en las siguientes épocas invernales. El escarpe de más de 12 m en escombros, suelo orgánico y cenizas tiene pendiente vertical y por sectores negativa; en la parte alta se encontraron patios limpios, casas sin capturas de aguas lluvias ni manejo de escorrentía y el descole sobre el talud de un tanque de fermentación y despulpadora de café (ver Figura 18.4).

El sitio se determinó como de riesgo Mitigable sin embargo se recomienda la reubicación de al menos dos viviendas, ya que la corta distancia de las mismas al talud así como la altura de este no permite la implementación de obras sin comprometer la estabilidad de las mismas. Igualmente se deben erradicar o mejorar la entrega de aguas provenientes del procesamiento del café. Esta

problemática se evidenció en varias fincas, las cuales vierten estos residuos directamente sobre las laderas, comprometiendo la estabilidad de las mismas.



Figura 18.4. Diferentes aspectos del Sitio Crítico CAS-1 en el cual se observa la altura y estado del escarpe (izq.) y la presencia de descoles sobre la cara libre del talud (der.) (Fecha fotos: 22.05.2013)

Se debe anotar que en el drenaje ubicado al pie de este escarpe se observaron pequeñas caídas de suelo asociadas a las altas pendientes y problemas incipientes de socavación de orillas debidas al incremento en la escorrentía que llega a la misma.

El sitio de Criticidad media **CAS-2** (Coordenadas X: 839.539; Y: 1'103.476) corresponde a una bodega-garaje ubicada en la salida a Pacora frente a las bodegas del comité de cafeteros. Para construir dicha estructura se llevó a cabo la sobre-excavación de la morfología original dejando un talud vertical de hasta 4 m. en cenizas y regolito, el cual se ha ido descascarando progresivamente, presentando en algunos sectores pendientes negativas y poniendo en riesgo tanto la mencionada bodega como la vía de acceso al corregimiento y los terrenos de la finca en la parte superior (ver Figura 18.5)



Figura 18.5. Sitio Crítico CAS-2 en el cual se observa la sobre-excavación en el talud para construir una bodega-garaje (Fecha fotos: 22.05.2013).

Desde el punto de vista de la Vulnerabilidad Física, Social y Económica se llevó a cabo un análisis general para todo el corregimiento con base en indicadores como tipología de viviendas, tenencia de la vivienda, afiliación a seguridad social, nivel educativo ingresos y grupos vulnerables; procesados a partir de la información del Sisben y que se presenta en los diagramas por indicador de la Figura 18.6

Desde el punto de vista de la fragilidad física, el sistema construido de Castilla se considera de Vulnerabilidad Media ya que el 50% de las viviendas son de tipologías constructivas Mixtas y de Mamposteria, de dos o tres pisos, sin embargo un gran porcentaje de las viviendas en Bahareque (50%), presenta mantenimiento deficiente lo cual además de ser una amenaza, genera una baja resistencia ante los efectos de un proceso erosivo. En la parte socio-económica igualmente puede catalogarse a los habitantes de Castilla en un nivel de Vulnerabilidad Media donde la mayoría son propietarios de sus casas (60%), el 100% está afiliado a un régimen de salud bien sea pagado o subsidiado, los niveles de escolaridad son relativamente bajos (54% con primaria y 7% ninguno), los ingresos son bajos pero la mayoría de la población está en el grupo de adultos (68%).

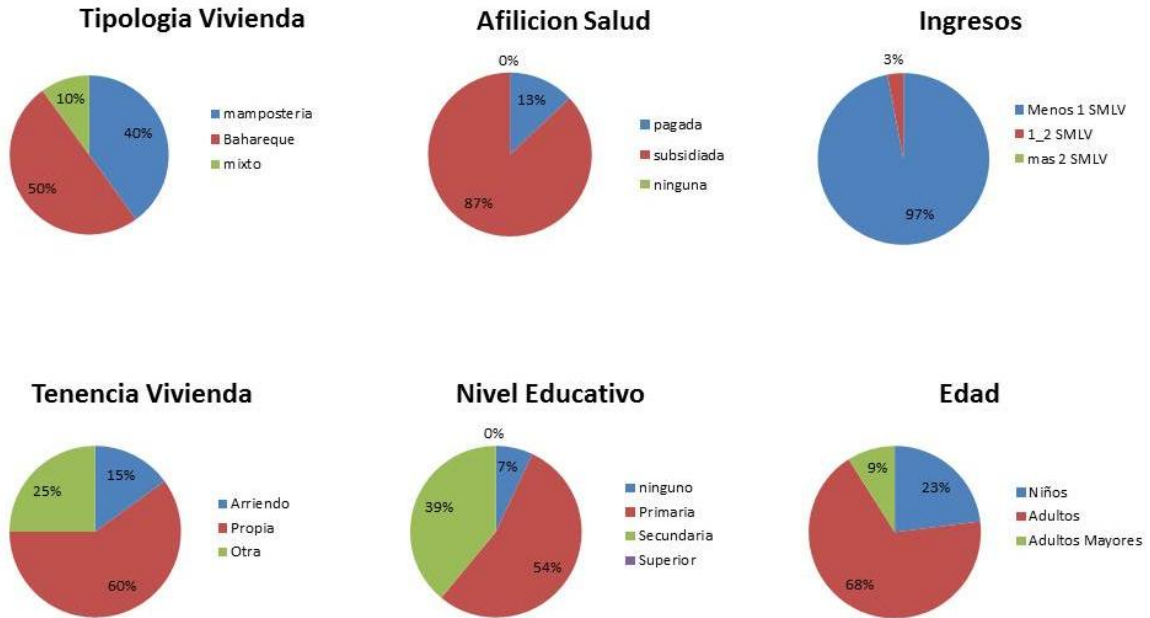


Figura 18.6 Estado de los indicadores Físicos, Sociales y Económicos en Castilla con base en información Sisben (2013).

Esta combinación de factores crea en Castilla un resultado de Riesgo Medio ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. De tal forma que, aunque no se espera que la población tenga mucha resiliencia debido a las frágiles condiciones sociales y económicas, la estabilidad encontrada en la zona no genera riesgos de gran magnitud.

Se debe anotar, sin embargo, que Castilla se halla en una zona de alta influencia tectónica en la cual se pueden desatar procesos de gran magnitud como el encontrado en el sector El Brillante. De allí que sea vital mantener y fomentar la protección del suelo con coberturas efectivas y prácticas silvopastoriles y agroforestales; evitando sobretodo la implantación de pastos en laderas empinadas. Igualmente se deben llevar a cabo programas de mantenimiento y mejoramiento de viviendas, implementando sistemas de captura y entrega de aguas lluvias, mejoramiento y modernización de sistemas de acueducto y alcantarillado y manejo de aguas superficiales con mantenimiento y mejoramiento de vías y sus sistemas de descoles.

18.5.2. Centro Poblado de San Bartolomé

Catalogado por el DANE como Centro Poblado tipo Corregimiento. Se sitúa en la parte alta de una colina empinada al suroccidente de la cabecera urbana del municipio de Pácora la cual se accede desde el oriente por vía destapada desde la cabecera (20 km) o por el occidente a través de un vía (90 km) que se desprende de la ruta Manizales-Medellin en el sector La Felisa como se muestra en la Figura 18.7

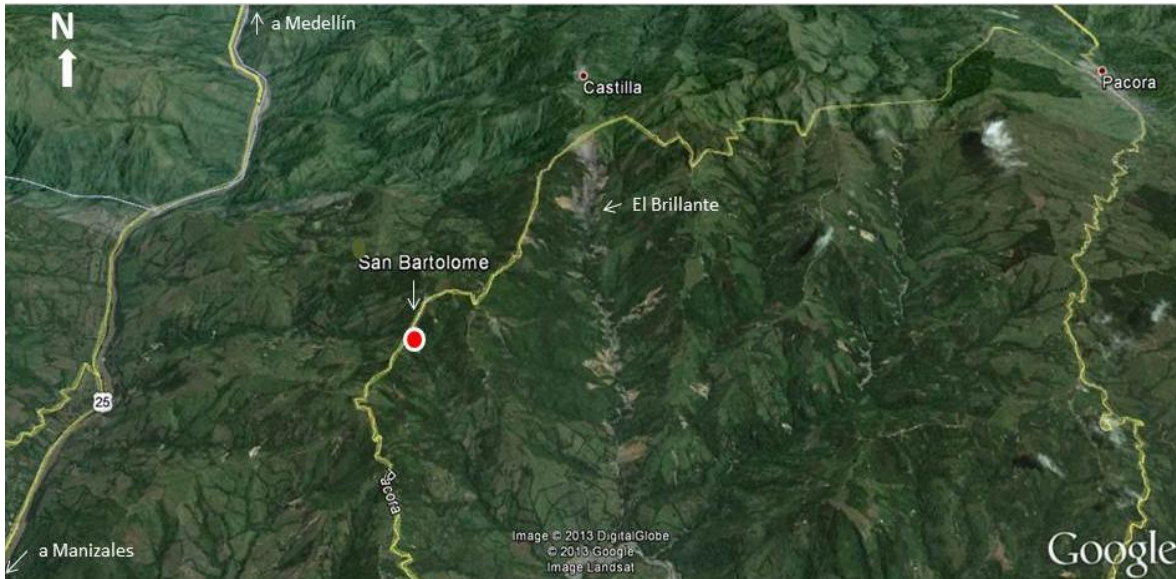


Figura 18.7. Esquema de localización del Corregimiento San Bartolomé (Pácora) (Imagen Google Earth 2013).

En el corregimiento las viviendas están alineadas a ambos lados de la vía principal con algunos nuevos desarrollos urbanísticos ubicados a lo largo de los ejes viales hacia las salidas a Pacora al Norte y La Felisa al Sur (ver Figura 18.8).

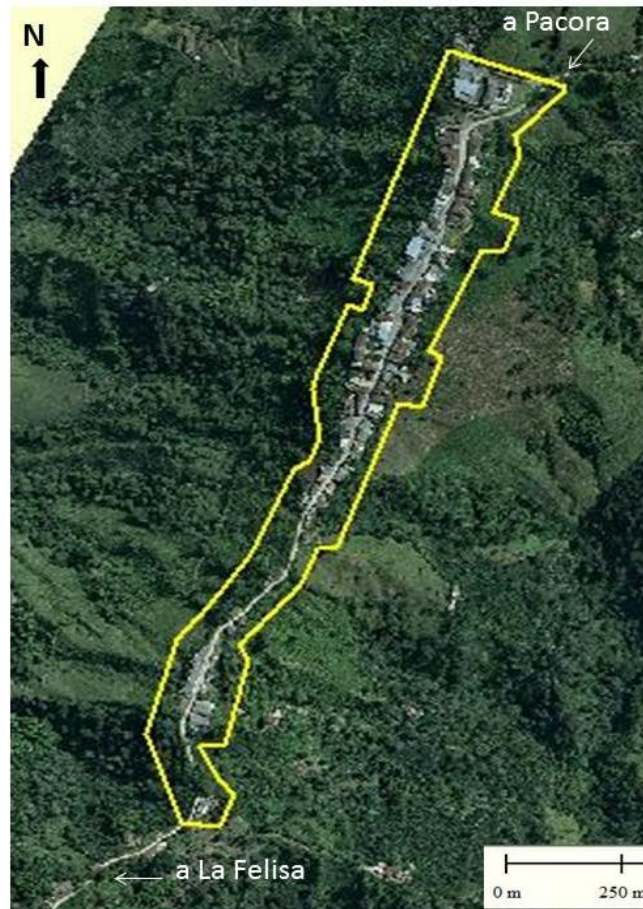


Figura 18.8.Ortofoto (2013) con el límite aproximado del Corregimiento San Bartolomé (Pacora).

San Bartolomé se haya asentado sobre una colina redondeada en sentido NE-SW con pendientes empinadas especialmente en la vertiente occidental. En el sector afloran los niveles de Meteorización I y II del miembro volcánico del Complejo Quebradagrande (Kqv) el cual se presenta como un material arcilloso, con coloraciones amarillo a ocre proveniente de la descomposición de diabasas altamente fracturadas. Este saprolito se haya suprayacido por depósitos de caída/flujos piroclásticos de grano fino limo a areno-arcilloso, de colores amarillo a ocre con muy poco espesor (menos de 2m.) debido a las altas pendientes. Estos depósitos suavizan y redondean las laderas especialmente la oriental la cual presenta pendientes un poco más moderadas y la parte alta de la cuchilla facilitando el establecimiento de la parte urbana del corregimiento y la vía principal ubicada en la cresta o parteaguas, como se observa en la panorámica de la Figura 18.9.)



Figura 18.9. Configuración geológica y geomorfológica del Corregimiento San Bartolomé (Pacora) (Fecha foto: 26.11.2013)

El anterior conjunto se halla afectado por lineamientos con dirección Norte-Sur asociados al sistema de fallas de Romeral y específicamente al trazo de la Falla San Jerónimo, los cuales, unos kilómetros hacia el noreste, en la vía Castilla-Pacora, controlan el proceso de remoción complejo y degradación severa conocido como El Brillante, mostrado en la Figura 18.7.

Desde el punto de vista de las amenazas por remoción en masa se llevó a cabo una interpretación de procesos erosivos encontrados con distintos grados de actividad, desde los procesos antiguos y que ya están estabilizados (E2) los cuales predominan en la vertiente oriental, probablemente asociados a las zonas de debilidad creada por las fallas del sistema Romeral que enmarca el caserío, hasta los procesos denominados E3, los cuales predominan en la ladera occidental y se caracterizan por que aunque están parcialmente estabilizados aún tienen latentes las causas contribuyentes y detonantes, por lo cual de no ser tomadas las medidas necesarias en el mediano plazo pueden constituirse de nuevo en una amenaza para la comunidad y sus bienes. En cuanto a la criticidad de estos procesos en el Corregimiento de San Bartolomé se determinaron 3 sitios de criticidad Media los cuales se presentan en la Figura 18.10.

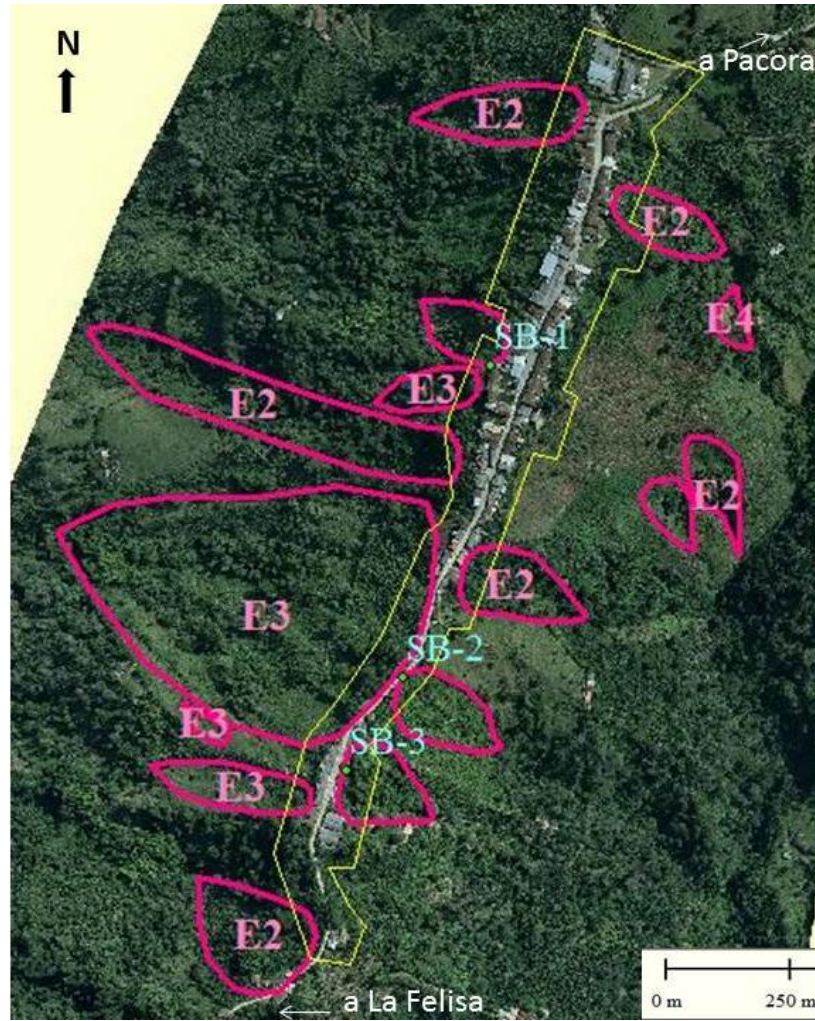


Figura 18.10. Mapa de Procesos Erosivos (E) y Sitios Críticos (SB) en el corregimiento de San Bartolomé (Pacora).

El sitio **SB-1** (Coordenadas X: 837.650; Y: 1'098868) fue determinado como sector de criticidad Media, ubicado en la parte de atrás de las viviendas que circundan la plaza en la ladera occidental. Se trata de un talud con pendientes muy altas, al parecer resultado de antiguos procesos de remoción en masa asociados a la zona de debilidad creada por el trazo de las fallas en dirección N-S del sistema Romeral y San Jerónimo. El talud de al menos 100 m de longitud está constituido en la parte superior por escombros y llenos para la adecuación del terreno, suelo orgánico, cenizas y regolito de las rocas volcánicas, tiene pendiente muy empinada ($> 40^\circ$) que se incrementa hacia arriba al llegar a la parte alta de la cuchilla donde se asientan las viviendas. Estas presentan sistemas constructivos inadecuados como se observa en la foto derecha de la Figura 18.11; sin capturas de aguas lluvias ni manejo de escorrentía. En el sector ya se presentaron

fenómenos de remoción en masa de tipo flujo de suelo de pequeña magnitud en la temporada invernal del 2010 los cuales afectaron dos viviendas (por separado). Actualmente dichos proceso se hallan controlados por la construcción de pantallas ancladas en la corona del mismo; sin embargo en los sectores aledaños aún se observan signos de inestabilidad como pequeñas caídas de suelo, reptación y arboles inclinados en los sectores del talud que no tienen protección ni obras.



Figura 18.11.Diferentes aspectos del Sitio Critico SB-1en el cual se observa la inclinación y estado del escarpe en la ladera Occidental y los inadecuados sistemas constructivos de las viviendas (Fecha fotos: 22.05.2013).

El sitio **SB-2** (Coordenadas X: 837.506; Y: 1'098.497) está ubicado en la porción sur del caserío y corresponde a un paso de la carretera que comunica con La Felisa. En este sector la vía no está pavimentada y no tiene obras de arte para el manejo de las aguas superficiales, por lo que el empozamiento y descole natural de las aguas de escorrentía sobre la ladera, que además es muy empinada; ha generado desprendimientos de suelo y del lleno de la carretera ladera abajo, impidiendo el paso normal de personas y vehículos las pasadas épocas invernales. Actualmente la única obra de control en el sitio consiste en un trincho artesanal de guadua que además sirvió para reconformar la vía, sin embargo la falta de manejo del agua de escorrentía sigue siendo un factor disparador de inestabilidad (ver Figura 18.12).



Figura 18.12. Sitio Crítico SB-2. Proceso erosivo originado en el mal manejo de aguas de escorrentía que afecta la vía a La Felisa (Fecha fotos: 22.05.2013).

Finalmente el sitio **SB-3** (Coordenadas X: 837.481; Y: 1'098432) fue determinado como sector de criticidad Media y está ubicado en el extremo sur del corregimiento en el denominado Barrio o Pueblo Nuevo (ver Figura 18.13).



Figura 18.13. Sitio Crítico SB-3. Proceso erosivo en el Barrio Pueblo Nuevo (Fecha fotos: 22.05.2013)

El área con problemas de estabilidad se ubica en la parte de atrás de las viviendas en la ladera oriental. Se trata de un talud con pendientes muy altas, el cual aparentemente hace parte de un depósito coluvial, cuya parte alta se adecuó para la construcción de las viviendas. El depósito de al menos 100 m de longitud tiene una pendiente empinada ($> 30^\circ$) y como se muestra en la Figura 18.13, se encontraron evidencias de movimiento lento en dirección de la pendiente como árboles inclinados y agrietamientos (> 2 cm de apertura) en algunas estructuras. Es de anotar que las casas en este sector presentan un sistema constructivo precario y algunas casas carecen de sistema de captura de aguas lluvias, se encontraron patios destapados y cultivos limpios en la parte superior del talud y en la vía, la cual es destapada, no se observan obras para el manejo de la escorrentía.

Para determinar la Vulnerabilidad Física, Social y Económica se llevó a cabo un análisis general para todo el corregimiento con base en indicadores como tipología de viviendas, tenencia de la vivienda, afiliación a seguridad social, nivel educativo, ingresos y grupos vulnerables; procesados a partir de la información del Sisben y que se presenta en los diagramas por indicador de la Figura 18.14.

Desde el punto de vista de la fragilidad física, el sistema construido de San Bartolomé se considera de Vulnerabilidad Media ya que el 68% de las viviendas son de tipología constructiva en Mampostería, de uno o dos pisos, y el porcentaje de viviendas en Bahareque (38%) presenta en general buen mantenimiento. En la parte socio-económica igualmente puede catalogarse a los habitantes de San Bartolomé en un nivel de Vulnerabilidad Media donde la mayoría son propietarios de sus casas (70%), el 100% está afiliado a un régimen de salud bien sea pagado (32%) o subsidiado (68%), los niveles de escolaridad son medios (46% con secundaria y educación técnica y superior), los ingresos son bajos pero la mayoría de la población está en el grupo menos vulnerable como es el de adultos entre 14 y 65 años (73%).

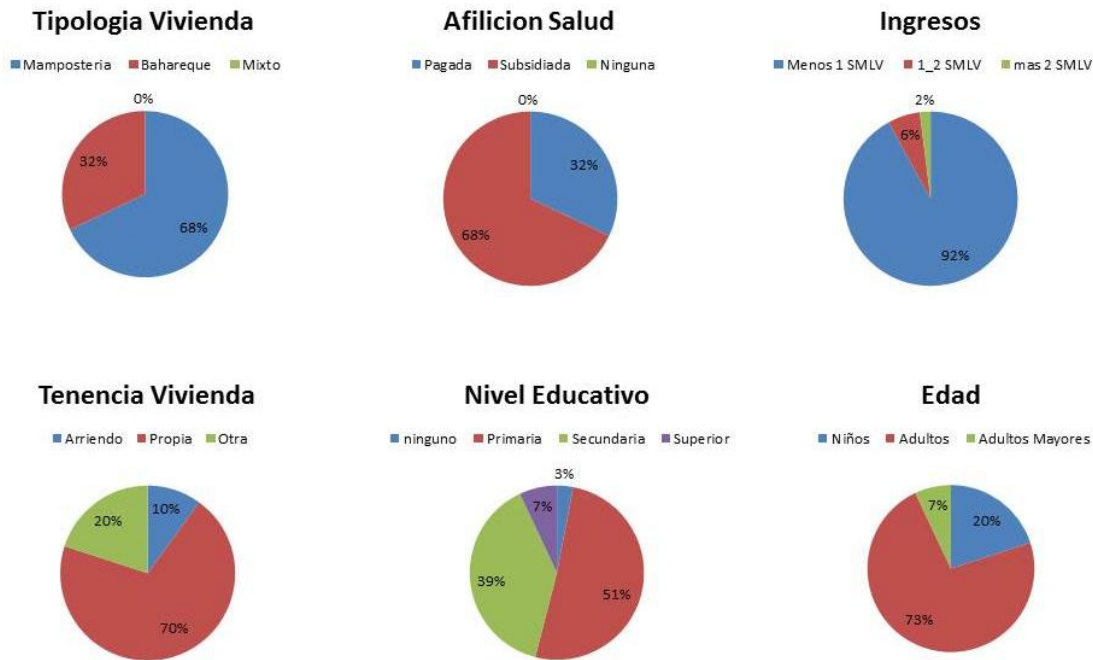


Figura 5.11 Estado de los indicadores Físicos, Sociales y Económicos en San Bartolomé con base en información Sisben (2013).

Esta combinación de factores crea en San Bartolomé un resultado de Riesgo Medio-Bajo ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. De tal forma que la población tiene algún nivel de resiliencia ya que las condiciones sociales y económicas no son tan frágiles, además la relativa estabilidad encontrada en la parte urbana del corregimiento no genera riesgos de gran magnitud.

Se debe anotar sin embargo que San Bartolome se halla en una zona de alta influencia tectónica en la cual se pueden desatar procesos de gran magnitud como el encontrado en el sector El Brillante. De allí que sea vital mantener y fomentar la protección del suelo con coberturas efectivas y prácticas silvopastoriles y agroforestales; evitando sobretodo la implantación de pastos en laderas empinadas. Igualmente se deben llevar a cabo programas de mantenimiento y mejoramiento de viviendas, implementando sistemas de captura y entrega de aguas lluvias, mejoramiento y modernización de sistemas de acueducto y alcantarillado y manejo de aguas superficiales con mantenimiento y mejoramiento de vías y sus sistemas de descoles.

BIBLIOGRAFIA

Moreno-Sánchez M, Gómez-Cruz A y Toro L. (2008). Proveniencia del Material Clástico del Complejo Quebradagrande y su relación con los complejos estructurales adyacentes. Boletín de Ciencias de la Tierra. N 22. Marzo 2008. ISSN 0120-3630. Medellín